



**GÜMÜŞHANE İLİ İÇME SUYUNU KARŞILAYACAK
BAHÇECİK BARAJINI BESLEYEN ŞENKALE
VE ŞÖBET DERELERİNİN SU KALİTESİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Volkan OSKAY

**Yüksek Lisans Tezi
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı
Prof. Dr. Soner KUŞLU**

2019

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**GÜMÜŞHANE İLİ İÇME SUYUNU KARŞILAYACAK BAHÇECİK
BARAJINI BESLEYEN ŞENKALE VE ŞÖBET DERELERİNİN SU
KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI**

Volkan OSKAY

**KİMYA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ ONAY FORMU

GÜMÜŞHANE İLİ İÇME SUYUNU KARŞILAYACAK BAHÇECİK BARAJINI
BESLEYEN ŞENKALE VE ŞÖBET DERELERİNİN SU KALİTESİNİN
ARAŞTIRILMASI

Prof. Dr. Soner KUŞLU danışmanlığında, Volkan OSKAY tarafından hazırlanan bu çalışma 17/05/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı – Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak ~~oybirliği/oy çaldığı (.../...)~~ ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Soner KUŞLU

Üye : Doç.Dr. Fatih DEMİR

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Erbil KAVCI

İmza:

İmza:

İmza:

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 30.05.2019 tarih ve 23./...02 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

GÜMÜŞHANE İLİ İÇME SUYUNU KARŞILAYACAK BAHÇECİK BARAJINI BESLEYEN ŞENKALE VE ŞÖBET DERELERİNİN SU KALİTESİNİN ARAŞTIRILMASI

Volkan OSKAY

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı
Proses ve Reaktör Tasarımı Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Soner KUŞLU

İnsanlığın hayatını sürdürebilmesi ve uygun yaşam şartlarını sağlayabilmesi için su miktarı hayati öneme sahiptir. Fakat son yüzyılın en büyük problemlerinden birinin su kıtlığı olacağı tahmin edilmektedir. Su kıtlığı kullanılabilir suyun nüfusa oranı ile doğrudan ilişkilidir. Günümüzde su miktarının yanı sıra kalitesinin değerlendirilmesi artık kaçınılmazdır.

Bu çalışmada Gümüşhane İli İçme Suyunu karşılayacak Bahçecik Barajını besleyecek olan yerüstü su kaynaklarından 2016, 2017 ve 2018 yılları boyunca aylık numuneler alınmış ve uluslararası standartlara uygun parametrelerden Sıcaklık, pH, Renk, EC, DO, AKM, KOİ, BOİ₅, Azot Grubu, TOK, Fosfor Grubu, Anyon Grubu, Katyon Grubu, Yağ ve Gres, MMAM, CN, Fenoller, Hidrokarbonlar, PAH, Toplam Pestisit, Ağır Metaller (Al, Fe, Mn, Se, Cu, Zn, B, Co, Ni, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Ba) analizleri yapılmış ve değerlendirilme aşaması ulusal su yönetmeliklerinde yer alan Hazen istatistiksel yöntemle de irdelenmiştir.

2019, 204 sayfa

Anahtar Kelimeler: İçme Suyu, Yerüstü Su Kalitesi, Bahçecik Barajı, Hazen Yöntemi

ABSTRACT

Master Thesis

THE INVESTIGATION OF WATER QUALITY OF ŞENKALE AND ŞÖBET CREEKS FEEDING BAHÇECİK DAM TO SUPPLY WITH THE DRINKING WATER OF GUMUSHANE PROVINCE

Volkan OSKAY

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemical Engineering
Process and Reactor Design Department

Supervisor: Prof. Dr. Soner KUŞLU

The amount of water is vital for humanity to survive and to provide suitable living conditions. However, one of the biggest problems of the last century is estimated to be water scarcity. Water scarcity is directly related to the ratio of usable water to population. Today, the quality of water as well as the evaluation of the quality is now inevitable.

In the study, monthly samples were taken during the years of 2016, 2017 and 2018 from the above mentioned water resources which will feed the Bahçecik Dam to supply with the drinking water of Gümüşhane Province. The parameters according to international standards such as temperature, pH, Color, EC, DO, AKM, COD, BOD₅, Nitrogen Group, TOC, Phosphorus Group, Anion Group, Cation Group, Oil and Grease, MMAM, CN, Phenols, Hydrocarbons, PAHs, Total Pesticides, Heavy Metals (Al, Fe, Mn, Se, Cu, Zn, B, Co, Ni, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Ba) have been analyzed. The evaluation phase has also been examined by Hazen statistical method included in national water regulations.

2019, 204 pages

Keywords; Drinking Water, Surface Water Quality, Bahçecik Dam, Hazen Method

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum bu alıŐma, Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakóltesi Kimya Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi Sayın Prof. Dr. Soner KUŞLU danışmanlığında hazırlanmıŐtır.

ÇalıŐmam sırasında bana destek ve yardımlarını esirgemeyen, bilgisi ile yön veren, vaktini benim için ayıran Sayın Prof. Dr. Soner KUŞLU'ya Őukranlarımı sunarım.

ÇalıŐmalarım sırasında kullanılan deneysel verilerin temin edilmesine katkı sağlayan Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü'ne, bu bölge müdürlüğüne bağlı Havza Yönetimi, İzleme ve Tahsisler Şube Müdürlüğü'ne ve özellikle Sayın Perihan Konakoğlu'na, DSİ 22. Bölge Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'nde çalıŐan baŐta müdürüm, teknik Őefim ve emeği geçen iş arkadaşlarıma ayrı ayrı teşekkür ederim.

Bu süre zarfında bana sonsuz desteğiyle yanımda olan biricik eŐime çok teşekkür ederim.

Volkan OSKAY

Nisan, 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Konunun Önemi	2
1.2. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	3
2. KURAMSAL TEMELLER.....	5
2.1. Gümüşhane İli İçme Suyunu Karşılacak Projenin Tanıtımı.....	5
2.1.1. Projenin amacı.....	5
2.1.2. Proje kapsamı	5
2.1.3. Proje alanı vaziyeti	6
2.1.4. Bahçecik barajı	7
2.1.5. Yerüstü su kaynakları	12
2.2. Türkiye Su Mevzuatı	15
2.3. İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik.....	16
2.3.1. Yönetmelikteki yüzdellik değer hesabı ve hazen yöntemi	18
2.3.2. Hazen yönteminin uygulama adımları	18
2.4. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği.....	19
2.5. Yönetmeliklere göre Su Kalitesini Belirleyen Parametreler Hakkında Genel Bilgiler	22
2.5.1. Sıcaklık (°C).....	22
2.5.2. pH	22
2.5.3. Renk.....	24
2.5.4. Elektriksel iletkenlik (EC).....	24
2.5.5. Çözülmüş oksijen doygunluk oranı (DO).....	24

2.5.6. Toplam askıda katı madde (AKM).....	25
2.5.7. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)	25
2.5.8. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅)	26
2.5.9. Koku	27
2.5.10. Toplam azot (TN)	27
2.5.11. Toplam Kjeldahl azotu (TKN)	28
2.5.12. Nitrat azotu (NO ₃ ⁻ -N)	28
2.5.13. Nitrit azotu (NO ₂ ⁻ -N).....	29
2.5.14. Amonyak azotu (NH ₃ -N).....	29
2.5.15. Amonyum azotu (NH ₄ ⁺ -N).....	30
2.5.16. Toplam organik karbon (TOK)	30
2.5.17. Toplam fosfor (P)	31
2.5.18. Orto-Fosfat fosforu (o-PO ₄ -P).....	32
2.5.19. Nitrat (NO ₃ ⁻)	32
2.5.20. Florür (F ⁻)	33
2.5.21. Sülfat (SO ₄ ⁻²)	33
2.5.22. Klorür (Cl ⁻)	34
2.5.23. Yağ ve Gres	34
2.5.24. Anyonik yüzey aktif maddeler (MMAM).....	34
2.5.25. Siyanür (CN ⁻)	35
2.5.26. Sülfür (S ⁻²).....	35
2.5.27. Fenoller (C ₆ H ₅ OH).....	36
2.5.28. Hidrokarbonlar	36
2.5.29. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH)	36
2.5.30. Toplam pestisit	37
2.5.31. Alüminyum (Al).....	38
2.5.32. Demir (Fe)	38
2.5.33. Mangan (Mn).....	39
2.5.34. Selenyum (Se)	39
2.5.35. Bakır (Cu).....	39
2.5.36. Çinko (Zn)	40
2.5.37. Bor (B).....	40

2.5.38. Kobalt (Co).....	41
2.5.39. Nikel (Ni)	41
2.5.40. Arsenik (As)	41
2.5.41. Kadmiyum (Cd).....	42
2.5.42. Krom (Cr)	42
2.5.43. Kurşun (Pb)	42
2.5.44. Civa (Hg).....	43
2.5.45. Baryum (Ba)	43
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	44
3.1. Numune Alınması.....	44
3.2. Analiz Çalışmaları.....	46
3.2.1. Sıcaklık tayini.....	46
3.2.2. pH tayini	46
3.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC) tayini.....	47
3.2.4. Çözünmüş oksijen doygunluk oranı (DO) tayini	48
3.2.5. Renk tayini	49
3.2.6. Toplam askıda katı madde (AKM) tayini.....	50
3.2.7. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) tayini	51
3.2.8. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) tayini	53
3.2.9. Toplam azot (TN) ve toplam kjeldahl azotu (TKN) tayini	55
3.2.10. Anyonlar (NO ₃ ⁻ , NO ₃ ⁻ -N, NO ₂ ⁻ , NO ₂ ⁻ -N, o-PO ₄ ⁻³ , F ⁻ , SO ₄ ⁻² ve Cl ⁻) tayini.....	56
3.2.11. Katyonlar (NH ₄ , NH ₄ -N, NH ₃ -N) tayini	59
3.2.12. Toplam organik karbon (TOK) tayini	61
3.2.13. Toplam fosfor (P) ve reaktif fosfor (o-PO ₄ ⁻³) tayini.....	63
3.2.14. Yağ ve gres tayini.....	64
3.2.15. Anyonik yüzey aktif maddeler (MMAM) ve fenoller (C ₆ H ₅ OH) tayini	65
3.2.16. Siyanür (CN ⁻) tayini.....	67
3.2.17. Hidrokarbonlar tayini	68
3.2.18. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) tayini	70
3.2.19. Toplam pestisit tayini	71

3.2.20. Ağır metaller (Al, Fe, Mn, Se, Cu, Zn, B, Co, Ni, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Ba) tayini	73
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	83
4.1. Sıcaklık Verilerinin Değerlendirilmesi	83
4.2. pH Verilerinin Değerlendirilmesi	87
4.3. EC Verilerinin Değerlendirilmesi	88
4.4. DO Verilerinin Değerlendirilmesi	89
4.5. Renk Verilerinin Değerlendirilmesi	89
4.6. AKM Verilerinin Değerlendirilmesi	90
4.7. KOİ Verilerinin Değerlendirilmesi	91
4.8. BOİ ₅ Verilerinin Değerlendirilmesi	91
4.9. TKN Verilerinin Değerlendirilmesi	92
4.10. NO ₃ ⁻ Verilerinin Değerlendirilmesi	93
4.11. Florür Verilerinin Değerlendirilmesi	94
4.12. SO ₄ ⁻² Verilerinin Değerlendirilmesi	94
4.13. Klorür Verilerinin Değerlendirilmesi	95
4.14. NH ₃ -N Verilerinin Değerlendirilmesi	96
4.15. TOK Verilerinin Değerlendirilmesi	96
4.16. o-PO ₄ ⁻³ Verilerinin Değerlendirilmesi	97
4.17. Yağ ve Gres Verilerinin Değerlendirilmesi	98
4.18. MMAM Verilerinin Değerlendirilmesi	98
4.19. Fenol Verilerinin Değerlendirilmesi	99
4.20. CN ⁻ Verilerinin Değerlendirilmesi	100
4.21. Hidrokarbon Verilerinin Değerlendirilmesi	101
4.22. PAH Verilerinin Değerlendirilmesi	101
4.23. Pestisit Verilerinin Değerlendirilmesi	102
4.24. Al Verilerinin Değerlendirilmesi	103
4.25. Fe Verilerinin Değerlendirilmesi	104
4.26. Mn Verilerinin Değerlendirilmesi	105
4.27. Se Verilerinin Değerlendirilmesi	106
4.28. Cu Verilerinin Değerlendirilmesi	107
4.29. Zn Verilerinin Değerlendirilmesi	108

4.30. Bor Verilerinin Değerlendirilmesi.....	109
4.31. Co Verilerinin Değerlendirilmesi.....	110
4.32. Ni Verilerinin Değerlendirilmesi.....	111
4.33. As Verilerinin Değerlendirilmesi	112
4.34. Cd Verilerinin Değerlendirilmesi.....	113
4.35. Cr Verilerinin Değerlendirilmesi.....	114
4.36. Pb Verilerinin Değerlendirilmesi	115
4.37. Hg Verilerinin Değerlendirilmesi.....	116
4.38. Ba Verilerinin Değerlendirilmesi	116
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	118
5.1. Sonuçlar.....	118
5.2. Öneriler.....	125
KAYNAKLAR	127
EKLER	131
EK 1.....	131
ÖZGEÇMİŞ	205

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

'	Yön belirlemede kullanılan dakika
"	Yön belirlemede kullanılan saniye
%	Yüzde değer
<	Küçüktür sembolü
>	Büyüktür sembolü
μm	Mikrometre
μS	Mikro Siemens
°	Derece
C	Santigrat
cm	Santimetre
f	Hazen yönteminde kullanılan ondalık kısım
H	Hidrojen atomu
hm^3	Hektometreküp
K	Kelvin
km	Kilometre
km^3	Kilometreküp
kPa	Kilo Paskal
m	Metre
m/s	Metre bölü saniye (Hız birimi)
m^3	Metreküp
mg	Miligram
mmHg	Milimetre civa (Atmosferik basınç birimi)
n	Hazen yönteminde kullanılan veri sayısı
nm	Nanometre
O	Oksijen atomu
p	Hazen yönteminde kullanılan yüzde kesri
P	Hazen yönteminde kullanılan yüzdelik değer

ppb	Milyarda bir birim değeri
ppm	Milyonda bir birim değeri
Pt-Co	Platin Kobalt
r	Hazen yönteminde kullanılan küçükten büyüğe doğru sıra
s	Saniye
Uv	Ultraviyole
Xi	Hazen yönteminde kullanılan tam kısım
Xr	Hazen yönteminde kullanılan su kalitesi değeri

Kısaltmalar

AB	Avrupa Birliği
AKM	Askıda Katı Madde
ASTM	Amerikan Test ve Malzeme Kurumu
BOİ	Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
DO	znmş Oksijen
DSİ	Devlet Su İşleri
EC	Elektriksel İletkenlik
EN	Avrupa Standartları
EPA	evre Koruma Ajansı
HPLC	Yüksek basınçlı sıvı kromatografi
ICP-MS	İndüktif eşleşmiş plazma kütle spektrometri
ISO	Uluslararası Standart Teşkilatı
İSEEPYSKDY	İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yzeyssel Su Kalitesine Dair Yönetmelik
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
MMAM	Metilen Mavisine Aktif Maddeler
NDIR	Dispersif Olmayan Kızılötesi
OSB	Orman ve Su İşleri Bakanlığı
PAH	Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar
SD	Su ereve Direktifi

TAKK	Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı
TDS	özünmüş Katı Madde
TKN	Toplam Kjeldahl Azotu
TN	Toplam Azot
TOK	Toplam Organik Karbon
TP	Toplam Fosfor
TSE	Türk Standardları Enstitüsü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
YSKY	Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği
YSKY	Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Su molekülü	1
Şekil 1.2. Yerküre tuzlu - tatlı su oranları.....	2
Şekil 2.1. Genel vaziyet planı	7
Şekil 2.2. Bahçecik Barajı vaziyet planı	8
Şekil 2.3. Bahçecik Barajının uydu görüntüsü.....	9
Şekil 2.4. Bahçecik Barajının silindire sıkıştırılmış beton gövde görünümü	9
Şekil 2.5. Bahçecik Barajının gövde kısmının yapımı.....	10
Şekil 2.6. Baraj işletme halinde boşluk suyun basınç analizinden bir görünüm	11
Şekil 2.7. Baraj feyzan halinde boşluk suyun basınç analizinden bir görünüm.....	11
Şekil 2.8. Bahçecik Barajını besleyen Şenkale Deresi	13
Şekil 2.9. Aktutan Göleti yapımını gösteren resim.....	14
Şekil 2.10. Şöbet Deresi.....	15
Şekil 2.11. pH değerleri	23
Şekil 3.1. WTW Multi 3420i marka pH, EC, DO ölçüm cihazı.....	47
Şekil 3.2. Hach Lange 5000 UV-VİS spektrofotometre cihazı	49
Şekil 3.3. Kimyasal oksijen ihtiyacı tayini cihazı.....	52
Şekil 3.4. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı tayini cihazı.....	54
Şekil 3.5. Toplam azot tayini kiti ve termoreaktör	56
Şekil 3.6. İyon kromatografi cihazı	57
Şekil 3.7. İyon kromatografi cihazı	60
Şekil 3.8. Toplam organik karbon tayin cihazı	62
Şekil 3.9. Yağ ve gres tayin cihazı ve düzeneği	64
Şekil 3.10. Otoanalizör cihazı	66
Şekil 3.11. Siyanür tayini için kit testi.....	67
Şekil 3.12. Hidrokarbon ekstraksiyon düzeneği ve Rotary Evaporatör Cihazı	69
Şekil 3.13. HPLC (Yüksek basınçlı sıvı kromatografi) cihazı ve ekstraksiyon düzeneği	70
Şekil 3.14. Pestisit ekstraksiyon düzeneği	72
Şekil 3.15. Bruker Aurora M90 ICP-MS cihazı	74

Şekil 4.1. Şenkale deresi sıcaklık grafiği	85
Şekil 4.2. Şöbet deresi sıcaklık grafiği	86
Şekil 4.3. Aktutan göleti sıcaklık grafiği	87



ÇİZELGELER DİZİNİ

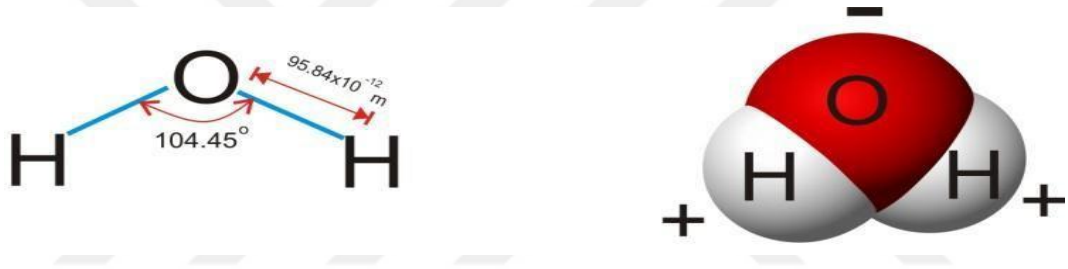
Çizelge 1.1. Falkenmark tarafından önerilen su bariyeri	3
Çizelge 2.1. Kategorilere göre su kalite standartları	17
Çizelge 2.2. Hazen yöntemi	18
Çizelge 2.3. Hazen yöntemi örnek hesabı.....	19
Çizelge 2.4. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterleri.	21
Çizelge 3.1. Numune alınması, korunması ve saklanması.....	45
Çizelge 3.2. Yıllara göre sıcaklık ölçüm sonuçları	46
Çizelge 3.3. Yıllara göre pH ölçüm sonuçları.....	47
Çizelge 3.4. Yıllara göre EC ölçüm sonuçları	48
Çizelge 3.5. Yıllara göre DO ölçüm sonuçları.....	49
Çizelge 3.6. Yıllara göre renk tayin sonuçları	50
Çizelge 3.7. Yıllara göre AKM tayin sonuçları	51
Çizelge 3.8. Yıllara göre KOİ tayin sonuçları	53
Çizelge 3.9. Yıllara göre BOİ ₅ tayin sonuçları	54
Çizelge 3.10. Yıllara göre TKN tayin sonuçları	55
Çizelge 3.11. Yıllara göre NO ₃ ⁻ tayin sonuçları	58
Çizelge 3.12. Yıllara göre F ⁻ tayin sonuçları	58
Çizelge 3.13. Yıllara göre SO ₄ ⁻² tayin sonuçları.....	59
Çizelge 3.14. Yıllara göre Cl ⁻ tayin sonuçları	59
Çizelge 3.15. Yıllara göre NH ₃ -N tayin sonuçları	61
Çizelge 3.16. Yıllara göre TOK tayin sonuçları	62
Çizelge 3.17. Yıllara göre o-PO ₄ ⁻³ tayin sonuçları	63
Çizelge 3.18. Yıllara göre yağ ve gres tayin sonuçları	65
Çizelge 3.19. Yıllara göre MMAM tayin sonuçları	66
Çizelge 3.20. Yıllara göre fenol tayin sonuçları	67
Çizelge 3.21. Yıllara göre CN ⁻ tayin sonuçları	68
Çizelge 3.22. Yıllara göre hidrokarbonların tayin sonuçları	69
Çizelge 3.23. Yıllara göre PAH tayin sonuçları	71

Çizelge 3.24. Yıllara göre toplam pestisit tayin sonuçları	73
Çizelge 3.25. Yıllara göre Al tayin sonuçları	75
Çizelge 3.26. Yıllara Göre Fe Tayin Sonuçları.....	75
Çizelge 3.27. Yıllara göre Mn tayin sonuçları	76
Çizelge 3.28. Yıllara göre Se tayin sonuçları	76
Çizelge 3.29. Yıllara göre Cu tayin sonuçları.....	77
Çizelge 3.30. Yıllara göre Zn tayin sonuçları	77
Çizelge 3.31. Yıllara göre B tayin sonuçları	78
Çizelge 3.32. Yıllara göre Co tayin sonuçları	78
Çizelge 3.33. Yıllara göre Ni tayin sonuçları	79
Çizelge 3.34. Yıllara göre As tayin sonuçları	79
Çizelge 3.35. Yıllara göre Cd tayin sonuçları.....	80
Çizelge 3.36. Yıllara göre Cr tayin sonuçları	80
Çizelge 3.37. Yıllara göre Pb tayin sonuçları	81
Çizelge 3.38. Yıllara göre Hg tayin sonuçları.....	81
Çizelge 3.39. Yıllara göre Ba tayin sonuçları	82
Çizelge 4.1. Şenkale deresi sıcaklık verilerinin hazen yöntemine göre hesaplanması	84

1. GİRİŞ

Su; tüm canlıların biyolojik yaşamlarını ve faaliyetlerini sağlayan, kohezyon özelliği olan, renksiz, tatsız ve kokusuz bir sıvı bileşiktir (Anonim 2018a).

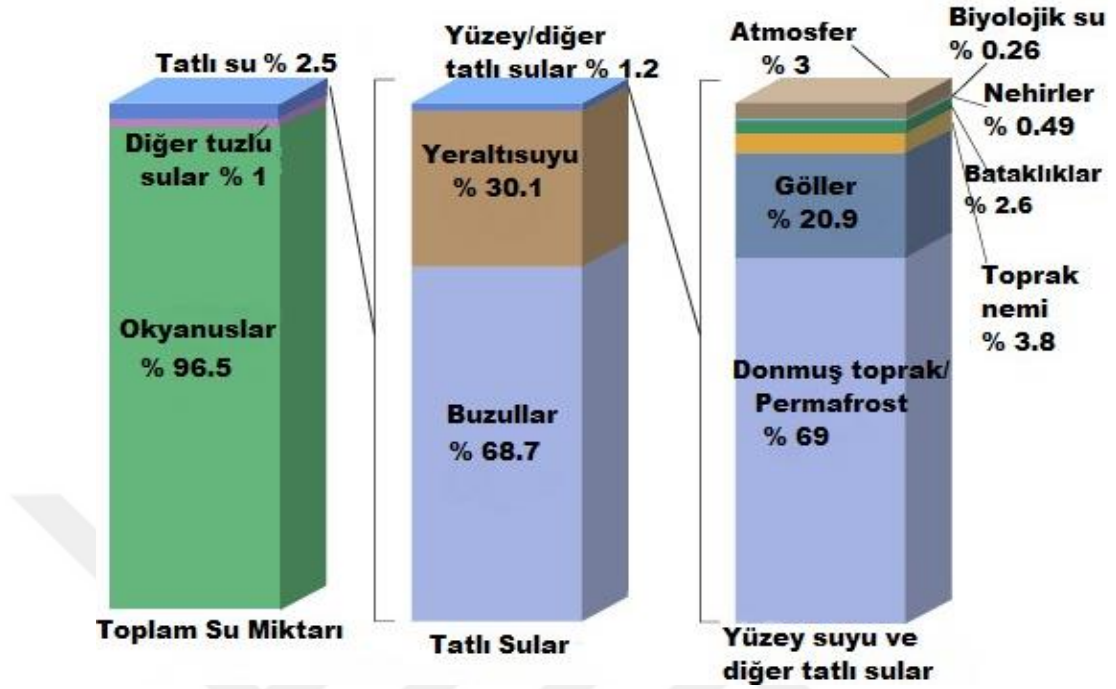
Su molekülü bir adet oksijen atomu ile iki adet hidrojen atomunun birbirine simetrik olmayan bir şekilde bağlanmasıyla oluşan ve dengesiz bir yük dağılımı nedeniyle polar yani kutuplu özelliği olan bir çözücüdür. Şekil 1.1’de su molekülü gösterilmektedir (Anonim 2018b).



Şekil 1.1. Su molekülü (Anonim 2018b).

Dünyada bulunan su miktarının %97,5’lik kısmı tuzlu suları oluştururken, %2,5’lik kısmı ise tatlı suları oluşturmaktadır. Bu tatlı suların %90’lık kısmı kutuplarda ve yeraltında olması, kaliteli su miktarının ne derecede az olduğunu bizlere göstermektedir (Anonim 2014).

Yerkürede yer alan su miktarının ne oranlarda ve nerelerde olduğu belirtilmekte olup aşağıda Şekil 1.2’de Yerküre tuzlu-tatlı su oranları gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Yerküre tuzlu - tatlı su oranları (Shiklomanov 1993).

1.1. Konunun Önemi

İnsanlığın hayatını sürdürebilmesi ve uygun yaşam şartlarını sağlayabilmesi için yiyecek ve su miktarı hayati öneme sahiptir. Fakat son yüzyılın en büyük problemlerinden birinin su kıtlığı olacağı tahmin edilmektedir. Su kıtlığı kullanılabilir suyun nüfusa oranı ile ilişkilidir (Rijsberman 2006).

Su kıtlığı ölçümlerinden biri olan Falkenmark indikatörü en yaygın kullanılan ölçümdür. Bu indikatör, bölgelerdeki suların durumları, kullanım oranına göre su sıkıntısı olmayan, su sıkıntısı olan, kurak ve aşırı kurak şeklinde sınıflandırılabilir. Çizelge 1.1’de Falkenmark tarafından önerilen su bariyeri gösterilmektedir. Yıllık kişi başına düşen yenilenebilir su gereksinimi 1700 m³ altına düştüğünde su sıkıntısı yaşanır. 1000 m³ altında su kıtlığı, 500 m³ altında ise mutlak kıtlık yaşanır (Falkenmark et al. 1989).

Çizelge 1.1. Falkenmark tarafından önerilen su bariyeri

Yıllık kişi başına düşen m ³	Durum
>1700	Su Sıkıntısı Yok
1000 – 1700	Su Sıkıntısı Var
500 – 1000	Kurak
<500	Aşırı Kurak

Türkiye’de su kaynaklarının güncel durumu değerlendirildiğinde kişi başına düşen su miktarı 1519 m³tür. Bu durum su sıkıntısının olduğunu göstermektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), nüfusun 100 milyona çıkması durumunda kişi başına düşen su miktarının 1120 m³/yıl oranına düşeceğini ve Türkiye’nin su fakiri olacağını belirtmektedir (Öktem ve Aksoy 2014).

1.2. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Günümüzde su kaynaklarının yönetimi daha kapsamlı bir hale gelmiştir. Geçmiş zamanlarda su kaynaklarının yeri ve miktarı ile ilgilenilirken şimdiki zamanda ise su kalitesinin de incelenmesi gündeme gelmiş ve bir bütün olarak düşünülmesi kaçınılmaz olmuştur (Anonim 2012).

Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin takip ettiği 2000/60/EC Su Çerçeve Direktifi (SÇD), su kaynaklarının daha kaliteli ve daha güvenli yönetilmesi için ülkemizde de önemli görülmektedir (Anonim 2012).

Bundan dolayı, su kalitesinin bir bütüncül olarak belirlenmesi ve sınıflandırılması, miktarının irdelenmesi, kullanım maksatlarının belirlenmesi, iyi ve kaliteli su durumuna ulaşılması için tedbirlerin alınmasına katkı sağlaması maksadı ile 2012 yılında Yüzeysel

Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKY) yayınlanmıştır ve 2015 yılında "Yerüştü Su Kalitesi Yönetmeliği" olarak değiştirilmiştir. 2016 yılında ise son şeklini almıştır.

Ayrıca "İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Su Kalitesine Dair Yönetmelik (İSEEPYSKDY)"de yer alan EK-I kısmındaki parametrelere göre analiz yapılması sonucunda A1, A2 ve A3 su kalite sınıflarına göre ayrılmaktadır.

Bu çalışma ile Gümüşhane İli İçme Suyu temini için kullanılan yerüştü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterlerinin belirlenmesi, Su Çerçeve Direktifi'ne göre yenilenen Türkiye mevzuatı açısından içme suyu elde edilmesi amacına yönelik uygunluğun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Gümüşhane İli İçme Suyunu karşılayacak Bahçecik Barajını besleyen yerüştü su kaynaklarından 2016, 2017 ve 2018 yılları boyunca her ay numuneler alınmış ve uluslararası geçerliliği olan standart metodlarla analizler yapılmıştır. Sonuçlar Türkiye mevzuatı ve yönetmelikleri açısından irdelenmiş olup daha iyi su kalitesine ulaşmak için önerilerde bulunulmuştur.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. Gümüşhane İli İçme Suyunu Karşılacak Projenin Tanıtımı

Bu çalışma yerüstü su kalitesinin incelenmesi için Gümüşhane İli için içme suyu sağlayan Bahçecik Barajı'nın Projesini içermektedir.

2.1.1. Projenin amacı

Gümüşhane İl merkezi ve civarının 2050 yılına kadar su ihtiyacının karşılanması ve bu ihtiyaca cevap verecek tesislerin projelendirilmesi amaçlanılmıştır (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).

2.1.2. Proje kapsamı

Gümüşhane İl merkezi ve civarının içme suyu ihtiyacının tamamı Harşit Çayı'nın yatak kenarlarındaki keson kuyulardan temin edildiği bilinmekte olup ve bu kuyulardan alınan sular, arıtma işlemine tabi tutulmadan klorlanarak şebekeye verilmektedir (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).

Gümüşhane İl merkezi ve civarının 2050 yılına kadar içme suyu ihtiyacının karşılanması için alternatifler;

- a) Harşit Çayı'nın sularının arıtılması için bir arıtma tesisi kurulması
- b) Artabel kaynaklarından su temin edilmesi
- c) İkisü Deresi üzerinde bulunan enerji için kurulan Kuletaş Barajının içme suyu amaçlı baraja dönüştürülmesi
- d) Bahçecik Barajının yapılarak su temin edilmesi

2.1.3. Proje alanı vaziyeti

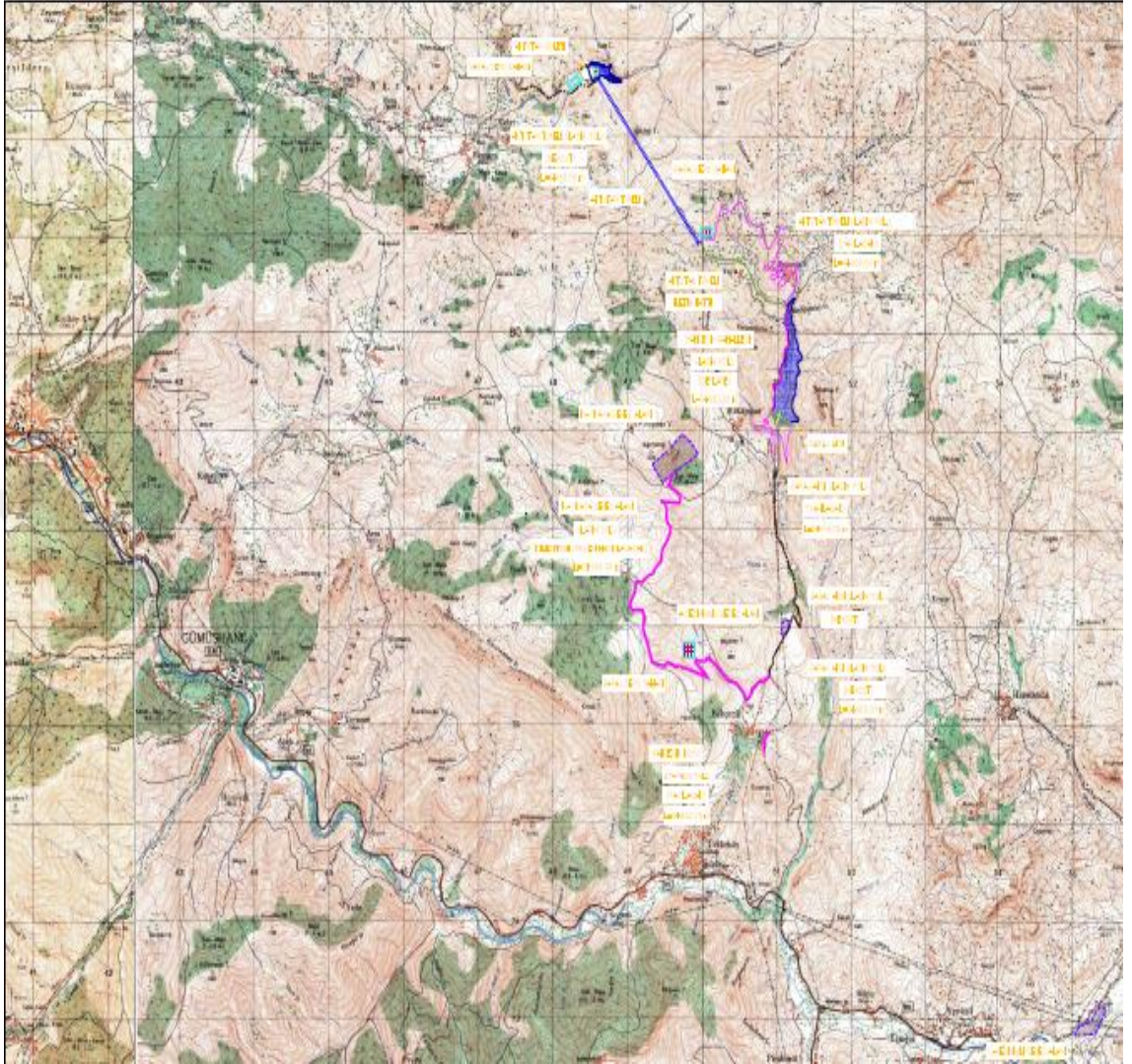
Proje sahası ve çevresi, Doğu Anadolu ile Karadeniz Bölgesi arasında bir geçiş noktası oluşturmaktadır. Bahçecik Barajı; Merkez Bahçecik Köyü, Kocapınar Mevkii'nde bulunan Şenkale Deresi üzerinde yer alıp, proje sahası 40° 27' 40" - 40° 29' 54" Kuzey enlemleri arasındadır. Gümüşhane Merkezi Harşit Çayının dar vadisinde 1100-1200 m yükseklikte yer almakta, 8-10 km boyunca uzanan, yüksekliği 500 m'yi geçmeyen, eğimli ve kayalık alanların oluşturduğu bir yerleşimdir. Kentin imar planındaki en düşük kotu 1105 m, en yüksek kotu ise 1455 m'dir. Aşağıda Şekil 2.1'de Genel vaziyet planında görüldüğü üzere Harşit Çayına paralel ilerleyen Trabzon-İran transit yolu Harşit Çayının bazen sağ, bazen sol sahilinden ili kuzeybatı güneydoğu yönünde geçmektedir. Harşit Çayının kuzeyinde kalan kısımda yerleşim alanı daha büyük olmakla birlikte, yerleşim yamaçlara doğru kaymaktadır (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).



Şekil 2.1. Genel vaziyet planı (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).

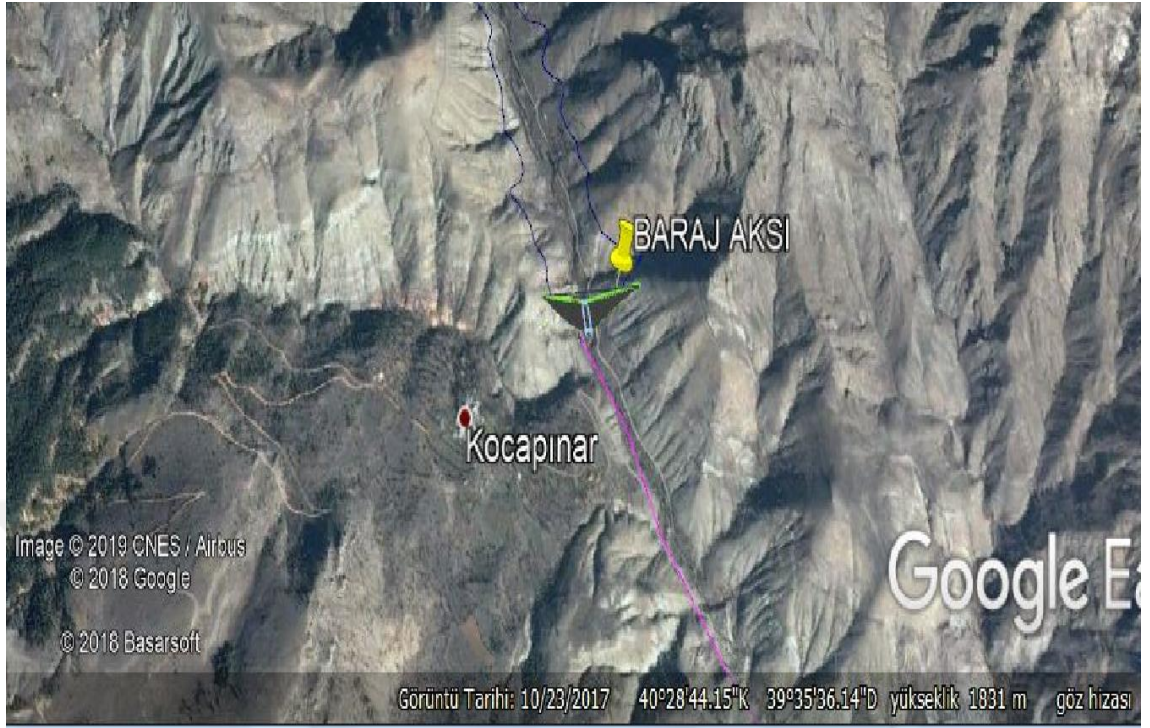
2.1.4. Bahçecik barajı

Bahçecik Barajı, aşağıda Şekil 2.2'de Bahçecik Barajı vaziyet planında gösterilmektedir. Gümüşhane Merkezine 14 km. uzaklıkta olup Merkez Bahçecik Köyü Kocapınar Mevkii'nde bulunan Şenkale Deresi üzerinde 1463 metre talveg kotunda, 1485 metre minimum su seviyesinde, 1522 metre normal su seviyesinde ve 3,04 hm³ aktif depolama hacmi ile silindire sıkıştırılmış beton gövde tipinde yapılması planlanmıştır (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).

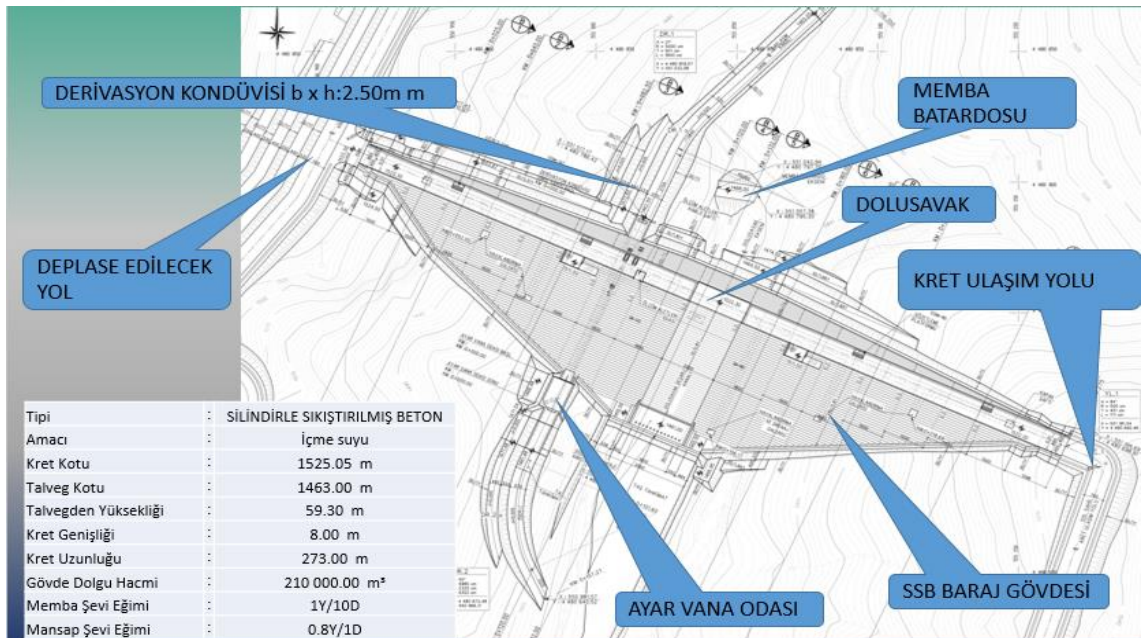


Şekil 2.2. Bahçecik Barajı vaziyet planı (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).

Aşağıda Şekil 2.3’de Bahçecik Barajının uydu görüntüsü ve Şekil 2.4’de Bahçecik Barajının silindire sıkıştırılmış beton gövde görünümü yer almaktadır.



Şekil 2.3. Bahçecik Barajının uydu görüntüsü (Google Earth 2019).



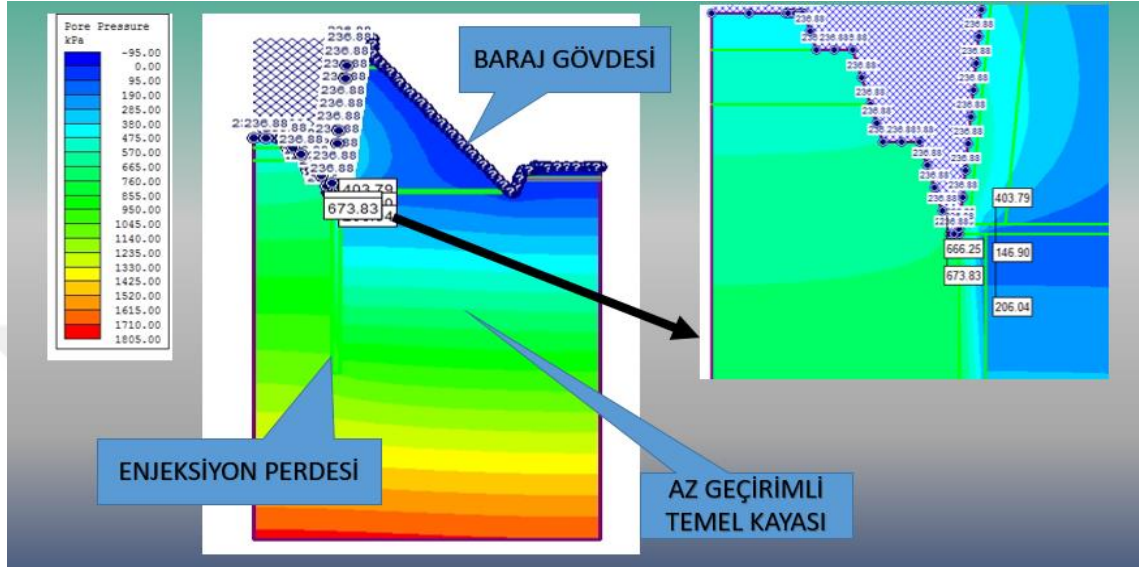
Şekil 2.4. Bahçecik Barajının silindire sıkıştırılmış beton gövde görünümü (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).

Şekil 2.5’de yer alan Bahçecik Barajının gövde kısmının yapımı ile ilgili resimler gösterilmektedir.

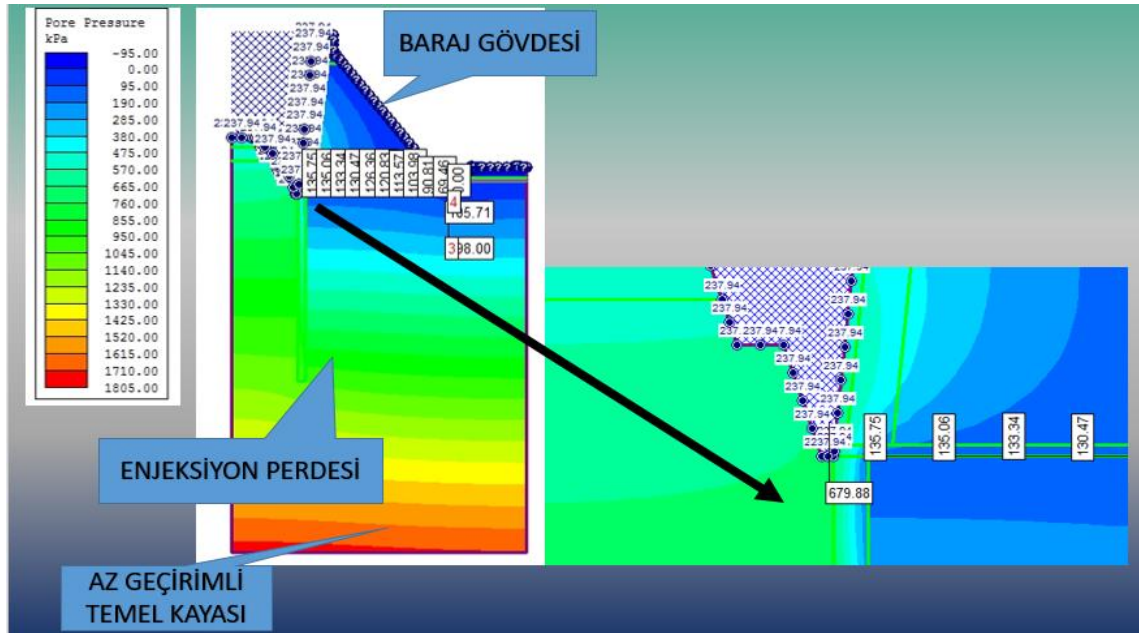


Şekil 2.5. Bahçecik Barajının gövde kısmının yapımı

Bahçecik Barajı için İşletme ve feyezan durumlarında baraj gövdesi boşluk suyu basıncı ve gövde sızma halleri incelenmiş olup modelleme yapılmıştır.



Şekil 2.6. Baraj işletme halinde boşluk suyun basınç analizinden bir görünüm (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).



Şekil 2.7. Baraj feyezan halinde boşluk suyun basınç analizinden bir görünüm (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).

Baraj gövdesinin altındaki enjeksiyon perdesi sayesinde, Şekil 2.6.'da Baraj işletme halinde boşluk suyun basınç analizinden bir görünüm ve Şekil 2.7.'de Baraj feyezan halinde boşluk suyun basınç analizinden bir görünüm gösterilmektedir. Bu durumlarda boşluk suyu basıncı eğrilerinden de görüldüğü üzere önemli derecede azalmalar olmuştur.

Enjeksiyon sonrasında boşluk suyu basıncı ;

İşletme halinde 666 kPa'dan 146 kPa'a,

Feyezan halinde 679 kPa'dan 135 kPa'a düşerek yaklaşık %80 oranında azalmıştır.

Enjeksiyon sonrasında toplam sızma hızı ;

İşletme halinde sızma hızı 2.98×10^{-7} m/s

Feyezan halinde sızma hızı 3.02×10^{-7} m/s olarak bulunmuştur (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).

2.1.5. Yerüstü su kaynakları

Bahçecik Barajını oluşturan Şenkale deresi Harşit Çayının yan kollarından biridir. Şekil 2.8.'de Bahçecik barajını besleyen Şenkale deresi gösterilmekte olup bu dere membada ve mansapta farklı adlandırılmaktadır. Membada Kazanpınarı, mansapta Kocapınar deresi adını almaktadır. Şenkale Deresi, 2387 m rakımlı Kaskara Tepe eteklerinden doğmaktadır ve güney yönünde akışını sürdürmektedir. Şenkale deresi Bahçecik Barajının memba kısmını oluşturmaktadır (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).



Şekil 2.8. Bahçecik Barajını besleyen Şenkale Deresi

Aktutan Göleti, Aktutan Köyü'nün doğusunda, Kale tepe sırtları mevkiinde bulunmaktadır. Deniz seviyesine göre ortalama 1700 metre civarındadır. Aşağıda Şekil 2.9'da Aktutan Göleti yapımını gösteren resim yer almaktadır. Gölet aks yeri $40^{\circ}29'28''$ enlemi ile $39^{\circ}34'17''$ boylamı arasında yer almakta olup Gümüşhane il merkezinin kuzeybatısında, merkeze 6 km uzaklıktadır. Su ihtiyacı halinde tünel yardımıyla Kale deresi üzerinde tesis edilecek Aktutan Göletinin ihtiyaç fazlası suları Bahçecik Barajı'na derive edilecektir (Sepa Mühendislik ve Müşavirlik 2016).



Şekil 2.9. Aktutan Göleti yapımını gösteren resim

Ayrıca Tekke Beldesi yakınlarında bulunan ve kurulacak arıtma tesisine yakın olan Şekil 2.10'da gösterilen Şöbet Deresi suyunun arıtma tesisine beslenmesi planlanmaktadır.



Şekil 2.10. Şöbet Deresi

2.2. Türkiye Su Mevzuatı

Türkiye’de 06.04.2011 tarih ve 6223 sayılı Kanun yetkisiyle su kaynaklarının korunmasına ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasına dair politikalar oluşturmak, su havzalarının gelişimi için ulusal ve bölgesel düzeyde planlama yapmak, yerüstü sularının kalite ve miktarının korunması için standartlar belirlemek ve ulusal su yönetimini koordine etmek görevi 29.06.2011 tarihinde kurulan Orman ve Su İşleri Bakanlığı’na (OSB) verilmesi kararlaştırılmıştır. Yeni kurulan OSB tarafından da 2012 yılı içerisinde "İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik (İSEEPYSKDY)" ve "Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği (YSKYY)" yayımlanmıştır.

2.3. İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik

29 Haziran 2012 tarih ve 28338 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan "İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik’in" amacı, içme suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel sular ile ilgili esasları, kalite kriterlerini ve bu suların kullanma suyu olarak kullanılabilmesi için uygulanması gereken arıtma sınıflarını tespit etmektir.

Bu yönetmelik, içme suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel suların karakteristik özelliklerini, suyun dahil olduğu kategoriye göre uygulanacak arıtma sınıflarını, bu sularda izlenmesi gereken parametreler için numune alma ve analiz sıklıklarını ve kalite kategorilerinin tespitini kapsar.

İçme ve kullanma suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel sular; bu yönetmelik Ek-I’de yer alan Çizelge 2.1.’de Kategorilere göre su kalite standartları gösterilmektedir. Bütün parametreler için verilen zorunlu ve kılavuz değerlere göre A1, A2 ve A3 olmak üzere üç farklı kategoriye ayrılır ve her bir kategori için aşağıdaki arıtma sınıfları belirlenir.

A1: Basit fiziksel arıtma ve dezenfeksiyon ile içilebilir sular

A2: Fiziksel arıtma, kimyasal arıtma ve dezenfeksiyon ile içilebilir sular

A3: Fiziksel ve kimyasal arıtma, ileri arıtma ve dezenfeksiyon ile içilebilir suları

K: Kılavuz değer; İçme ve kullanma suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel suların A1, A2 ve A3 kategorileri için ayrı ayrı belirlenmiş olan uyulması tavsiye edilen değerleri

Z: Zorunlu değer; İçme ve kullanma suyu elde edilen veya elde edilmesi planlanan yüzeysel suların A1, A2 ve A3 kategorileri için ayrı ayrı belirlenmiş olan azami müsaade edilebilen değerleri ifade eder.

Çizelge 2.1. Kategorilere göre su kalite standartları

No	Su Kalite Kategorileri →	A1	A1	A2	A2	A3	A3
	Parametreler ↓	K	Z	K	Z	K	Z
1	pH	6,5- 8,5		5,5-9		5,5-9	
2	Renk (filtrasyon sonrası) (Pt-Co Birimi)	10	20 (İ)	50	100 (İ)	50	200(İ)
3	Toplam askıda katı madde (AKM) (mg AKM/L)	25					
4	Sıcaklık (°C)	22	25 (İ)	22	25 (İ)	22	25 (İ)
5	İletkenlik (20°C'de) (µS/cm)	1000		1000		1000	
6	Koku (25°C'de seyrelme faktörü)	3		10		20	
7	Nitrat (mg NO ₃ /L)	25	50 (İ)		50 (İ)		50 (İ)
8	Florür (mg F/L)	0,7-1	1,5	0,7-1,7		0,7-1,7	
9	Alüminyum (mg Al/L)	0,3		0,3		1	
10	Çözünmüş demir (mg Fe/L)	0,1	0,3	1	2	1	
11	Mangan (mg Mn/L)	0,05		0,1		1	
12	Bakır (mg Cu/L)	0,02	0,05(İ)	0,05		1	
13	Çinko (mg Zn/L)	0,5	3	1	5	1	5
14	Bor (mg B/L)	1		1		1	
15	Kobalt (mg Co/L)	0,01		0,02		0,2	
16	Nikel (mg Ni/L)	0,02		0,05		0,2	
17	Arsenik mg As/L	0,01	0,05		0,05	0,05	0,1
18	Kadmiyum (mg Cd/L)	0,001	0,005	0,001	0,005	0,001	0,005
19	Toplam krom (mg Cr/L)		0,05		0,05		0,05
20	Kurşun (mg Pb/L)		0,05		0,05		0,05
21	Selenyum (mg Se/L)		0,01		0,01		0,01
22	Civa (mg Hg/L)	0,0005	0,001	0,0005	0,001	0,0005	0,001
23	Baryum (mg Ba/L)		0,1		1		1
24	Siyanür (mg Cn/L)		0,05		0,05		0,05
25	Sülfat (mg SO ₄ /L)	150	250	150	250 (İ)	150	250 (İ)
26	Klorür (mg Cl/L)	200		200		200	
27	Anyonik Yüzey Aktif Maddeler (Metilen Mavisine aktif maddeler; MMAM) (mg MMAM/L)	0,2		0,2		0,5	
28	Reaktif fosfor (Ortofosfat ve kolay hidroliz olabilen kondanse fosforlar) (mg P/L)	0,4		0,7		0,7	
29	Fenoller (mg C ₆ H ₅ OH/L)		0,001	0,001	0,005	0,01	0,1
30	Hidrokarbonlar (mg/L)		0,05		0,2	0,5	1
31	Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (mg/L)		0,0002		0,0002		0,001
32	Toplam pestisit (mg/L)		0,001		0,0025		0,005
33	Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg O ₂ /L)	15		30		40	
34	Çözünmüş oksijen doygunluk oranı (%)	>70		>50		>30	
35	Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ ₅) (Nitrifikasyon prosesi engellenmiş) (mg O ₂ /L)	<3		<5		<7	
36	Toplam kjeldahl azotu (mg/L)	1		2		3	
37	Amonyak azotu (NH ₃ -N) (mg N/L)	0,05		1	1,5	2	4(İ)
38	Toplam organik karbon (TOK) (mg C/L)	5		8		12	
39	Toplam koliform (37°C'de) (EMS/100 mL)	50		5.000		50.000	
40	Fekal koliform (EMS/100 mL)	20		2.000		20.000	
41	Fekal streptokok (EMS/100 mL)	20		1.000		10.000	

K: Kılavuz değer, Z: Zorunlu değer, İ: İstisnai iklimsel yada coğrafik şartlar

2.3.1. Yönetmelikteki yüzdeler hesabı ve hazen yöntemi

Yüzdeler hesabı yapılırken Çizelge 2.2’de Hazen Yöntemi gösterilmekte olup bu istatistiksel yöntemle ilgili olarak veri sayısı ile ilişkili formüller farklılık göstermektedir. Veri sayısı 10’dan az ise aritmetik ortalama alınarak kategori belirlenir.

Çizelge 2.2. Hazen yöntemi

Yöntem	Yüzde kesri	Yüzde değeri	Minimum gereken Veri sayısı
Hazen	$p = \frac{r - \frac{1}{2}}{n}$	$P = 100 \cdot \left(\frac{n - \frac{1}{2}}{n} \right) = 100 - \frac{50}{n}$	10

r: küçükten büyüğe doğru sıra no p: Yüzde kesri P: Yüzdeler değeri n: Veri sayısı

2.3.2. Hazen yönteminin uygulama adımları

- 1- Su kalitesi verileri küçükten büyüğe doğru sıralanır. X_i : $i = 1, 2, 3 \dots, n$ olarak adlandırılır.
- 2- Yüzde kesri (p) ve sıra numarası (r) hesaplanır; sıra numarası kesirli bir sayıdır.

$$\text{Yüzde kesri: } p = \frac{P}{100} \qquad \text{Sıra numarası: } r = pn + \frac{1}{2}$$

- 3- Kesirli sıra numarasının bir altı ve üstündeki tam sayılara karşı gelen veriler arasında doğrusal enterpolasyon yapılarak, aşağıdaki ifade yardımıyla r 'ye karşı gelen su kalitesi değeri (X_r) hesaplanır.

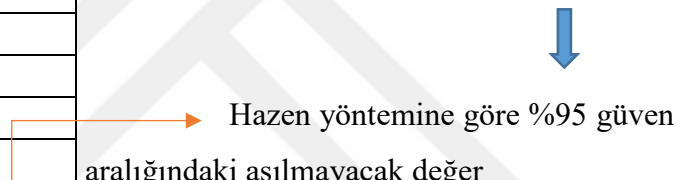
$$\text{Su Kalitesi Değeri} \longrightarrow X_r = (1-f).X_i + f.X_{i+1}$$

X_i : r 'nin tam kısmını, f : r 'nin ondalık kısmını gösterir.

Çizelge 2.3'de Hazen yöntemi örnek hesabına göre %95 sınır değere yani güven aralığına örnek verecek olursak;

Çizelge 2.3. Hazen yöntemi örnek hesabı

Veri	Sıralanmış Veri (X)	Sıra No (r)
0,005	0,005	1
0,012	0,005	2
0,178	0,006	3
0,005	0,007	4
0,013	0,008	5
0,043	0,009	6
0,006	0,009	7
0,013	0,01	8
0,04	0,01	9
0,007	0,011	10
0,013	0,011	11
0,029	0,012	12
0,008	0,012	13
0,012	0,012	14
0,022	0,012	15
0,009	0,013	16
0,014	0,013	17
0,02	0,013	18
0,009	0,014	19
0,015	0,015	20

$r = pn + 1/2 = 0,95 \times 20 + 1/2 = 19,50$
 $f = 19,50 - 19 = 0,50$ } Kesirli kısım
 $i = 19$ } Tam kısım
 $X_r = (1-f) \cdot X_i + f \cdot X_{i+1}$ } Su Kalitesi
 $X_{19,50} = (1-0,50) \cdot X_{19} + 0,50 \cdot X_{20}$
 $X_{19,50} = 0,50 \times 0,014 + 0,50 \times 0,015 = \mathbf{0,0145}$


2.4. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği

30 Kasım 2012 tarih ve 28483 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan "Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'nin" amacı yüzeysel sular ile kıyı ve geçiş sularının biyolojik, kimyasal, fizikokimyasal ve hidromorfolojik kalitelerinin belirlenmesi, su kalitesinin ve miktarının izlenmesi, bu suların kullanım maksatlarının sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu bir şekilde koruma kullanma dengesi de gözetilerek ortaya konulması ve iyi su durumuna ulaşılması için alınacak tedbirlere yönelik usul ve

esasların belirlenmesidir. Bu yönetmelik, bütün yüzeysel sular ile kıyı geçiş sularını kapsamaktadır.

10 Ağustos 2016 tarih ve 29797 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan yönetmelik "Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği" olarak en son şeklini almıştır.

Çizelge 2.4’de Kıtaîçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri aşağıda açıklamalarıyla gösterilmektedir.

a) Yönetmelikte belirtilen kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

I. Sınıf (Çok İyi) - Yüksek kaliteli su;

- 1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,
- 2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dahil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
- 3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

II. Sınıf (İyi) - Az kirlenmiş su;

- 1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,
- 2) Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
- 3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
- 4) Mer’i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

III. Sınıf (Orta) - Kirlenmiş su;

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

IV. Sınıf (Zayıf) - Çok kirlenmiş su;

III. sınıf için verilen kalite parametrelerinden daha düşük kalitede olan ve üst kalite sınıfına ancak iyileştirilerek ulaşabilecek yerüstü suları

b) TKN: $\text{NH}_3\text{-N}$ + Organik Azot

c) TN: TKN + $\text{NO}_3^-\text{-N}$ + $\text{NO}_2^-\text{-N}$

Çizelge 2.4. Kıta içi yerüstü su kaynaklarının genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından sınıflarına göre kalite kriterleri

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları ^(a)			
	I (Çok İyi)	II (İyi)	III (Orta)	IV (Zayıf)
pH	6-9	6-9	6-9	6-9
İletkenlik ($\mu\text{S/cm}$)	< 400	1000	3000	> 3000
Renk (m^{-1})	RES 436 nm: ≤ 1.5 RES 525 nm: ≤ 1.2 RES 620 nm: ≤ 0.8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2.4 RES 620 nm: 1.7	RES 436 nm: 4.3 RES 525 nm: 3.7 RES 620 nm: 2.5	RES 436 nm: >4,3 RES 525 nm: >3,7 RES 620 nm: >2,5
Yağ ve Gres (mg/L)	< 0,2	0,3	0,5	>0,5
Çözünmüş Oksijen (mg/L)	> 8	6	3	< 3
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	70	> 70
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅) (mg/L)	< 4	8	20	> 20
Amonyum Azotu (mg $\text{NH}_4^+\text{-N/L}$)	< 0,2	1	2	> 2
Nitrat Azotu (mg $\text{NO}_3^-\text{-N/L}$)	< 3	10	20	> 20
Toplam Kjeldahl-Azotu (mg N/L) ^(b)	< 0.5	1.5	5	> 5
Toplam Azot (mg N/L) ^(c)	< 3,5	11,5	25	> 25
Orto Fosfat Fosforu (mg o- $\text{PO}_4\text{-P/L}$)	< 0,05	0,16	0,65	> 0,65
Toplam Fosfor (mg P/L)	< 0,08	0,2	0,8	> 0,8
Florür ($\mu\text{g/L}$)	≤ 1000	1500	2000	> 2000
Mangan ($\mu\text{g/L}$)	≤ 100	500	3000	> 3000
Selenyum ($\mu\text{g/L}$)	≤ 10	15	20	> 20
Sülfür ($\mu\text{g/L}$)	≤ 2	5	10	> 10

2.5. Yönetmeliklere göre Su Kalitesini Belirleyen Parametreler Hakkında Genel Bilgiler

Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), pH, Renk (Pt-Co Birimi ve RES), Elektriksel İletkenlik (EC), Çözünmüş Oksijen ve Çözünmüş Oksijen Doygunluk Oranı (%DO), Toplam Askıda Katı Madde (AKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ₅), Koku, Toplam Azot (TN), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), Nitrat Azotu (NO_3^- -N), Nitrit Azotu (NO_2^- -N), Amonyak Azotu (NH_3 -N), Amonyum Azotu (NH_4^+ -N), Toplam Organik Karbon (TOK), Toplam Fosfor (P), Orto-Fosfat Fosforu (o- PO_4 -P), Nitrat (NO_3^-), Florür (F^-), Sülfat (SO_4^{2-}), Klorür (Cl^-), Yağ ve Gres, Anyonik Yüzey Aktif Maddeler (MMAM), Siyanür (CN^-), Sülfür (S), Fenoller ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$), Hidrokarbonlar, Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH), Toplam Pestisit, Alüminyum (Al), Çözünmüş Demir (Fe), Mangan (Mn), Selenyum (Se), Bakır (Cu), Çinko (Zn), Bor (B), Kobalt (Co), Nikel (Ni), Arsenik (As), Kadmiyum (Cd), Toplam Krom (Cr), Kurşun (Pb), Civa (Hg), Baryum (Ba) analizleri yapılmıştır.

2.5.1. Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)

Suyun sıcaklığı, sudaki birçok kimyasal, fiziksel ve biyolojik işlemleri etkileyen en önemli parametreden biridir (Gregor 2013).

Sıcaklığın artması birçok etkeni tetikleyecek olup, örneklendirecek olursak ılık suda bakterilerin ve yosunların büyümesi soğuk suya göre daha hızlıdır. Bu reaksiyon hızı daha fazla çözünmüş oksijen tüketimini beraberinde getirecektir. Çözünmüş oksijenin azalması sudaki yaşamı zorlayacaktır (Vıgıl 2003).

2.5.2. pH

pH, hidrojen iyonunun negatif logaritması olup bir sıvının asit mi veya bazik mi olduğunun ölçüsü olarak tanımlayabiliriz (EPA 2001).

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

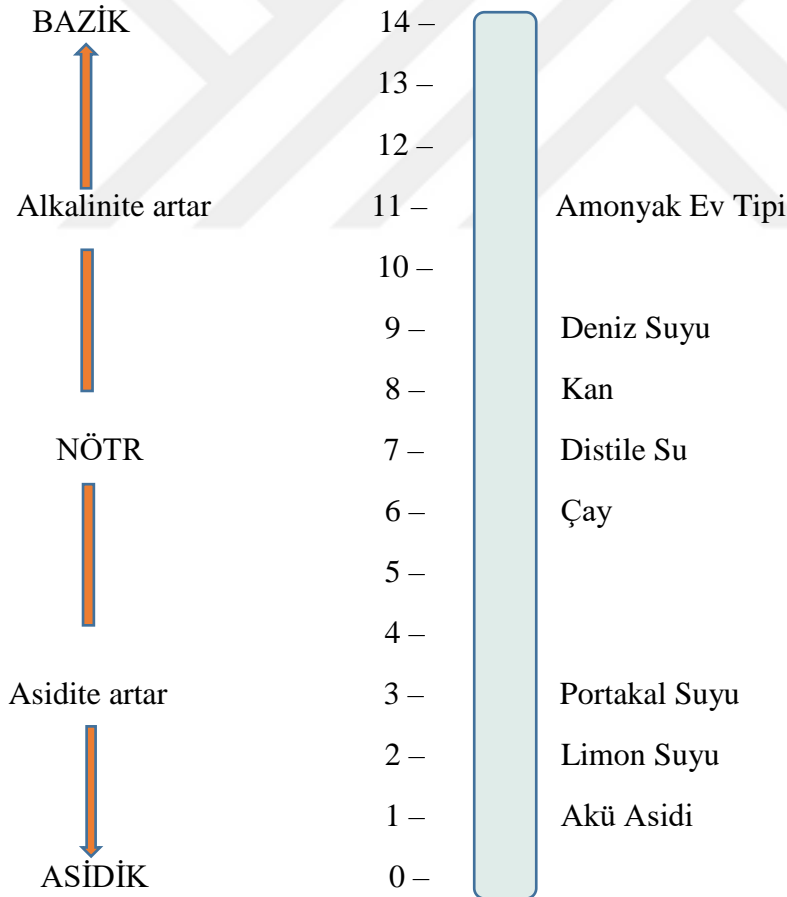
Hidrojen iyonlarının suda aktivitesini veya konsantrasyonunu temsil eden, 0-14 arasında sayısal değerle adlandırılan bir parametredir (Vıgıl 2003).

Aşağıda yer alan Şekil 2.11’de pH Değerleri gösterilmektedir.

pH = 7.00 Nötr çözeltiler

pH < 7.00 Asidik çözeltiler

pH > 7.00 Bazik çözeltiler



Şekil 2.11. pH değerleri (Vıgıl 2003).

2.5.3. Renk

İçme suyu ideal olarak renkli ve partiküllü maddeleri içermemelidir. Sudaki çözünmüş organik maddeler özellikle hümik ve fulvik asitler rengin ana bileşenini oluşturur. Çoğu tüketici 15 Pt-Co (Platin-Kobalt) gerçek renk biriminin üzerindeki renkleri tespit edebilir. Çok renkli suların değeri dezenfeksiyon sırasında oluşan yan ürünlerin de göstergesi olabilir (Unicef 2008).

Sudaki çözünmüş organik maddeler rengin bileşenini oluşturduğu gibi ayrıca demir, mangan ve diğer ağır metallerde suyun rengini etkileyebilir. Endüstriyel deşarjlardan gelen tehlikeli maddeler de su kaynaklarının renginin değişimine sebep olur ve tehlikeli bir durumun olduğunun ilk göstergesi olabilir (WHO 2008).

2.5.4. Elektriksel iletkenlik (EC)

Suyun elektriksel iletkenliği, elektrik akımının iletme yeteneğinin bir ifadesidir. Bu özellik iyonik içeriği olan çözünmüş katı madde (TDS) konsantrasyonu ile ilgilidir. Yerüstü suları için Elektriksel İletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$) $\times 2/3 =$ Toplam Çözünmüş Katılar (mg/L) denklemi geçerli olacaktır (EPA 2001).

Toplam çözünmüş katı madde (TDS), içme suyunun içerisindeki tuzluluk ölçüsüdür. Bu oran $< 600 \text{ mg}/\text{L}$ olması iyi olduğunun göstergesidir. Çözünen iyonlar suyun elektriksel iletkenliğini (EC) artırır ve bu nedenle EC çözünmüş katı maddenin (TDS) bir belirteci olup santimetre başına mikroSiemens EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$) olarak gösterilir (WHO 2008).

2.5.5. Çözünmüş oksijen doygunluk oranı (DO)

Çözünmüş oksijenin, su içindeki çözünmüş halde bulunan oksijenin bir ifadesidir. Su içerisindeki canlıların yaşamları için oksijen önemli bir maddedir. Oksijen

çözünürlülüğü ile ilgili temel gereklilik suda yaşayan balık ömrü ile bağlantılı olarak ortaya çıkabilir (EPA 2001).

Oksjenin sudaki çözünürlülüğü sıcaklıkla ters orantılıdır. Çözünmüş Oksijen (DO)'nun konsantrasyonları genellikle sıcak mevsimlerde düşük seviyede olacaktır. Yerüstü sularında 760 mm Hg atmosfer basıncında havanın oksijen çözünürlülüğü 0°C'de 14,6 mg/L, 4°C'de 13,1 mg/L, 10°C'de 11,3 mg/L, 15 °C'de 10,2 mg/L ve 20°C'de 9,2 mg/L olup sıcaklık ile ters orantılı olduğu gözlemlenmiştir (EPA 2001).

2.5.6. Toplam askıda katı madde (AKM)

Doğal sularda ve atık sularda bulunan askıda veya çözünmüş haldeki maddeler katı maddelerdir. Filtre edilebilen katı maddeye çözünmüş katı madde, filtre edilemeyen katı maddeye ise askıda katı madde denir. Her ikisinin toplamına yani filtre edilebilen ve filtre edilemeyen katıların toplamına ise toplam katı madde denir. Sularda bulunan yüksek orandaki katı maddeler su kalitesini ve alıcı ortamı olumsuz etkiler. Bu ortamlarda çökelmelere ve dip çamuru oluşmasına sebep olur ve içme suyu olarak kullanılamazlar. Nehir kirlenmesi kontrol çalışmalarında bu maddeler dikkate alınır. Suyun yumuşatma işleminde seçilecek yöntemi belirlemede katı madde miktarı önemlidir (Akçadağ 2014).

2.5.7. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

Suda bulunan organik materyali, kimyasal olarak oksitlemek için kullanılan oksijen miktarı ve numunedeki organik madde miktarının dolaylı bir ölçüsü olarak tanımlayabiliriz. Endüstriyel ve evsel atıksuların kirlilik derecesini yani içeriğindeki organik miktarını gösteren en önemli parametreden biridir (Vıgıl 2003).

Organik karbonu CO₂ ve H₂O'ya oksitlemek için gereken oksijen miktarı olup, organik kimyasalların bazıları KOİ değildir. Kimyasal oksijen ihtiyacı sülfürik asit ve gümüş varlığında Potasyum dikromat ile oksidasyon yolu ile ölçümü sağlanır. Bu test sırasında

sülfidler ve Fe^{+2} indirgenmiş maddeler de oksitlenerek KOİ'ye dahil edilir. Ayrıca bu sırada indirgenmiş azot formları amonyak bileşiklerine, nitritler de nitrat bileşiklerine dönüşür (Sawyer and McCarty 1978).

KOİ değeri, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı'ndan (BOİ) farklı olarak biyolojik yollarla ayrışmayan bazı maddeleri yani organik bileşikleri de içerebilmektedir. Bu sebeple KOİ değeri BOİ değerinden yüksektir. Örnek verecek olursak 500 mg/L Fenol (C_6H_6O) çözeltisi;



$$KOİ = (7 \times 32 / 94) \times 500 \text{ mg/L} = 1191,5 \text{ mg/L}$$

Kimyasal Oksijen ihtiyacınının Biyolojik Oksijen İhtiyacı ile ilişkisi ise;

$$KOİ = BOİ / 0,92$$

$$BOİ = 1191,5 \times 0,92 = 1096,18 \text{ mg/L olarak bulunur (Bitton 1997).}$$

2.5.8. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅)

Su kaynağına organik madde bulaştığında sudaki mikroorganizmalar bu maddeleri parçalamak için harekete geçer ve parçalama işlemi sırasında sudaki çözünmüş oksijeni kullanırlar. Bu sırada suya karbonlu ve azotlu bileşikler bulaşacaktır. Bu işlem aerobik bir işlem olacaktır. Aerobik şartlar altında, ayrışabilen organik maddelerin parçalanması sırasında bakteriler tarafından sarf edilen oksijen miktarı BOİ olarak tanımlanır (EPA 2001).

Kimyasal ve biyolojik olarak atık deşarjlarda su üzerindeki etkilerini belirlemek için çeşitli testler yapılır. Atıksudaki çözünmüş oksijen miktarı biyolojik etkiden

kaynaklandığı için Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı testi yapılır. Bu test sırasında karanlıkta, 20°C’de ve 5 günlük inkübasyon sonucunda numunede okside edilebilir maddenin parçalanmasında bakterinin kullanmış olduğu oksijen seviyesi ölçülür ve BOİ₅ olarak gösterilir (EPA 2001).

2.5.9. Koku

İçme ve kullanma sularında koku var ise tüketici için tiksineye neden olacaktır. Bilindiği üzere koku ve tad birbiriyle ilişkilidir. Yerüstü suları yüksek oranda organik kirlilik taşıyor ise ortamda bulunan anaerobik mikroorganizmalar, sülfatın indirgenmesi ile oluşturduğu hidrojen sülfür gazı kokuya neden olacaktır. Hatta nehir yataklarına çöken katı maddeler de zamanla çürüyerek sülfür kokusunun yükselmesine sebep olur (EPA 2001).

2.5.10. Toplam azot (TN)

Bitkiler ve hayvanlar için esas besin maddesi olan toplam azot, su kütlelerinde yaygın olarak kullanılan azot türlerinden Amonyak (NH₃-N), Nitrat (NO₃-N), Nitrit (NO₂-N) ve Organik azotların toplamını teşkil eder.

$$\text{TN: NH}_3\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N} + \text{Organik Azot}$$

Su kütlelerinde bulunan aşırı miktardaki azot çeşitli bitkilerin ömrünü ve organizmaları etkiler. Doğada bulunan azot kimyasal olarak mikroorganizmaların çevrimi sayesinde suya ve toprağa karışmaktadır. Dolaylı olarak insana kadar ulaşmakta ve insan artıklarıyla da doğaya dönerek bu çevrimi tamamlamaktadır (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

Endüstriyel atıklar, hayvan gübreler, zirai ilaçlar, atıksu arıtım tesislerin deşarjları gibi değişik şekilde su kaynaklarına karışan azot bileşikleri mikroorganizmalar tarafından

amonyağa dönüşme, nitrifikasyon ve denitrifikasyon gibi olaylar sudaki oksijen miktarının azalmasına ve bu dönüşümün olmasına zemin hazırlayarak yerüstü suların kirlenmesine sebep olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

2.5.11. Toplam Kjeldahl azotu (TKN)

Amonyak azotu ile organik azotun toplamı bize toplam kjeldahl azotunu verir. Kjeldahl analizinde sudaki organik azot parçalanarak amonyağa dönüştürülür ve suda yer alan amonyak azotu ile ölçülerek Toplam Kjeldahl Azotu bulunur. TKN ile $\text{NH}_3\text{-N}$ arasındaki fark bizlere organik azotu verir.

$$\text{TKN: } \text{NH}_3\text{-N} + \text{Organik Azot}$$

$$\text{Organik Azot: } \text{TKN} - \text{NH}_3\text{-N}$$

Toplam Azot ile Toplam Kjeldahl Azotu birbirine karıştırılmakta olup, nitrat ve nitrit azotlarının yer aldığı unutulmamalıdır. Eğer suda nitrat ve nitrit yok ise Toplam Azot ve Toplam Kjeldahl Azotu birbirine eşit olur (Anonim 2019).

2.5.12. Nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$)

Nitrat çevrede doğal olarak bulunan ve bir besin maddesidir. Azot döngüsünün bir parçasıdır. Tarımda kullanılan inorganik azotlu gübrelerin aşırı kullanılması ile yerüstü ve yeraltı sularına ulaşarak kirlenmeye sebep olmaktadır. Sularda bulunan nitrat mineral kaynaklı olması dışında büyük kısmı organik ve inorganik kaynaklıdır. Sulardaki nitrat hayvansal ve bitkisel atıkların içerdiği protein ayrışması sırasında çıkan amonyağın oksitlenmesi, azotun doğrudan azot oksitlere yükseltgenmesi ve bu oksitlerin sudaki reaksiyonlarından kaynaklanır (WHO 2008).

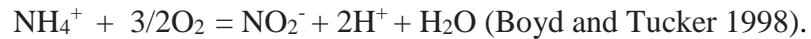
Nitratların nitrite dönüşümü sağlık üzerinde olumsuz etkisi vardır. Nitrit kırmızı kan hücrelerinde hemoglobin ile reaksiyonu sonucu oksijeni sıkıca bağlayan ve bırakmadığından, oksijen taşınmasını bloke ettiği için bebeklerde methaemoglobinaemia (mavi bebek sendromu) sebep olur (WHO 2008).

2.5.13. Nitrit azotu (NO₂⁻-N)

Azot bileşiklerinden nitrit, son derece kararsız bir azot formu olup ortamda nitrifikasyon veya denitrifikasyon reaksiyonlarının gerçekleşmekte olduğunu gösterir. Temiz sularda bulunmaz veya eser düzeyde bulunur. Kararsız bir ara ürün olduğundan ortamda birikim yapmaz, hemen nitrat iyonuna dönüşür. Nitritin nitrate dönüşümü nitrobakteriler sayesinde olur (Boyd and Tucker 1998).



Nitrifikasyon bakterileri, inorganik azot bileşiklerinin oksidasyonundan metabolik enerji elde eder ve hücre bileşenlerinin karbon dioksitten sentezi için karbon elde eder. Bu fotosentetik olmayan karbon fiksasyonu örneğidir. Nitrifikasyonda ilk adım, amonyumun nitrite oksitlenmesidir. Bu reaksiyon esas olarak Nitrosomonas bakterisi türleri tarafından gerçekleştirilir.



2.5.14. Amonyak azotu (NH₃-N)

Amonyak toprakta ve yerüstü sularında bulunan azotlu organik ve inorganik maddelerin parçalanmasından, sudaki azot gazının mikroorganizmalar tarafından indirgenmesinden kaynaklanır. Amonyak, örneğin kağıt üretimi gerçekleştiren endüstrilerin atıksularında, evsel atık suların desarjı ile tarımda kullanılan aşırı gübrelerin yerüstü sularına ulaşması sonucu sularda toksik etki yapar (Chapman and Kimstach 1996).

Sulu çözeltilerde iyonize edilmemiş amonyak, amonyum iyonu ile dengede bulunur. Amonyak kolloidal parçacıklar ve metal iyonları ile bileşikler oluşturur. Sulu çözeltilerde, toplam amonyak ve iyonize olmayan amonyağın konsantrasyonu sıcaklığa ve pH'a bağlı olarak amonyum ile denge halinde bulunur (Chapman and Kimstach 1996).

Yeraltı suları ile yerüstü sularındaki oranı genellikle 0,2 mg/L seviyesinin altındadır. Anaerobik aktivitelerin olduğu zemin sularında 3 mg/L üstünde olabilmektedir. Yoğun hayvansal yetiştiriciliğin olduğu bölgelerdeki yüzey sularında yüksek seviyelere ulaşabilmektedir. Amonyak dezenfeksiyon verimini etkileyebilmekte, dağıtım şebekelerinde nitrit halinde bulunmakta, filtrelerle yapılan mangan giderimini etkilemekte ve tad, koku gibi problemlere neden olmaktadır (WHO 2008).

2.5.15. Amonyum azotu (NH₄⁺-N)

Amonyum, akarsu ve göllerdeki bitkiler, algler ve bakteriler için çok önemli azot kaynağıdır, sulara çok düşük miktarlarda bulunur ve çok çabuk form değiştirir. Amonyak azotu, yüksek alkali sular (pH>9) dışında sulara iyonik formu olan amonyum (NH₄⁺-N) şeklinde bulunur (Wetzel and Likens 2000).

Akuatik sistemlerde iyonlaşmamış amonyağın (NH₃), iyonlaşmış amonyağa (NH₄⁺) oranı, suyun pH ve sıcaklığına bağlı olup, sıcaklık ve pH yükseldikçe toksik amonyak (NH₃) miktarı artar, suyun tuzluluğu arttıkça düşer (Trussel 1972).

2.5.16. Toplam organik karbon (TOK)

Organik karbon tatlı sulara canlı yaşamdan kaynaklanmakta olup bitkilerin fotosentez sonucu ve atık maddelerin bir bileşeni olarak kendini göstermektedir. Sudaki toplam organik madde, evsel ve endüstriyel deşarjlar gibi kirlilik sebebi olanların bir sonucu olarak ortaya çıkabilir.

Toplam organik karbon, çözülmüş ve çözünemeyen kısımdan oluştuğundan dolayı nehirlerde askıda katı maddelerin dalgalanmasından etkilenir. Organik karbonu belirlemek için çeşitli yöntemler kullanılır. Bu yöntemler oksidasyon ilkesine dayanır. Numune içerisinde bulunan organik karbonlar yanma reaksiyonundan geçirilerek karbondioksit ve suya dönüşür. Çözülmüş organik karbon miktarı bulunur (Chapman and Kimstach 1996).

2.5.17. Toplam fosfor (P)

Toplam fosfor, çözelti içerisinde bulunan organik fosforları da içeren çözülmüş ve süzülebilir fosforları içerir. Toplam fosfor konsantrasyonu, yüzey sularında su kalitesi parametreleriyle bağlantılı olduğundan ana çevreyi etkileyerek alg büyümesi ve klorofil gibi parametrelerin olmasını sağlayan etken maddelerden biridir. Organik fosfor türlerinden bazıları reaktif olmadığından fosfat analizleri ile tespit edilemeyebilir bundan dolayı fosfor türleri, tespit edilmesi için kimyasal reaksiyonla çözünür ortofosfata dönüştürülür. Ortamdaki fosfor ve fosfor içeren bileşiklerin taşınması, fosfor döngüsü tarafından tetiklenir. Fosfor döngüsü, birincil olarak fosforun canlı organizmalar tarafından alınmasından kaynaklanır. Fosfor ve fosfor bileşikleri canlı organizmalar için enerji taşıyıcı görevini görür. Organizma öldüğünde, fosfor başka bir organizma tarafından alındığı toprağa ve suya geri verilir (Bellingham 2009).

Fosfor, geri kazanılmış suda ağırlıklı olarak organik P ve inorganik ortofosfat olarak bulunmaktadır (Sedlak 1991).

Yüzeysel sularda önemli bir kirlilik göstergesi olan fosfor, doğal suların verimliliğini etkileyen en önemli besleyici mineral ve ötrofikasyonun oluşmasındaki en temel elementtir. Organik maddelerin bozunması, tarımsal gübrelerin, endüstriyel ve evsel atıkların su ortamına deşarj edilmesi ile yüzeysel sulara karışmakta olduğundan plankton ve alglerin oluşmasını sağlamaktadır (Harper 1992).

2.5.18. Orto-Fosfat fosforu (o-PO₄-P)

Fosfor, sularda çeşitli fosfat türleri şeklinde bulunur. Canlı protoplazmanın yaklaşık %2'sini teşkil eder. Fosfor yetersizliği özellikle fotosentezle üretim yapan ototrof canlıların büyümelerini sınırlayıcı etkisi olduğundan dolayı heterotrof canlıların da gelişmesini engelleyici etkiye sahiptir. Bu sebeplerden dolayı sularda yeterli fosfor'un bulunmaması suda bulunan canlıların büyümesini sınırlayıcı etki yapar (Atay ve Pulatsü 2000).

Yüzeysel sularda ve göllerde çözülmüş organik fosfat, çözülmüş inorganik fosfat ve organik partiküller fosfat olarak bulunurlar. Orto-fosfat fosforu (o-PO₄⁻³-P), kirlilik girdisi olmayan e yani evsel ve endüstriyel atıkların, hayvansal gübrelerin bulaşmadığı nehirlerde 0,005-0,05 mg/L aralığında bulunur (Koukal et al. 2004).

2.5.19. Nitrat (NO₃⁻)

Nitrat (NO₃⁻), amonyağın oksidasyonundan kaynaklanan inorganik azot formudur. İçme suyunda 10 mg/L den fazla oranda bulunuyorsa bebeklerde solunum sıkıntısı yaşatabilir. Nitrat laboratuvar hayvanlarında kansere neden olduğu bulunulmuştur (Vıgıl 2003).

Nitrat iyonu, çevrede doğal sularda azotun en çok rastlanılan şekliendir. Nitrat anaerobik şartlarda denitrifikasyon işlemiyle nitrite indirgenir. Nitrit iyonu da hızlı bir şekilde oksitlenerek nitrat iyonuna dönüşür. Nitratlar genellikle volkanik kayalardan, nitratlı tarım ilaçlarından, hayvansal gübrelerden, kanalizasyon yani evsel ve endüstriyel atıklardan yüzeysel sulara karışabilir (WHO 2008).

2.5.20. Florür (F⁻)

Florür iz element olduğundan küçük miktarlarda meydana gelirler ancak sağlık açısından büyük rol oynarlar ve düşük miktarları bile sağlığı büyük ölçüde etkiler. Yeryüzünün üst tabakasındaki bazı florür bileşikleri suda oldukça iyi çözüldükleri için, florür hem yüzey sularında hem de yeraltı sularında bulunmaktadır (WHO 1984).

Vücuttaki florürün yaklaşık %90'ı kemiklerde ve dişlerde bulunmaktadır. Florür, diş çürümesinin başlamasına neden olan asitlere karşı diş minesinin öz direncini artırır ve diş çürümelerini %40–50 kadar azaltır. Florür diş macunu, diş tozu, gargara ve ek vitaminler gibi bazı tüketim ürünlerine sık sık ilave edilmektedir. İçme sularında bulunması gereken florür miktarı 0,5-1,5 mg/L oranları arasındadır. Bu oran 0,5 mg/L'den aşağı seviyeye düşerse diş, kemik metabolizmasında önemli ölçüde bozukluklara yol açabilir. Florürün aşırı alımlarında, diş minesinin yüzey düzgünlüğünün bozulduğu ve sarıdan kahverengiye varan noktacıkların ortaya çıktığı görülür. Florür konsantrasyonu 2,4 mg/L'yi aştığında 4 yaşın altındaki çocuklar, florür derecesinin uygunluğunun bilindiği başka su kaynağından yada ters osmoz arıtma işleminden geçmiş bir sudan içmelidirler (Dursun vd 2005).

2.5.21. Sülfat (SO₄²⁻)

Sülfatlar birçok mineralde doğal olarak bulunur ve ticari olarak daha çok kimya endüstrisinde kullanımı vardır. Genellikle en yüksek seviyeleri yeraltı sularında ortaya çıkması doğal kaynaklardan geldiğinin bir göstergesidir. Sülfat bileşikleri, çeşitli reaksiyonlar sonucunda suda toksite, koku ve korozyon etkisi yaptığı için önemli kirleticiler durumundadır. Genel olarak içme suyundan, havadan ve yiyeceklerden alınan ortalama sülfat alımı 500 mg'dır. Yapılan deneysel çalışmalarda vücuda 1000-1200 mg/L sülfat alınımı müshil etkisi yapmış fakat kilo kaybı etkisi yapmamıştır (WHO 2008).

2.5.22. Klorür (Cl)

Klorür tüm doğal sularda bulunur. İçme sularına, evsel ve endüstriyel deşarjlardan karışmaktadır. Kanalizasyon sistemlerinde fazla miktarda klorür rastlanmaktadır. Deniz suyunda en fazla 35 000 mg/L klorür içermektedir. Genellikle 250 mg/L üzerindeki tat tuzlu olarak algılanır (EPA 2001).

Yüksek konsantrasyonlarda klorür, suya tuzlu bir tat bırakır. Klorür anyonu için tat eşikleri ilişkili katyona bağlıdır. Sodyum, potasyum ve kalsiyum için 200-300 mg/L aralığında olması ve 250 mg/L üzerindeki klorür konsantrasyonu tadı algılanması fark edilebilir ve bu değer arttıkça suyun tadındaki değişim belirginleşir (WHO 2008).

2.5.23. Yağ ve Gres

Endüstriyel ve evsel atıksular, rafineriler, oto bakım ve benzin istasyonları, et işleme tesisleri ve yemek yerleri, dere ıslah çalışmalarında iş makinalarından sızan atıklar belli oranlarda yağ ve gres içermektedir. Atıksulardan alıcı ortama geçen yağ gres göl, akarsu ve denizlerde suyun yüzeyini kaplayarak kirlilik yaratır ve atmosferden suya oksijenin geçişini yani çözünürlülüğünü güçleştirerek sudaki yaşamı etkileyebilir (Şengül ve Müezzinoğlu 1997).

2.5.24. Anyonik yüzey aktif maddeler (MMAM)

Sümfaktanlar bir diğer ismiyle yüzey aktif maddeler, atıksu arıtımında yağları ve metalleri emilsülfiye ederek köpükleştiği için önemlidir. Anyonik yüzey aktif madde Metilen mavisi aktif maddeler (MBAS) yöntemi ile belirlenir (Alley 2006).

Yüzey aktif maddeler deterjanların ana maddesi olup suyun ıslatıcı ve daha iyi bir temizleme özelliğini sağlar. Bunlar hava, kir, yağ gibi maddelerin ara yüzeylerinde yoğunlaşır. Bu tür yapılar bir kısmı suya karşı güçlü bir polar özellik gösterirken diğer

son kısmı hidrokarbon grubu oluşturur. Bu özelliklerinden dolayı sabunun yerine temizlik malzemesi olarak kullanılırlar ve sert sularda bile etkilerini gösterirler. Sentetik deterjan olarak da yer alan bu yapıların içeriğinde sodyum sülfat, sodyum silikat, sodyum pirofosfat gibi maddeler sayılabilir (Manahan 2000).

2.5.25. Siyanür (CN⁻)

Siyanür, ölümcül zehirli bir madde olup, zayıf bir asit olan HCN olarak suda bulunur. Uçucu hidrojen siyanür (HCN) çok zehirlidir (Manahan 2000).

Siyanür bileşikleri, galvanik endüstrisi, metal işleme, çinko, gümüş, altın kaplama banyoları, bakır üretimi, petrokimya tesisleri, makine yağları üretimi sırasında atıksularla tatlı sulara karışır. Canlı organizmaya giren siyanür grubu iyonlar, enzimler ile birleşerek öldürücü etki yapar. Siyanürün toksititesi özelliklerine bağlıdır. Örnek verecek olursak; kurşun, çinko ve kadmiyum gibi metallerle oluşan kompleksler aşırı derece toksik, bakır kompleksleri daha az toksik, kobalt ve demir kompleksleri zayıf toksiklerdir (Chapman and Kimstach 1996).

Sıcak mevsimler de sularda biyokimyasal oksidasyonlar olduğundan siyanür konsantrasyonları düşüşe geçer. Özellikle siyanürün iyonik formları asılı maddeler ve alt çökeltiler tarafından kolayca emilir. İçme sularına ve insani kullanıma yönelik sularda siyanür konsantrasyonları sınırlıdır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) içme suyunda maksimum 0,07 mg/L siyanür konsantrasyonu bulunmasını söyler (Chapman and Kimstach 1996).

2.5.26. Sülfür (S⁻²)

Kükürt, sularda az miktarda sülfür S⁻² halinde bulunur. Organik madde bakımından fazla olan bir ortamda oksijen ve nitrat bulunmuyorsa anaerobik bakteriler sülfat iyonunu parçalayarak oksijeninden yararlanırlar. Bu sırada sülfat içerisindeki kükürt sülfür haline indirgenir.

Kükürt, evsel ve endüstriyel deşarjlardan, maden ocaklarından gelen sulardan, tarım alanlarında kükürlü gübreler içeren atıksulardan, atmosferden, fosil ve katı atıkların yakılmasından yüzeysel sulara karışmaktadır (Şengül ve Müezzinoğlu 1997).

2.5.27. Fenoller (C₆H₅OH)

Fenoller, zayıf asidik özelliklere sahip, alkol olmayan, kimyasal formülü C₆H₅OH olan ve aromatik halkaya bir yada daha fazla hidroksil grubunun bağlandığı aromatik bileşiklerdir. Fenol ve türevleri zehirli ve tehlikeli organik kirleticilerdir. Bu kirliliğe sebep olan endüstriyel atıklar; demir, çelik, kömür, petrol, metalürji, plastik, deri, tekstil, patlayıcı, boya, fotoğraf, ilaç, pestisit, kereste ve kağıt olarak sayılabilir. Bu kirlilik suların tadını bozar ve kansorejen etki yapar (EPA 2001).

2.5.28. Hidrokarbonlar

Hidrokarbonlar, petrol ürünleri, yağ ve gres gibi benzer maddelerin ürünlerinden kaynaklandığı söylenebilir. Sulara önlemsiz petrol deşarjlarından karışırlar. Oksijenin havada suya geçişini engelleyerek sudaki yaşamı zora sokarlar. Borularda tıkanmalara neden olurlar. Bitki ve hayvan yaşamlarının bozulmasına, tat, koku problemlerine ve birçok benzer probleme de neden olurlar (EPA 2001).

2.5.29. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH)

Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar kısacası PAH diye adlandırılan tipik olarak organik bileşiklerin yanmasından kaynaklanan karmaşık organik bileşiklerdir. Kanserojenik etkiye sahip olan bu maddeler enstrümental tekniklerle belirlenir. Bunlar aromatik bileşikler olarak birden fazla halka içerdiğinden Polisiklik veya poliaromatik olarak adlandırılır. PAH ifadesi birçok farklı bileşiği ifade etme de kullanılabilir olsa da çeşitli özelleşmiş bileşiklerinden bazıları; floranten, benzo (b) floranten, benzo (a) piren, benzo (ghi) perilen, benzo (k) floranten ve indeno (1,2,3) piren olarak örnek verilebilir (EPA 2001).

2.5.30. Toplam pestisit

Pestisitler, böcekler, hayvanlar, mikroorganizmalar, yabancı otlar ve diğer zararlıların ölmesini sağlayan biyolojik olarak aktif, toksik kimyasallardır. Pestisitler tarih boyunca değişim süreci yaşayarak günümüze kadar çok çeşitli kimyasal türleri gelmiştir. Bu türler havaya, toprağa, suya ve yiyeceklere karışmaktadır. Havaya püskürtülmesi sonucunda havadaki akıma, sıcaklığa bağlı olarak toz partiküllere tutunarak sürüklenmektedir. Buradan toprak katmanlarına, su kütlelerine ve yiyeceklere kadar ulaşmaktadır. Dolaylı olarak canlılara ve insanlara kadar katlanarak gelmektedir (Güler ve Çobanoğlu 1997a).

Pestisitlerin oldukça farklı kimyasal yapı ve özelliklerine sahip bileşikleri vardır. Bazıları;

İnsektisitler: Böcek öldürücüler (karıncalar, böcekler, tırtıllar)

Herbisitler: Ot öldürücüler (yabancı otlar, bitkiler, yosunlar)

Fungisitler: Mantar öldürücüler (bitkisel hastalık mantarları)

Akarisitler: Akar öldürücüler (keneler, halı ve toz böcekleri)

Rodentisitler: Fare gibi kemirici öldürücüler.

Pisisitler: Balık öldürücüler

Avisitler: Kuş Öldürücüler

Mollusitler: Yumuşakça öldürücüler

Nematisitler: Topraktaki segmentsiz kurtlar

Pestisitler, canlılar üzerinde ciddi sorunlara yol açmaktadır. Genetik problemlere, kanser, doğum sakatlıklarına, nörotosisite ve davranışsal bozukluklara, üreme sıkıntılarına sebep olmaktadır (Güler ve Çobanoğlu 1997a).

2.5.31. Alüminyum (Al)

Yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerden biri olmasına rağmen suda az bulunurlar. Suda sınır değeri aştığında renk değişimine sebep olurlar. Alüminyum tuzları içme suyu arıtma tesislerinde rengin ve bulanıklığın giderilmesi için koagülant (çöktürücü) olarak kullanılmaktadır.

Alüminyum iyonu, organik madde, sülfat ve florür ile kuvvetli kompleks iyonlar oluşturmasından dolayı bazı suların yapısında yüksek konsantrasyonda bulunurlar (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

2.5.32. Demir (Fe)

Demir yer kabuğunda en fazla bulunan elementlerden biridir. Doğal sularda az bulunması demek hızlı çöküp sudan ayrılmasıdır. Suda iki değerlilikli ferro ve üç değerlilikli ferri olarak bulunur.

Ferro demir kararlı iyon olmadığı için oksijen ile reaksiyona girerek demir üç hidroksit halinde çökerek sudan ayrılır (Güler ve Çobanoğlu 1997b).



İnsanların özellikle kanında bulunan alyuvarların yapısında yani hemoglobinin fonksiyonel bir parçasıdır. İnsan vücudunda en fazla demir miktarı karaciğerde, yaklaşık olarak vücudun 6 da 1 oranında bulunmaktadır (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

Doğal kaynak sularında 0,5-50 mg/L arasında bulunan demir elementi, arıtma tesislerinde koagülant (çöktürücü) olarak kullanılan demir tuzları içme suların da bulunmasına neden olabilir (WHO 2008).

2.5.33. Mangan (Mn)

Mangan, demirle beraber yaygın olarak toprakta ve yeraltı suyunda da bulunmaktadır. Demir ve manganın beraberce bulunması zararlı olabilmektedir. Bu nedenle oldukça düşük sınırlar getirilmektedir (EPA 2001).

Manganın suda bulunması endüstri sularında demir elementi gibi boruların tıkanmasına ve korozyon etki yapmasına, bazı bakterilerin de çoğalmasına neden olmaktadır. Mangan sularında 0,5 mg/L'den fazla olması suya kötü lezzet verir. Endüstride manganlı suların artırılması gerekmektedir (Öktem ve Aksoy 2014).

2.5.34. Selenyum (Se)

Selenyum elementi insanlar ve hayvanlar için biyolojik olarak gereksinim olduğu halde fazlası toksik etki yapar. Selenyum kimyasal katalizör, fotoğrafik donanımlarda ve işlemlerde, elektronik parçalarda bulunabilir. Endüstriyel kökenli olabilir (Anonim 2019).

Selenyum doğada nadir bulunan elementlerdendir. Sularda selenyum elementine yüksek oranda rastlanırsa endüstriyel kaynaklı olduğu söylenebilir. Selenyum fazlası insan ve hayvan vücudunda fazla birikerek zehir etkisi gösterebilir. Sülfür elementine benzediği için dokularda proteinin yapısındaki sülfürün yerine geçer ve kanserojenik etki yapabilmektedir (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

2.5.35. Bakır (Cu)

Bakır elementi insanlar için toksik özellik göstermemekle birlikte, tıbbi müdahalelerde 20 mg/L'ye kadar ulaşan dozlarda kullanılmaktadır. İçme sularında 1mg/L konsantrasyonlarında bulunması suda keskin bir tat oluşturmaktadır (EPA 2001).

Bakır elementi, alüminyum ve çinko gibi boruların korozyonunu arttırmakla birlikte, çamaşırlarda leke yapıcı özelliğe sahiptir. İnsan metabolizmasında bakır elementi, eritrosit oluşumunda doku demirinin serbest bırakılmasında önemli rol oynadığı bilinmektedir. Fazlası zararlıdır. Dokuların iltihaplanmasına, damar hastalıklarına ve merkezi sinir sistemi hastalıklarına yol açabilir (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

2.5.36. Çinko (Zn)

Çinko elementi doğada bol miktarda bulunan elementlerden biridir. En çok bulunan minerali sfalerit (ZnS) dir. Doğal sularda musluk sularına nazaran daha az bulunmaktadır. Sebebi ise musluk boruların çinko yapılarından kaynaklandığından dolayıdır. Çinko hem insan hem de hayvanlar için gerekli esansiyel elementlerin başında gelir. Et ve süt ürünleri, baklagiller çinko bakımından zengindir. Çinko insanlarda en fazla pankreas organında bulunur. İnsülin pankreasta çinko elementi olarak depolanır. Çinko zehirli olmamakla birlikte fazlalığında kusma etkisi görülür (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

2.5.37. Bor (B)

Bor elementi doğal sularda bulunan eser elementlerden biri olup, temizlik maddelerinden ve diğer maddelerden karışabilir. Sulama sularında 1-2 mg/L'den fazla bulunması ürünler için tehlikeli olmaktadır (EPA 2001).

Ayrıca nikel arıtımında, çeşitli metallerin işleme banyolarında da kullanılan borik asit deterjan üretiminde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Yüksek konsantrasyonlarında beyin, kalp, karaciğer üzerinde etki yapar ve kemiklerde biriktiği gözlemlenmiştir (Şengül ve Müezzinoğlu 1997b).

Volkanik kaynaklı arazilerde ve sıcak su kaynaklarında bor oranı yüksektir. Bunun dışında boratların deterjan olarak kullanıldığı yerlerde de yüksektir. Sularda borun en büyük etkisi tarım üzerinde görülmektedir (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

2.5.38. Kobalt (Co)

Kobalt cevherlerde bulunan bir element olup suda bulunma kaynağı endüstriyel deşarjlardır. Bu metalin bileşikleri tehlikeli sonuçlar doğurur (EPA 2001).

Kobalt insanlar için gerekli bir metal olması B12 vitamini içeren metal olduğundandır. Suda çözünen bu B12 vitamini kobalamin olarak ta adlandırılır. Bu vitamin enzimlerin yapısında, beyin ile sinir sistemi bağlantılarının çalışma düzenini sağlanmasında ve kan oluşumunda anahtar bir rol oynadığı bilinmektedir (Sigel et al. 2013).

2.5.39. Nikel (Ni)

Nikel genel olarak her yerde bulunabilir. Madenlerde işleme sonucu çevreye yayılan bu element nikel-krom kaplama endüstrisinde kullanılır. Bu elementin tuzlarının çoğu suda eridiği için çevreye bulaşma olasılığı kolay olur. Bazı alaşımlarda katalist olarak görev yaptığı için metal kaplamada yer alırlar (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

İçme sularında izin verilen konsantrasyon değeri düşüktür. Sucul yaşamlar üzerinde özellikle balıklar ve bitkiler üzerinde zararlı etkileri vardır (EPA 2001).

2.5.40. Arsenik (As)

Arsenik ağır metal olmasına rağmen sulara Anyonik olarak bulunurlar. Doğada sülfür ve oksit halinde Arsenat (AsO_4) ve arsenit (AsO_2) anyonik olarak bulunurlar. Arsenik maden ve metalürji sanayinden, arsenikli tarım ilaçları ile kimya sanayi artıkları ile ayrıca fosil yakıtların yakılması ile de çevreye karışır. Arsenik bileşiklerinin toksik etkisi bileşiğin kimyasal şekline, vücuda alınma miktarına, giriş yerine, süresine, yaş ve cinsiyete göre değişiklik gösterebilir (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

2.5.41. Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum elementi maden cevherlerinde bulunan, boya, plastik gibi endüstrilerin deşarjlarından suya karışan ve sudaki yaşam kalitesini bozan zararlı etkileri vardır. Kadmiyum çamur, humus gibi ve organik maddeler tarafından adsorbe edildikleri için balık ürünlerinden gıda zincirine geçerek dokularda birikirler. Bundan dolayı kronik eklem hastalıklarına, kanser ve hipertansiyon gibi hastalıklara neden olur (EPA 2001).

Kadmiyum hayvanlar ve insanlar için oldukça toksiktir ve yaygın olarak böbrek ve karaciğer organlarında birikme yaparak ölüme neden olabilir (Alley 2006).

2.5.42. Krom (Cr)

Krom toprakta, endüstriyel atıklarda ve maden cevherlerinde ağır metal olarak bulunur. Krom, zehirli sularda Cr^{+3} ve Cr^{+6} şeklinde çeşitli formlarda bulunur. Üç değerlikli Cr^{+3} , altı değerlikli Cr^{+6} dan daha az toksiktir. Krom bu iki değer arasında redüksiyon reaksiyonlara göre değerini değiştirebilir (Alley 2006).

Sularda kromat bileşikleri suyun kirlenmesi sonucunda oluşmakta olup, krom tuzları endüstriyel proseslerde çok fazla kullanılır. Özellikle metalik kaplamalarda, boya fabrikalarında, seramik ve kağıt endüstrisinde kullanılır. Biyolojik olarak sindirim ve solunum sistemlerine zararlı etkisi vardır (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

2.5.43. Kurşun (Pb)

Kurşun toprağın doğal elementlerinden biridir. Endüstriyel atıklardan ve su borularından kaynaklanan, boya, boru sanayi dallarında kullanılan yaygın ağır metalden biridir diyebiliriz (Güler ve Çobanoğlu 1997b).

Kurşun hayvan ve insan organlarında biriken ve zehirlenmeye yol açan bir element olup, Plumbism denilen merkezi sinir sistemini etkileyen bir hastalığa yol açmaktadır (Alley 2006).

Kurşun tarihten beri kullanılan ve bilinen en eski metallere biridir. Günümüz koşullarında atmosfere taşıtların kullanmış olduğu yakıtlardan salınmaktadır. Bu salınım dolaylı yollardan yetişen ürünlere geçerek besin zinciri yoluyla da insan bünyesine kadar ulaşmaktadır (WHO 2008).

2.5.44. Civa (Hg)

İz element kirliliği çoğunlukla çeşitli kaynaklardan kaynaklanabilir. Bunlardan biri de civa elementidir. Klor-alkali tesislerinde üretilen yani elektrolitik klor üretiminde, elektrikli cihazlarda hammadde olarak kullanılabilir. Metalin iyonik şekli ve en zehirli şeklidir (Chapman and Kimstach 1996).

Civa, endüstriyel atıklar yolu ile nehirlerle, denizlere bulaşarak içme sularına ve suda yaşayan canlılar özellikle balıklarda birikime yol açarak dolaylı yoldan insana kadar gelebilmektedir. Civa kimyasal değişikliğe uğrayarak civa metil formuna dönüşerek zehirlenmelere yol açar (WHO 2008).

2.5.45. Baryum (Ba)

Baryum, doğada bulunma şekli barit ($BaSO_4$) ve witherit ($BaCO_3$) mineralidir. Baryum tuzları boya sanayinde, patlayıcı maddelerin üretiminde kullanılmaktadır. İnsan beslenmesi için gerekli bir madde olmayıp, baryumun suda erimeyen şekilleri baryum sülfat gibi absorbesi güç olduğundan çok az toksisite etkisi vardır. Vücut içinde kalsiyum gibi bir yol izler ve hızlı bir şekilde vücuttan atılır (Güler ve Çobanoğlu 1997).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Numune Alınması

Numune alma işlemi en önemli basamaktır. Numune bölgeyi temsil etmesi için standartlara, prosedürlere ve talimatlara uygun hareket edilmesi gerekmektedir.

Numunelerin alındığı noktalar, su kalitesi açısından değerlendirildiği için çok önemli olup numune alım sırasında oluşacak olumsuzluklar asgari düzeye indirilmiştir. Alınacak numune kaplarının uygunluğu, aynı noktadan aynı yöntemle alınması, uygun hava şartlarında gerekli tedbirlerin alınarak numune alınacak noktaya ulaşımında özen gösterilmesi gibi etkenler değerlendirilerek hareket edilmiştir.

Numuneler, yapılacak analiz çeşidine göre hangi numune kabının kullanılması, ne kadar hacimde olması, koruma ve saklama koşulları (süre, asitlendirme, derece) gibi parametreler standartlara ve Devlet Su İşleri'nin yayınlamış olduğu "Numunelerin Kontrol, Kabul, Muhafaza Edilmesi ve Elden Çıkarılması Talimatı"na uygun hareket edilmiştir. Çizelge 3.1'de Numune alınması, korunması ve saklanması tablosu gösterilmektedir.

2016, 2017 ve 2018 yıllarında aylık olarak gerçekleştirilen çalışma da mevsim şartlarından dolayı numunelerin alınamadığı ve analiz işlemini gerçekleştirecek cihazların arızalı olduğu da olmuştur. Bu nedenle analiz işlemleri gerçekleştirilememiştir. Bu çalışma için; Gümüşhane İçme suyunu karşılayacak olan Bahçecik Barajını besleyen ve su arıtma tesisine beslenmesi düşünülen derelerden su numuneleri alınmıştır. Şenkale Deresi, Aktutan Göletini besleyen Kale Deresi ve Şöbet Deresi'nden numuneler aylık olarak alınmış ve alınan bu numunelerin analizleri Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'nde yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Numune alınması, korunması ve saklanması

Analiz	Numune Kabı	Birim Başına Numune Hacmi (mL)	Analizden Önce Koruma ve Saklama Koşulları
Sıcaklık	-	-	Arazi ortamında bakılmıştır.
pH	-	-	Arazi ortamında bakılmıştır.
EC	-	-	Arazi ortamında bakılmıştır.
DO	-	-	Arazi ortamında bakılmıştır.
Renk	Plastik veya Cam	300	Işıksız Ortam, 4±2°C'de, hava ile teması engellenerek muhafaza edilir.
AKM	Plastik veya Cam	100	Işıksız Ortam, 1-5°C'de, tercihen 4 saat, HNO ₃ ile pH 3±0,5 asitlendirme
KOİ	Plastik veya Cam	50	H ₂ SO ₄ ile pH≤2 asitlendirme
BOİ ₅	Plastik veya Cam	300	Işıksız Ortam, 4°C veya altında, 24 saat
Koku	-	-	-
Azot Grubu (TN, TKN, Organik Azot, NH ₃ -N, NH ₄ -N NO ₃ ⁻ -N, NO ₂ ⁻ -N)	Plastik veya Cam	50	4°C'de, 24 saat, H ₂ SO ₄ ile pH 1-2 asitlendirme
TOK	Plastik veya Cam	50	2-5°C'de, 7 gün içinde, H ₃ PO ₄ ile pH yaklaşık 2'ye ayarlama
Fosfat ve Fosforlar	Cam	50	4°C'de, 24 saat
CN ⁻	Plastik veya Cam	50	NaOH ile pH>12 ve ışıksız ve soğuk ortam
Anyonlar (Florür, Klorür, Sülfat)	Plastik veya Cam	50	Işıksız ortam, 2-8°C'de, 24 saat
Yağ ve Gres	Cam	1000	1:1 HCl veya 1:1 H ₂ SO ₄ ile pH<2 asitlendirme ve 4°C'de muhafaza
Sümfaktan (MMAM)	Cam	50	4°C'de, 24 saat
Fenoller	Amber Renk Cam	1000	4°C'de, 24 saat
Hidrokarbonlar	Amber Renk Cam	1000	4°C'de, 24 saat
PAH	Amber Renk Cam	1000	6N HCl ile pH≤2 olacak şekilde asitlendirme, 4°C'de, 24 saat
Pestisitler	Amber Renk Cam	1000	6N HCl ile pH≤2 olacak şekilde asitlendirme, 4°C'de, 24 saat
Ağır Metaller (Al, Fe, Mn, Se, Cu, Zn, B, Co, Ni, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Ba)	Plastik	250	4°C'de, 1:1 HNO ₃ ile pH 2'nin altına düşecek şekilde asitlendirme, 6 ay muhafaza (Fe ve Hg için 1 ay)

3.2. Analiz Çalışmaları

3.2.1. Sıcaklık tayini

Sıcaklık ölçümleri, arazide numune alım noktasında Şekil 3.1’de gösterilen WTW Multi 3420i marka sıcaklık, pH, DO ve EC metre ölçüm cihazıyla yapılmıştır. Çizelge 3.2’de yıllara göre sıcaklık ölçüm sonuçları (°C) verilmiştir. Numunenin sıcaklık ölçümü sırasında 3 kez ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır.

Çizelge 3.2. Yıllara göre sıcaklık ölçüm sonuçları (°C)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	4,00	3,10	6,60	7,00	7,00	4,60	-	-	-
Şubat	6,00	1,00	3,70	11,00	6,00	7,20	-	-	4,90
Mart	7,00	5,10	8,70	5,00	7,50	13,20	-	-	7,90
Nisan	14,00	9,00	10,30	13,00	10,90	12,30	9,00	7,10	9,10
Mayıs	16,00	11,60	14,60	16,80	13,20	17,40	13,00	8,00	11,00
Haziran	19,60	15,30	17,50	18,20	14,40	17,50	16,50	14,20	15,80
Temmuz	18,70	20,60	20,60	16,40	19,60	19,90	19,70	20,10	19,00
Ağustos	19,50	23,40	21,50	16,50	19,50	18,30	17,40	19,00	16,50
Eylül	17,90	19,60	16,80	14,90	17,40	16,90	13,30	16,20	14,50
Ekim	11,00	9,00	15,30	11,90	11,80	15,90	12,40	12,00	13,10
Kasım	7,60	7,20	5,00	8,20	10,10	7,00	8,50	5,20	6,30
Aralık	1,60	4,80	4,80	-	7,60	6,10	-	5,20	5,10

3.2.2. pH tayini

pH ölçümleri TS EN ISO 10523 standardının belirttiği şekilde, arazide numune alım noktasında Şekil 3.1’de gösterilen WTW Multi 3420i marka pH, EC, DO ölçüm cihazıyla yapılmıştır. Cihaz açılarak stabil hale gelmesi için 5 dakika beklenilmiştir. Kalibrasyon yapılmış ve doğrulama çözeltisi okutulmuştur. Doğruluğundan emin olduktan sonra numuneler okutulmuştur. Çizelge 3.3’de Yıllara göre pH ölçüm sonuçları verilmektedir. Her numunede 3 kez pH tayini yapılmış ve ortalamaları

alınmıştır. Ölçümler yapıldıktan sonra elektrot ucu saf su ile yıkayıp temizlenerek 3 mol/L'lik Potasyum Klorür çözeltisinde muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. WTW Multi 3420i marka pH, EC, DO ölçüm cihazı

Çizelge 3.3. Yıllara göre pH ölçüm sonuçları

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	8,27	7,60	8,67	8,45	8,41	7,58	-	-	-
Şubat	7,96	7,50	7,25	8,23	8,30	8,39	-	-	7,34
Mart	7,95	8,84	7,49	8,36	8,54	8,39	-	-	7,35
Nisan	8,35	7,81	7,70	8,48	8,12	8,23	7,63	7,22	7,26
Mayıs	8,18	7,24	7,65	8,44	8,36	8,27	7,29	7,30	7,34
Haziran	8,48	8,35	8,17	8,50	8,47	8,35	8,10	7,80	8,04
Temmuz	8,53	8,21	8,02	8,35	8,34	7,96	8,17	8,12	7,60
Ağustos	8,40	8,21	8,17	8,34	8,48	8,15	8,02	8,42	7,23
Eylül	8,49	7,92	8,01	8,28	8,19	8,13	7,92	8,19	8,12
Ekim	8,41	7,89	7,95	8,35	7,99	8,38	7,70	7,62	7,17
Kasım	8,45	7,86	7,21	8,43	8,20	8,23	7,86	7,43	7,30
Aralık	7,98	7,46	7,10	-	8,10	7,82	-	7,33	6,99

3.2.3. Elektriksel iletkenlik (EC) tayini

EC ölçümleri TS 9748 EN 27888 standardının belirttiği şekilde, arazide numune alım noktasında Şekil 3.1'de gösterilen WTW Multi 3420i marka pH, EC, DO ölçüm

cihazıyla yapılmıştır. Cihaz açılarak stabil hale gelmesi için 5 dakika beklenilmiştir. Cihaz 15 günde bir 0,01 mol/L'lik Potasyum Klorür çözeltisi kullanılarak kalibre edilmiştir. Çizelge 3.4'de Yıllara göre EC ölçüm sonuçları ($\mu\text{S}/\text{cm}$) verilmektedir. Her numunede 3 kez ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır. Her ölçüm yapıldığında saf su ile yıkanmış ve durulanmıştır.

Çizelge 3.4. Yıllara göre EC ölçüm sonuçları ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	308	319	417	448	426	287	-	-	-
Şubat	210	290	256	456	427	418	-	-	183
Mart	200	229	197	342	429	418	-	-	130
Nisan	234	209	302	318	372	399	104	112	142
Mayıs	236	168	193	308	363	431	113	128	134
Haziran	322	290	289	351	373	411	173	182	195
Temmuz	416	427	286	394	410	403	226	250	238
Ağustos	427	456	439	395	422	413	235	274	255
Eylül	422	437	425	424	316	419	250	261	276
Ekim	406	295	456	410	298	397	225	205	282
Kasım	423	465	236	420	420	420	225	258	214
Aralık	285	304	245	-	425	444	-	214	199

3.2.4. Çözünmüş oksijen doygunluk oranı (DO) tayini

Çözünmüş oksijen doygunluk ölçümleri TS EN ISO 5814 standardının belirttiği şekilde, arazide numune alım noktasında Şekil 3.1'de gösterilen WTW Multi 3420i marka pH, EC, DO ölçüm cihazıyla yapılmıştır. Cihaz açılarak stabil hale gelmesi için 5 dakika beklenilmiştir. Her ölçüm öncesi hava ile kalibrasyonu yapılmıştır. Çizelge 3.5'de Yıllara göre DO ölçüm sonuçları (%) verilmektedir. DO probu numuneye daldırılmadan önce her defasında saf su ile yıkanmış ve durulanmıştır. Her numunede 3 kez ölçüm yapılarak ortalamaları alınmıştır.

Çizelge 3.5. Yıllara göre DO ölçüm sonuçları (%)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	98,8	102,5	102,6	98,7	96,7	101,3	-	-	-
Şubat	99,3	104,1	101,2	99,3	106,0	105,5	-	-	104,4
Mart	98,5	101,0	100,7	98,0	109,6	106,7	-	-	99,8
Nisan	101,5	102,2	100,4	102,2	100,4	109,7	99,5	100,9	101,0
Mayıs	98,8	101,0	101,6	101,1	101,1	102,3	100,7	100,8	101,8
Haziran	100,7	99,2	100,6	97,4	99,7	101,1	99,1	101,6	102,3
Temmuz	100,2	102,6	101,5	100,0	102,2	112,4	98,0	102,8	100,5
Ağustos	100,5	102,9	101,6	98,5	103,2	103,1	98,0	107,1	96,6
Eylül	100,5	100,8	100,9	99,8	111,3	104,3	94,8	102,9	96,1
Ekim	97,1	100,4	103,8	97,9	103,1	105,9	93,4	98,3	99,4
Kasım	97,1	96,9	102,0	95,1	104,4	102,1	99,1	100,0	102,8
Aralık	97,2	99,7	100,3	-	100,4	100,0	-	102,8	100,7

3.2.5. Renk tayini

Renk tayini, laboratuvar ortamında Standart Metod SM 2120 C Spektrofotometrik Metod kullanılarak Şekil 3.2’de gösterilen Hach Lange 5000 UV-VİS spektrofotometre cihazı ile yapılmıştır.



Şekil 3.2. Hach Lange 5000 UV-VİS spektrofotometre cihazı

Suyun rengi için 50 ml’lik numune oda sıcaklığına getirilip, NaOH ve H₂SO₄ yardımı ile pH değeri 7,6’ya ayarlanmıştır. Askıda katı malzemeler içerisinde santrifüj yardımı

ile uzaklaştırılır. Sonra vakum sistemi yardımı ile gözenek çapı 40-60 μm . olan diskten 0,45 μm selülöz membran filtreden 250 ml. lik filtrasyon şişelerine süzülmüştür. Filtrasyon şişelerinde biriken numune 10 ml'lik absorpsiyon hücrelerine alınmıştır ve 400-700 nm dalga boyu spektral genişlikte okutma işlemi yapılmıştır. Çizelge 3.6'da Yıllara göre renk tayin sonuçları Pt-Co olarak verilmiştir (Rice et al. 2005).

Çizelge 3.6. Yıllara göre renk tayin sonuçları (Pt-Co)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	6,0	5,0	<2,5	<2,5	3,0	<2,5	-	-	-
Şubat	8,0	<2,5	<2,5	3,0	3,4	<2,5	-	-	<2,5
Mart	12,0	4,0	11,2	21,0	<2,5	<2,5	-	-	6,7
Nisan	5,0	<2,5	7,3	9,0	3,2	7,6	3,0	5,2	8,4
Mayıs	-	9,6	<2,5	-	8,3	5,0	-	8,1	5,6
Haziran	8,0	5,0	<2,5	6,0	14,2	7,9	5,0	9,0	2,7
Temmuz	3,0	4,1	<2,5	7,0	<2,5	2,6	22,0	14,5	<2,5
Ağustos	<2,5	4,9	<2,5	4,0	3,4	2,6	14,0	8,8	6,4
Eylül	16,0	2,8	14,7	12,0	3,2	15,2	68,0	3,1	11,7
Ekim	4,9	<2,5	12,1	<2,5	<2,5	-	<2,5	<2,5	2,8
Kasım	19,0	4,1	4,0	23,0	5,1	5,4	<2,5	<2,5	<2,5
Aralık	25,0	<2,5	<2,5	-	<2,5	<2,5	-	3,0	<2,5

Ölçülen en küçük renk tayin sınırı (dedeksiyon limiti) 2,5 Pt-Co'dır.

3.2.6. Toplam askıda katı madde (AKM) tayini

Askıda katı madde tayinleri laboratuvar ortamında TS EN 872 standardının belirttiği şekilde yapılmıştır. Numuneler oda sıcaklığına gelmesi için bekletilmiş olup cam elyaf süzgeçler yardımı ile süzülmüştür. Cam elyaf süzgeç kağıtları üzerinde bulunması muhtemel çözünebilir maddelerin uzaklaştırılması için en az 1 saat saf suda bekletilmiş ve 150 mL saf su ile ön yıkama işlemi yapılmıştır. Yıkanan bu süzgeçler $105\pm 2^\circ\text{C}$ 'de etüvden az 1 saat bekletilerek sabit tartıma getirilmesi için desikatörde soğutulmuştur. Sonra terazide tartım işlemi yapılmıştır. Daha sonra 100 mL numuneden alınmış ve sabit tartıma getirilmiş süzgeç kağıdından geçirilmiştir. Üzerinde kalıntılar bulunan süzgeç kağıdı tekrar suyun buharlaşması için $105\pm 2^\circ\text{C}$ 'de 4 saat bekletilmiştir ve

desikatörde soğutulup sabit tartıma getirildiğinden emin olduktan sonra tartılmıştır. Aşağıda Çizelge 3.7’de Yıllara göre AKM tayin sonuçları (mg/L) gösterilmektedir.

Çizelge 3.7. Yıllara göre AKM tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<2,0	4,0	<2,0	-	3,0	<2,0	-	-	-
Şubat	57,0	4,0	<2,0	6,0	6,0	<2,0	-	-	<2,0
Mart	<2,0	<2,0	<2,0	6,0	5,0	<2,0	-	-	7,0
Nisan	5,0	5,0	<2,0	<2,0	3,0	<2,0	10,0	4,0	<2,0
Mayıs	-	<2,0	<2,0	-	7,0	4,0	-	5,0	<2,0
Haziran	3,0	<2,0	3,0	27,0	6,0	3,0	9,0	14,0	<2,0
Temmuz	<2,0	<2,0	3,0	4,0	4,0	6,0	4,0	6,0	<2,0
Ağustos	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	4,0	<2,0	5,0	<2,0	<2,0
Eylül	<2,0	5,0	<2,0	<2,0	4,0	<2,0	9,0	5,0	<2,0
Ekim	<2,0	5,0	9,0	<2,0	8,0	-	<2,0	3,0	<2,0
Kasım	3,0	5,0	<2,0	3,0	6,0	<2,0	<2,0	3,0	<2,0
Aralık	3,0	<2,0	<2,0	-	4,0	<2,0	-	8,0	<2,0

Ölçülen en küçük askıda katı madde tayin sınırı (dedeksiyon limiti) 2,0 mg/L’dir.

3.2.7. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) tayini

Kimyasal oksijen ihtiyacı tayini ASTM D8084-17 standardının belirttiği şekilde yapılmıştır. Numunelerimiz 4°C’de, H₂SO₄ ile pH<2 olacak şekilde ayarlaması yapılır ve 50 ml’lik santrifüj tüplerine alınır. İçerisine daha önce hazırlamış olduğumuz <150 mg/L olan LiNO₃ elektrolit çözeltisinden numune hacmi kadar eklenir ve santrifüjlenir.



Şekil 3.3. Kimyasal oksijen ihtiyacı tayini cihazı

Sonra cihazda okuma işlemine geçilir. Şekil 3.3’de Kimyasal oksijen ihtiyacı tayini cihazında yer alan portlardan A portu numune koyma yeri, B portu blank yani elektrolit çözeltisi, W portu ise atık kısmını oluşturmaktadır. Okutma işlemi sırasında programdan işlem seçilerek başlatılır ve sonuçlar kaydedilir.

Çizelge 3.8’de Yıllara göre KOİ tayin sonuçları (mg/L) verilmektedir.

Ölçülen en küçük kimyasal oksijen ihtiyacı tayin sınırı (dedeksiyon limiti) 5,0 mg/L’dir.

Çizelge 3.8. Yıllara göre KOİ tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	10,10	<5,00	<5,00	-	5,10	<5,00	-	-	-
Şubat	6,12	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	-	-	<5,00
Mart	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	-	-	<5,00
Nisan	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00	5,88	<5,00
Mayıs	-	<5,00	25,00	-	<5,00	25,00	-	5,11	25,00
Haziran	<5,00	5,70	25,00	<5,00	5,72	25,00	<5,00	<5,00	25,00
Temmuz	<5,00	<5,00	25,00	6,30	<5,00	25,00	<5,00	6,70	25,00
Ağustos	<5,00	6,62	25,00	7,56	6,07	25,00	<5,00	7,28	25,00
Eylül	<5,00	7,16	25,00	<5,00	6,83	25,00	<5,00	<5,00	25,00
Ekim	<5,00	5,60	25,00	<5,00	<5,00	-	<5,00	9,40	25,00
Kasım	<5,00	10,20	25,00	<5,00	10,80	25,00	<5,00	5,80	25,00
Aralık	5,47	6,35	25,00	-	<5,00	25,00	-	6,02	25,00

3.2.8. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ₅) tayini

BOİ₅ tayini STMD 5210 standardının belirttiği şekilde yapılmıştır. Şekil 3.4'de Biyokimyasal oksijen ihtiyacı tayini cihazı'nda görüldüğü üzere numuneler ölçüm şişesine doldurulur. İçerisine glikoz/glutamik asit çözeltisinden koyulur. Şişelerin baş kısmına çıkacak karbondioksiti tutması için KOH peletlerinden konulur ve cihaza yerleştirilerek sıkıca baş kısmında kapatılır. Numune şişeleri içeren cihaz 20°C'de inkübatör içerisine yerleştirilir. Bu analiz 5 günlük inkübasyon süresi sonunda tamamlanmış ve Çizelge 3.9'da Yıllara göre BOİ₅ tayin sonuçları (mg/L) verilmiştir (Rice et al. 2005).

Çizelge 3.9. Yıllara göre BOİ₅ tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	1,00	1,00	4,00	10,46	1,00	4,00	-	-	-
Şubat	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	4,00	-	-	4,00
Mart	1,00	1,00	4,00	1,00	1,00	4,00	-	-	4,00
Nisan	2,00	1,20	4,00	3,00	1,80	4,00	2,00	1,00	4,00
Mayıs	-	1,00	4,00	-	1,00	4,00	-	1,00	4,00
Haziran	3,90	1,00	4,00	4,20	1,00	4,00	1,70	1,00	4,00
Temmuz	2,10	2,05	4,00	1,90	1,36	4,00	2,60	1,48	4,00
Ağustos	2,20	1,14	4,00	1,20	1,00	4,00	1,90	2,96	4,00
Eylül	1,30	3,42	4,00	1,70	3,08	4,00	2,70	1,00	4,00
Ekim	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00	-	1,00	9,10	4,00
Kasım	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00	4,00
Aralık	1,00	4,00	4,00	-	4,00	4,00	-	4,00	4,00



Şekil 3.4. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı tayini cihazı

3.2.9. Toplam azot (TN) ve toplam kjeldahl azotu (TKN) tayini

Toplam Azot, amonyak azotu, organik azot, nitrat azotu ve nitrit azotunun toplamından oluşmaktadır. Toplam Azot analizleri Hach Lange LCK 138 marka kit testleri kullanılarak yapılmıştır. Şekil 3.5’de Toplam Azot Tayini Kiti ve Termoreaktör gösterilmektedir. Spektrofotometre cihazında okutma işlemi yapılarak sonuçlar kaydedilmiştir. Sonra iyon kromatografi yöntemi ile belirlenen nitrit, nitrat ve amonyak azotu değerleri çıkarılarak yani hesaplama yapılarak Toplam Kjeldahl Azotu değerine ulaşılmıştır. Çizelge 3.10’da Yıllara göre TKN tayin sonuçları (mg/L) verilmektedir.

$$\text{TN} = \text{Organik Azot} + \text{NH}_3^+\text{-N} + \text{NO}_3^-\text{-N} + \text{NO}_2^-\text{-N}$$

$$\text{TKN} = \text{Organik Azot} + \text{NH}_3^+\text{-N olduğundan,}$$

$$\text{TKN} = \text{TN} - (\text{NO}_3^-\text{-N} + \text{NO}_2^-\text{-N}) \text{ şeklinde hesaplanmıştır (EPA 2001).}$$

Çizelge 3.10. Yıllara göre TKN tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	-	0,72	1,27	0,04	0,53	0,69	-	-	-
Şubat	-	0,45	0,78	-	0,90	0,50	-	-	0,61
Mart	-	0,78	1,13	-	0,68	0,50	-	-	0,50
Nisan	-	0,78	0,74	-	0,72	0,55	-	0,39	0,80
Mayıs	-	0,78	0,78	-	0,63	0,89	-	0,75	1,12
Haziran	0,90	0,78	0,88	0,61	1,07	0,55	0,79	0,89	0,52
Temmuz	0,94	0,78	0,78	0,50	0,53	0,50	0,77	0,73	0,78
Ağustos	0,98	1,22	1,10	0,44	1,63	0,72	0,83	1,48	0,78
Eylül	1,13	0,80	1,18	0,59	0,70	1,57	2,21	0,80	0,67
Ekim	0,95	0,90	1,98	0,79	1,00	-	0,67	1,60	0,78
Kasım	1,00	0,90	1,04	1,00	1,20	1,58	0,37	1,10	0,85
Aralık	0,86	1,38	0,77	-	1,45	0,64	-	0,80	0,56



Şekil 3.5. Toplam azot tayini kiti ve termoreaktör

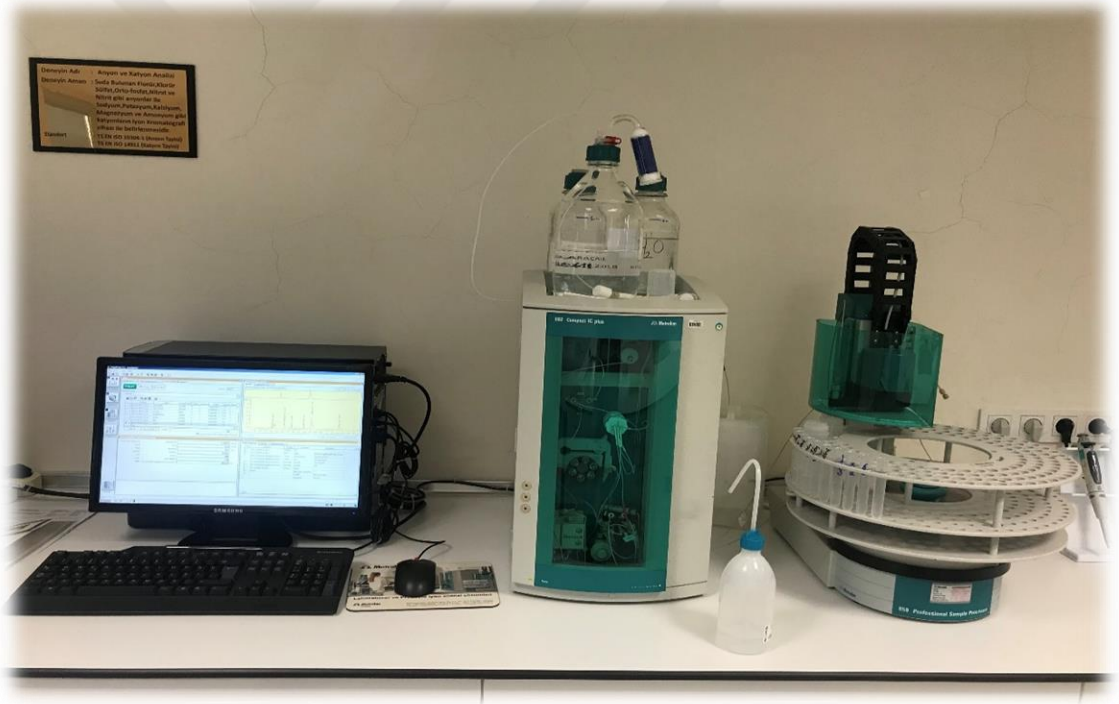
3.2.10. Anyonlar (NO_3^- , NO_3^- -N, NO_2^- , NO_2^- -N, o-PO_4^{-3} , F^- , SO_4^{-2} ve Cl^-) tayini

Anyon analizleri, TS EN ISO 10304-1 standardının öngördüğü şekilde yapılmıştır. Bu analizler yapılırken Şekil 3.6'da İyon kromatografi Cihazı (Anyon) Metrohm 882 Compact IC Plus marka cihaz kullanılmıştır. Kromatografi bir ayırma işlemi olup, biri hareketli faz diğeri durgun faz olmak üzere iki kısımdan oluşmuştur. Ayırma işlemi cihazın kolon kısmında meydana gelmektedir. Analizi yapılan numune ile dolgu maddesi arasında yani katı ile sıvı arasında iyonların değiştirildiği işlemidir. Bu işlem kolon kısmında bulunan iyon değiştirme reçineleri sayesinde gerçekleştirilir. Bu sistemde iletkenlik ölçme dedektörleri kullanılmaktadır. Hareketli fazın numuneler analizlenmeden önce taşıyıcı faz görevi göreceği olan ve cihaz iletkenliğini etkileyen eluent hazırlanır. Sodyum karbonat ve sodyum bikarbonattan belli oranlarda tartım yapılarak ultra saf su ile hazırlanır. Hazırlanan bu eluent cihazda kullanılır. Numune 0,45 μm 'lik filtre kağıdından geçirilerek tüplere yerleştirilir. Ayrıca cihazın kendinde bulunan ön filtrasyondan da numuneler geçmektedir. Cihazdaki pompa yardımı ile numune ve eluent, birlikte kolon kısmına taşınır. Ayırma işleminde iyon değişimi olduktan sonra, kalma zamanlarına göre detektöre sinyal gönderir ve ekran kısmında

kalma zamanlarına göre pik değerleri konsantrasyon cinsinden ppm (mg/L) olarak görülür. Numunelerden önce blank ve sertifikalı referans malzeme analizlenir. Böylece doğrulama işlemine görmüş olunuz.

Aşağıda izelge 3.11 Yıllara Göre NO₃⁻ Tayin Sonuçları (mg/L), izelge 3.12 Yıllara Göre F⁻ Tayin Sonuçları (mg/L), izelge 3.13 Yıllara Göre SO₄⁻² Tayin Sonuçları (mg/L), izelge 3.14 Yıllara Göre Cl⁻ Tayin Sonuçları (mg/L) tablolar halinde verilmektedir.

Bulmuş olduğumuz iyonların azotlu halleri hesap yöntemi ile yapılmıştır.



şekil 3.6. İyon kromatografi Cihazı (Anyon)

Çizelge 3.11. Yıllara göre NO₃⁻ tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<0,900	<0,900	<0,900	8,822	2,850	2,385	-	-	-
Şubat	4,012	2,352	<0,900	4,290	9,317	2,746	-	-	1,665
Mart	<0,900	<0,900	<0,900	3,686	2,055	7,910	-	-	2,206
Nisan	<0,900	<0,900	1,803	3,428	1,172	1,902	3,020	2,640	16,588
Mayıs	-	<0,900	<0,900	-	1,554	1,254	-	1,032	2,355
Haziran	<0,900	<0,900	<0,900	1,260	1,806	2,260	0,944	1,613	2,466
Temmuz	<0,900	<0,900	1,500	2,233	2,436	3,206	1,025	1,104	<0,900
Ağustos	<0,900	<0,900	1,243	2,840	2,173	3,621	<0,900	<0,900	<0,900
Eylül	<0,900	<0,900	<0,900	2,737	2,758	2,627	2,756	<0,900	1,360
Ekim	<0,900	1,987	<0,900	2,335	<0,900	-	1,473	1,753	<0,900
Kasım	<0,900	<0,900	<0,900	<0,900	1,911	2,300	2,936	3,741	1,096
Aralık	1,796	<0,900	<0,900	-	2,532	3,116	-	2,490	2,127

Çizelge 3.12. Yıllara göre F⁻ tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	0,255	0,630	0,130	0,603	1,160	0,110	-	-	-
Şubat	0,114	0,170	0,160	0,122	0,210	0,140	-	-	0,100
Mart	0,208	0,160	0,160	0,278	0,130	0,180	-	-	0,070
Nisan	0,193	0,150	0,170	0,181	0,110	0,120	0,225	0,100	0,400
Mayıs	-	0,140	0,050	-	0,120	0,050	-	0,090	0,110
Haziran	0,182	0,180	0,160	0,112	0,120	0,130	0,092	0,100	0,090
Temmuz	1,010	0,430	0,200	0,130	0,210	0,120	0,090	0,260	0,090
Ağustos	0,260	0,200	0,260	1,230	0,110	0,170	0,070	0,100	0,080
Eylül	0,220	0,710	0,260	0,120	0,580	0,160	0,480	0,280	0,060
Ekim	1,340	0,130	0,210	0,140	0,240	-	1,280	0,070	0,220
Kasım	0,184	0,190	0,140	0,104	0,300	0,130	0,114	0,110	0,080
Aralık	0,170	0,180	0,160	-	0,110	0,160	-	0,080	0,100

Çizelge 3.13. Yıllara göre SO₄⁻² tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	42,26	7,93	36,83	21,77	11,41	9,30	-	-	-
Şubat	5,53	39,00	35,80	10,94	12,02	11,34	-	-	23,42
Mart	23,74	28,78	25,34	10,05	9,98	12,57	-	-	13,08
Nisan	25,67	21,51	36,96	9,03	8,54	8,82	9,25	9,11	14,08
Mayıs	-	18,00	6,50	-	9,46	3,56	-	11,18	13,28
Haziran	40,35	30,74	27,98	10,46	9,22	9,74	14,81	14,62	16,40
Temmuz	64,64	56,97	39,94	10,24	14,64	10,38	15,67	16,73	17,39
Ağustos	65,33	50,71	51,80	19,30	9,76	11,81	14,89	16,23	16,77
Eylül	63,73	44,53	45,52	11,21	12,10	11,11	34,16	20,60	25,05
Ekim	66,02	10,96	54,66	16,59	71,53	-	38,10	25,02	27,21
Kasım	59,10	65,86	25,67	9,64	9,32	11,04	32,73	27,78	27,38
Aralık	37,43	43,74	27,92	-	10,33	13,33	-	26,84	25,06

Çizelge 3.14. Yıllara göre Cl⁻ tayin sonuçları (mg/L)

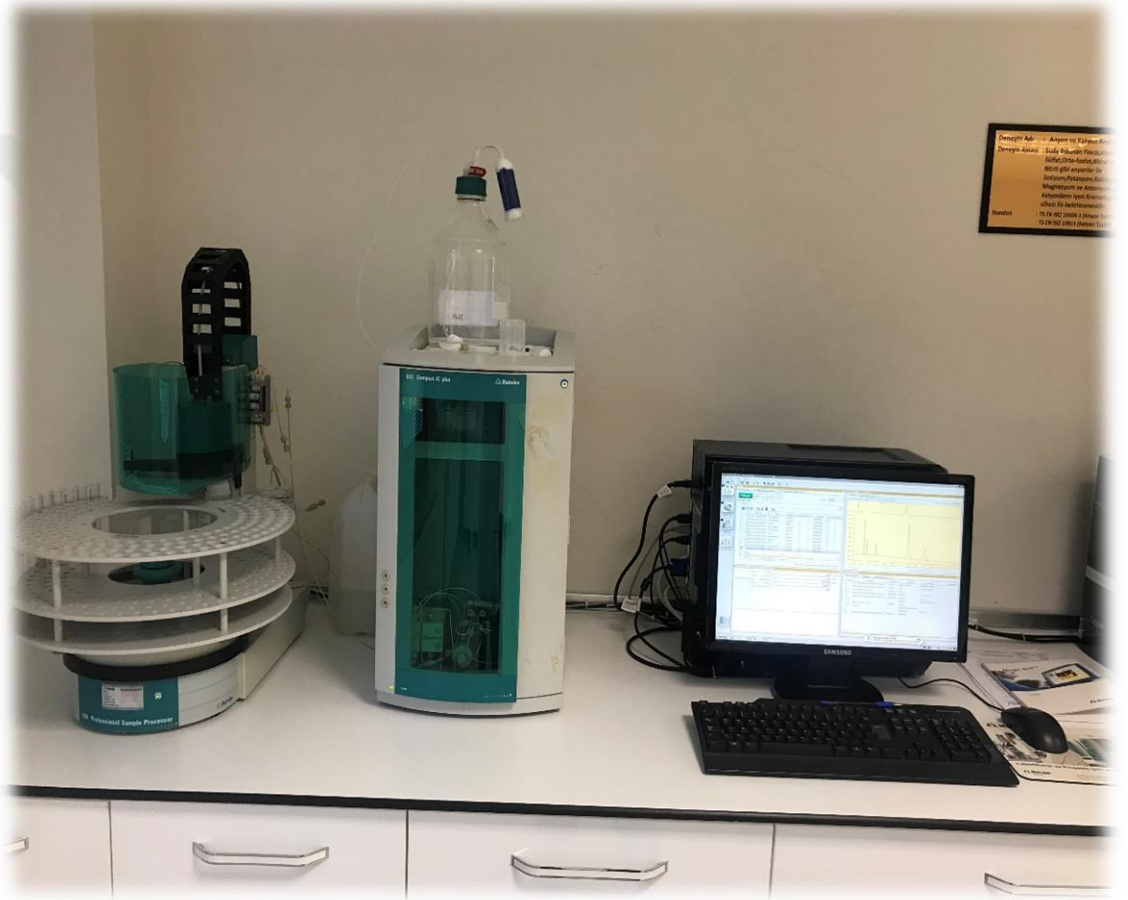
	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	3,40	6,55	<1,50	7,27	8,73	<1,50	-	-	-
Şubat	2,85	2,20	7,40	2,95	4,80	7,15	-	-	1,56
Mart	3,05	<1,50	7,50	4,32	<1,50	8,60	-	-	1,62
Nisan	3,59	<1,50	1,53	2,91	<1,50	<1,50	3,39	2,82	2,17
Mayıs	-	<1,50	3,42	-	<1,50	<1,50	-	<1,50	8,55
Haziran	6,50	<1,50	1,61	5,45	1,51	2,86	8,82	<1,50	6,15
Temmuz	44,85	3,93	3,41	3,00	4,20	2,09	8,66	3,03	1,62
Ağustos	5,61	<1,50	9,90	45,17	<1,50	6,86	1,23	<1,50	<1,50
Eylül	7,24	3,48	8,11	5,17	4,46	6,27	50,70	3,90	6,38
Ekim	51,77	4,78	5,50	27,76	2,85	-	47,56	1,51	8,75
Kasım	2,20	<1,50	2,03	3,26	1,88	8,05	24,92	4,08	1,61
Aralık	7,85	3,62	3,18	-	2,40	9,68	-	2,14	9,28

3.2.11. Katyonlar (NH₄, NH₄-N, NH₃-N) tayini

Kasyon analizleri, TS EN ISO 14911 standardının öngördüğü şekilde yapılmıştır. Bu analizler yapılırken Şekil 3.7’de İyon kromatografi Cihazı (Kasyon) Metrohm 882 Compact IC Plus cihazı kullanılmıştır. Bu işlemde anyon kısmında anlatılan sistemin aynısı olup yalnızca hareketli faz kısmı eluent içeriğine pyridine katılarak ultra saf su ile

hazırlanır. Numune 0,45 μm 'lik filtre kağıdından geçirilerek tüplere yerleştirilir. Numunelerden önce blank ve doğrulama işlemini görmek için sertifikalı referans malzeme analizlenir.

Aşağıda Çizelge 3.15 Yıllara Göre $\text{NH}_3\text{-N}$ Tayin Sonuçları (mg/L) verilmektedir.



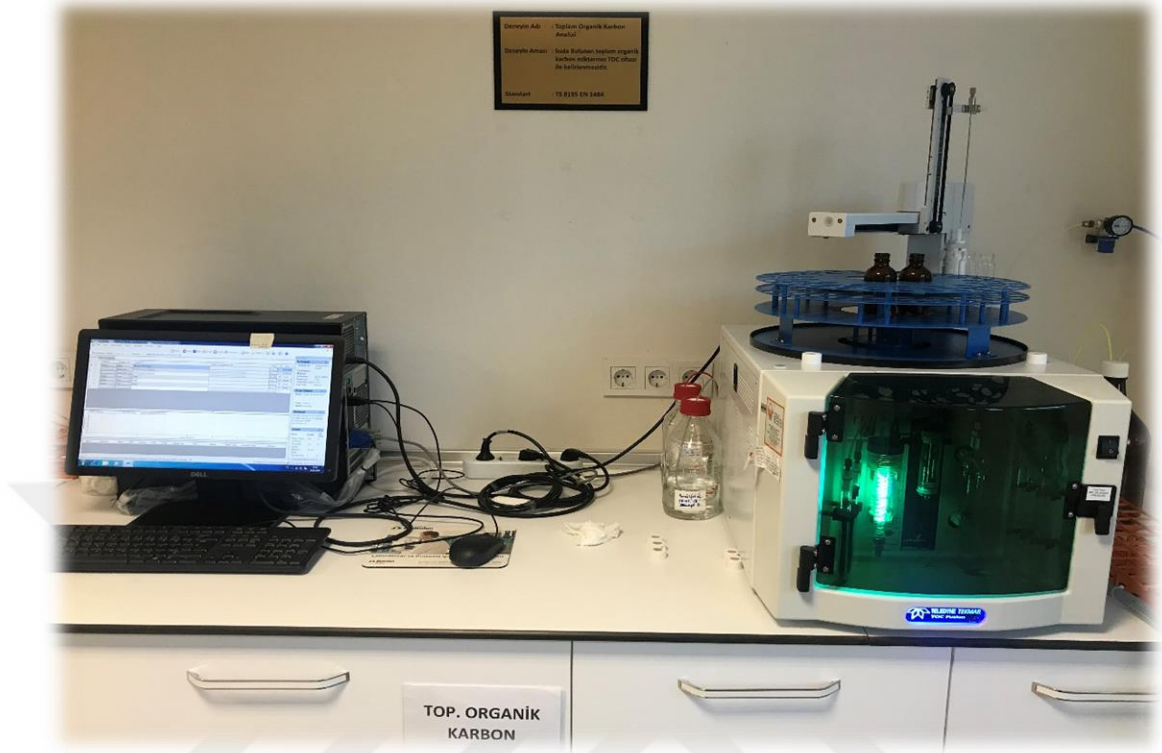
Şekil 3.7. İyon kromatografi cihazı (Katyon)

Çizelge 3.15. Yıllara göre NH₃-N tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<0,05	0,33	0,17	<0,05	0,23	0,20	-	-	-
Şubat	<0,05	0,33	0,35	<0,05	0,34	0,24	-	-	0,36
Mart	<0,05	0,52	0,37	<0,05	0,48	0,30	-	-	0,31
Nisan	<0,05	0,50	0,08	<0,05	0,57	0,05	<0,05	0,10	0,06
Mayıs	-	0,55	0,07	-	0,37	0,15	-	0,70	0,22
Haziran	0,08	0,70	0,81	0,11	0,70	0,52	0,07	0,66	0,27
Temmuz	<0,05	0,35	0,35	<0,05	0,48	0,17	0,08	0,24	0,25
Ağustos	<0,05	1,14	1,08	<0,05	1,58	0,70	<0,05	1,40	0,17
Eylül	0,06	0,54	1,17	0,08	0,55	1,50	<0,05	0,68	0,34
Ekim	0,09	0,85	1,84	0,06	0,96	-	0,08	1,50	0,58
Kasım	<0,05	0,50	1,00	<0,05	1,08	1,51	0,05	1,00	0,78
Aralık	0,09	1,34	0,55	-	1,43	0,63	-	0,70	0,23

3.2.12. Toplam organik karbon (TOK) tayini

Toplam organik madde tayinleri TS 8195 EN 1484 standardının belirttiği şekilde yapılmıştır. Bu analizler yapılırken Teledyne Tekmar marka Şekil 3.8'de görülen Toplam Organik Karbon Tayin Cihazı kullanılmıştır. Analizde önce asitlendirme ve karbonsuz bir inert gazla fokurdama yapılarak ortamdaki inorganik karbon uzaklaştırılıp kalan karbon TOK olarak verilir. Cihazın sudaki organik karbonun ölçümünü yapabilmesi için UV ışını ve persülfat oksidasyon tekniği ile karbon içeren yapılar CO₂'ye yükseltgenir yani karbonlu bileşiklerin uygun yöntemle yakılması ile CO₂ açığa çıkar. Ardından NDIR (dispersif olmayan kızılötesi) dedektörde ölçümü gerçekleştirilir. Çizelge 3.16'da Yıllara göre TOK tayin sonuçları (mg/L) verilmektedir. Numune ölçümleri yapılmadan önce cihaz analize hazır hale getirilir. Çözeltiler hazırlanır, cihaz bağlantıları yapılır. Yüksek saflıkta azot taşıyıcı gaz olarak kullanılması için gaz bağlantısı kontrol edilir ve açılır. Numuneler şişesine alınır ve analize verilir.



Şekil 3.8. Toplam organik karbon tayin cihazı

Çizelge 3.16. Yıllara göre TOK tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	1,00	5,07	0,91	2,00	4,49	0,61	-	-	-
Şubat	1,59	2,69	1,02	1,22	4,08	0,53	-	-	1,10
Mart	1,65	3,67	1,44	2,20	3,60	0,69	-	-	1,61
Nisan	1,62	3,79	1,03	1,68	4,21	0,64	1,67	4,11	1,26
Mayıs	-	4,45	-	-	4,61	-	-	3,84	-
Haziran	2,52	5,62	-	2,80	5,67	-	3,02	4,62	-
Temmuz	3,35	4,78	-	6,13	4,02	-	3,40	4,08	0,95
Ağustos	2,86	5,71	1,31	7,03	5,58	0,65	4,43	6,08	2,78
Eylül	3,11	5,51	-	3,22	5,59	-	5,36	4,25	-
Ekim	2,81	5,31	1,09	2,54	4,34	-	3,16	7,63	1,26
Kasım	2,37	6,23	1,73	2,41	6,82	1,31	2,62	5,19	1,23
Aralık	4,68	4,70	1,69	-	4,34	1,07	-	2,67	1,71

3.2.13. Toplam fosfor (P) ve reaktif fosfor (o-PO₄⁻³) tayini

Toplam Fosfor analizleri tayini TS 7889 standardının belirtildiği şekilde yapılmıştır. Toplam fosfor, ortofosfat, pirofosfat, metafosfat ve polifosfatlar gibi inorganik ve organik fosfor bileşiklerinin toplamını oluşturur.

Numuneden 100 ml alıp içerisinde 4 mL Amonyum molibdat çözeltisi ve 0,5 mL Kalay II Klorür çözeltisi ilave edilir. Fosfat derişimine göre renk mavileşir. Bekletilip 690 nm dalga boyunda spektrofotometre cihazında okutma işlemi yapılmaktadır ve Çizelge 3.17'de Yıllara göre o-PO₄⁻³ tayin sonuçları (mg/L) verilmektedir.

$$\text{Toplam fosfat (PO}_4 \text{ cinsinden), mg/mL} = \text{Ortofosfat (mg)} \times 1000 / \text{Numune (mL)}$$

şeklinde bağıntı ile toplam fosfatı bulabiliriz.

Toplam fosfat sonucunu yaklaşık 0,33 ile çarptığımızda toplam fosfora geçiş yapmış oluruz.

Çizelge 3.17. Yıllara göre o-PO₄⁻³ tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	-	0,082	<0,01	-	0,083	<0,01	-	-	-
Şubat	-	<0,01	0,033	-	<0,01	<0,01	-	-	0,010
Mart	-	<0,01	0,01	-	<0,01	<0,01	-	-	<0,01
Nisan	-	<0,01	<0,01	-	0,010	<0,01	-	0,010	<0,01
Mayıs	-	<0,01	0,010	-	0,013	<0,01	-	0,016	0,30
Haziran	-	<0,01	0,020	0,041	0,436	0,010	0,046	0,033	<0,01
Temmuz	0,078	<0,01	<0,01	0,052	0,016	<0,01	0,057	0,013	<0,01
Ağustos	0,088	<0,01	0,010	0,065	0,010	<0,01	0,042	0,013	<0,01
Eylül	0,043	0,013	0,030	<0,01	<0,01	0,013	<0,01	<0,01	-
Ekim	0,042	<0,01	0,010	<0,01	<0,01	-	0,070	<0,01	<0,01
Kasım	0,053	<0,01	<0,01	0,041	<0,01	<0,01	0,054	<0,01	<0,01
Aralık	0,043	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01

3.2.14. Yağ ve gres tayini

Yağ ve Gres tayini STMD 5520 standardının belirttiği şekilde yapılmıştır. Bu analiz yapılırken Wilks Intracal 2 cihazı kullanılarak yapılmıştır. Şekil 3.9'da Yağ ve Gres Tayin Cihazı ve düzeneği verilmektedir. Analiz sırasında 1000 mL numune alınarak ayırma hunilerine konulur. Üzerine 15 mL S-316 kimyasalı konulur ve orbital shaker cihazında 2 dakika boyunca çalkalanır. İşlemden sonra alınıp düzenekte 5 dakika bekletilir, faz ayrımı gerçekleşir ve balon jöjeye süzülür. Süzülen kısım alt kısımdır. İşlem 3 kez yapılır. Bu süre zarfında balon jöjeye süzülen kısım S-316 ile 50 ml'ye tamamlanır ve karıştırılır. Homojen karışım sağlandıktan sonra cihazın küvet kısmına alınır ve cihazda okutma işlemi yapılır (Rice at al. 2005).

Aşağıda Çizelge 3.18'de Yıllara göre Yağ ve Gres tayin sonuçları (mg/L) verilmektedir.



Şekil 3.9. Yağ ve gres tayin cihazı ve düzeneği

Çizelge 3.18. Yıllara göre yağ ve gres tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	-
Şubat	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	0,29
Mart	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-	0,26
Nisan	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,25
Mayıs	-	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	<0,20
Haziran	-	0,20	<0,20	-	<0,20	<0,20	0,20	0,20	<0,20
Temmuz	-	<0,20	<0,20	-	<0,20	<0,20	0,21	<0,20	<0,20
Ağustos	0,27	0,20	<0,20	<0,20	0,30	0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Eylül	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,30	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Ekim	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Kasım	1,78	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
Aralık	<0,20	<0,20	<0,20	-	<0,20	<0,20	1,34	<0,20	<0,20

3.2.15. Anyonik yüzey aktif maddeler (MMAM) ve fenoller (C₆H₅OH) tayini

Anyonik yüzey aktif maddeler tayini TS EN ISO 16265-2 standardının ve Fenoller tayini TS 6227 ISO 6439 standardının belirttiği şekilde yapılmıştır. Her iki analiz ise Skalar marka Şekil 3.10'da görülen Otoanalizör Cihazı (MMAM ve Fenol Tayini Cihazı) kullanılarak yapılmıştır. Cihazın sisteminde ayrı hatlar yer almaktadır. Hatların her biri hangi parametre bakılacaksa o parametrenin kendi kimyasalını içermektedir. Cihaz açıldıktan sonra fenol için sıcaklık 135°C'ye gelmesi beklenir. Sıcaklığa ulaştıktan sonra ilgili standartları ve numuneler otosampler kısmına yerleştirilir ve çift iğnesi yardımı ile numuneden çekme yapılır. Her bir iğne farklı hattı oluşturmaktadır. Bu numuneler peristaltik pompa yardımı ile hat boyunca ilerler ve karışım yapıldığı yere kadar gelir. Hat içinde diğer kısımdan da ilgili kimyasal gelir örneğin metilen mavisi anyonik sürfaktanlar için kullanılır. Sonra ayırma kısmına gider ve ayırma işlemi belli süre zarfında ilgili kimyasal sayesinde parametrenin ayrılmasını sağlar ve dedektör sayesinde okuma işlemi yapılır. Fenol tayini ise ısıtıcı kısmında yakıldıktan sonra dedektör kısmına gider ve okuma işlemi yapılır. Sonuçlar kaydedilir. Aşağıda Çizelge 3.19'da Yıllara göre MMAM tayin sonuçları (mg/L) ve Çizelge 3.20'de Yıllara göre Fenol tayin sonuçları (mg/L) verilmektedir.



Şekil 3.10. Otoanalizör cihazı (MMAM ve Fenol Tayini Cihazı)

Çizelge 3.19. Yıllara göre MMAM tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	-	<0,02	<0,02	2,00	<0,02	<0,02	-	-	-
Şubat	-	<0,02	0,03	-	<0,02	<0,02	-	-	0,03
Mart	-	0,03	0,08	-	0,05	0,08	-	-	0,03
Nisan	-	<0,02	0,06	-	0,03	<0,02	-	-	0,05
Mayıs	-	<0,02	0,02	-	<0,02	0,02	-	<0,02	<0,02
Haziran	0,05	<0,02	0,02	0,05	<0,02	0,04	<0,05	<0,02	0,03
Temmuz	0,17	<0,02	0,05	0,06	<0,02	0,03	<0,02	<0,02	0,06
Ağustos	0,03	<0,02	0,10	0,03	<0,02	0,10	0,02	<0,02	0,20
Eylül	<0,02	<0,02	0,20	<0,02	<0,02	0,20	<0,02	<0,02	0,10
Ekim	<0,02	<0,02	0,20	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	0,20
Kasım	0,28	<0,02	0,20	0,26	<0,02	0,30	0,31	<0,02	0,20
Aralık	0,20	<0,02	0,10	-	<0,02	0,30	-	<0,02	0,10

Çizelge 3.20. Yıllara göre fenol tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	-	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	-	-	-
Şubat	-	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	-	-	<0,001
Mart	-	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	-	-	<0,001
Nisan	-	0,020	<0,001	-	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001
Mayıs	-	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001
Haziran	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,331	<0,001	<0,001
Temmuz	0,040	<0,001	0,006	0,040	<0,001	0,006	0,030	<0,001	0,002
Ağustos	0,020	<0,001	0,010	0,020	<0,001	0,010	<0,001	<0,001	0,006
Eylül	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Ekim	0,020	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	-	0,020	<0,001	0,004
Kasım	0,020	<0,001	0,002	0,020	<0,001	<0,001	0,040	<0,001	0,006
Aralık	<0,001	<0,001	0,001	-	<0,001	0,007	-	<0,001	0,040

3.2.16. Siyanür (CN⁻) tayini

CN⁻ analizi Şekil 3.11'de Siyanür tayini için kit testi, Hach Lange LCK 315 kullanılarak yapılmıştır. Numuneden 1mL alınıp kitin talimatında belirttiği gibi küçük şişenin içerisine konular ve üzerine 1mL kimyasalı eklenir. 3 dakika boyunca elle çalkalanır ve spektrofotometre cihazında okutma işlemi yapılır. Çizelge 3.21'de Yıllara göre CN⁻ tayin sonuçları (mg/L) verilmektedir.

Ölçülebilecek en düşük konsantrasyon 0,01 mg/L, en yüksek 0,60 mg/L'dir.



Şekil 3.11. Siyanür tayini için kit testi

Çizelge 3.21. Yıllara göre CN⁻ tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-	-	<0,01
Şubat	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-	-	<0,01
Mart	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-	-	<0,01
Nisan	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01
Mayıs	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	0,02
Haziran	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Temmuz	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Ağustos	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Eylül	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01
Ekim	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01
Kasım	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Aralık	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01

3.2.17. Hidrokarbonlar tayini

Hidrokarbonların analizi TS EN ISO 9377-2 standardının belirttiği şekilde DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol (TAKK) Dairesi Başkanlığı laboratuvarında Agilent 7890A GC-MS (gaz kromatografi-kütle spektrometresi) cihazı ile yapılmıştır. GC-MS cihazında ayrılan maddeler MS dedektör sistemi ile tayini gerçekleştirir. Gaz kromatografisi, hareketli fazın inert gaz, sabit fazın ise bir kolon içinde katı veya sıvı olduğu ayırma sistemidir. Aşağıda Çizelge 3.22’de Yıllara göre Hidrokarbonların tayin sonuçları (mg/L) verilmektedir. Hidrokarbonlar bu laboratuvara gönderilmeden önce Şekil 3.12’de görüldüğü üzere Hidrokarbon Ekstraksiyon düzeneği ve Rotary Evaporatör Cihazı kullanılarak zenginleştirme işlemi yapılmıştır. Zenginleştirme işleminde 900 ml numune alınır ve üzerine 45 ml n-heptan, 5ml RTW çözültisi (20 mg n-tetrakontane bir 1 L balon jodede n-heptanla içinde çözülür. 20 µl n-Decane ilave edilir, iyice karıştırılır ve n-heptan ile 1 L’ye tamamlanır) konularak manyetik karıştırıcısında 30 dakika süreyle karıştırılır. İşlemden sonra fazların birbirinden ayrılması için ayırma hunisine konular ve 15-20 dakika beklenir. Üstteki organik faz alınır alttaki atılır. Bu faz ince ayırma kolonuna alınır. Alınmadan önce bu kolonun içine cam yünü, cam yünü üzerine 2’şer gram florasil ve sodyum sülfat ilave edilir. Faz üzerine dökülür ve üzerinden geçmesi beklenir. Sonra ayırma kolonu 10 mL n-heptan ile yıkanır. Özüt balona alınır ve bu balon rotary evaporatöre 6 mL kalana kadar

zenginleştirilir. Ekstrakt bir tüpe alınarak azot evaporatöründe 1ml altına kadar deriştirilir ve n-heptan ile 1ml'ye tamamlanarak işlem bitirilir.



Şekil 3.12. Hidrokarbon ekstraksiyon düzeneği ve Rotary Evaporatör Cihazı

Çizelge 3.22. Yıllara göre hidrokarbonların tayin sonuçları (mg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<0,11	1,11	<0,11	<0,11	0,70	-	-	-	-
Şubat	-	<0,11	<0,11	-	<0,11	<0,11	-	-	<0,11
Mart	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	-	-	<0,11
Nisan	-	<0,11	<0,11	-	<0,11	<0,11	-	<0,11	<0,11
Mayıs	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11
Haziran	0,12	<0,11	<0,11	0,11	<0,11	<0,11	0,11	<0,11	<0,11
Temmuz	0,13	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	<0,11	-	<0,11
Ağustos	<0,11	-	<0,11	<0,11	-	<0,11	<0,11	-	<0,11
Eylül	0,26	-	<0,11	0,17	-	<0,11	0,44	-	<0,11
Ekim	<0,11	-	-	<0,11	-	-	<0,11	-	-
Kasım	<0,11	-	0,89	<0,11	-	0,91	0,24	-	0,81
Aralık	0,79	-	1,51	-	-	0,96	-	-	-

3.2.18. Polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH) tayini

PAH analizi EPA 550.1 standardının belirttiği şekilde analizi yapılmıştır. Analiz yapılırken Agilent 1200 Series marka Şekil 3.13'de görünen HPLC (Yüksek basınçlı sıvı kromatografi) Cihazı ve Ekstraksiyon Düzeneği kullanılmıştır. Cihaza verilmeden önce ekstraksiyon işlemi yapılır. Numune 1000 mL alınıp cam elyaf süzgeç kağıdından geçirilir. Boşalttığımız numune şişesine 5 mL metanol (MeOH) eklenir ve süzülen numune geri boşaltılır. Numune disk üzerinden geçirilir fakat önce disk şartlandırılır. Disk üzerinden 5 mL metilenklorür, metanol ve saf su geçirilir. Bunun üzerinden numunemiz süzülür ve süzüntü atılır. Disk daha küçük sisteme takılır üzerinden 5 mL asetonitril ve 10 mL metilenklorür geçirilip disk tamamen kurutulur. Süzüntü erlende toplanır. Daha önce tarttığımız ve huni düzeneğindeki süzgeç kağıdına koyduğumuz 3 g sodyum sülfat üzerinden erlende biriken süzüntü geçirilir. Erlen iki kez 5 mL diklorometan ile çalkalanarak tekrar süzülür. Süzüntü tüplere alınır ve azot evaporatöründe 0,5 mL kalıncaya kadar kurutulur. Bu ekstrakt HPLC cihazında okutulur. HPLC cihazı yüksek basınçlı sıvı kromatografi cihazı olup içerisinde ölçüm yapan UV ve florans dedektörler kullanılır.



Şekil 3.13. HPLC (Yüksek basınçlı sıvı kromatografi) cihazı ve ekstraksiyon düzeneği

HPLC yönteminde sabit faz ve hareketli faz olarak kullanılan kolon sistemi mevcut olup bu sistemden geçen numune yüksek basınç sayesinde kolondan geçerken ayırma işlemiyle karşılaşır. Ayrılan parametreler dedektörler vasıtası ile ölçülür. Çizelge 3.23'de Yıllara göre PAH tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$) verilmektedir. Naftalin, Asenaftalin, Floren, Asenaften UV dedektörle ölçülür. Piren, floranten, floren, benzo (a) piren gibi parametreler florans dedektörle ölçülür.

Çizelge 3.23. Yıllara göre PAH tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<0,0005	0,0290	<0,0005	<0,0005	0,0225	<0,0005	-	-	-
Şubat	-	0,1464	0,0120	-	0,1465	0,0070	-	-	0,0095
Mart	<0,0005	0,1570	<0,0005	<0,0005	0,1673	<0,0005	-	-	<0,0005
Nisan	-	<0,0005	0,0109	-	<0,0005	0,0155	-	0,0949	0,0082
Mayıs	<0,0005	0,0196	<0,0005	<0,0005	0,0511	<0,0005	<0,0005	0,0331	<0,0005
Haziran	0,0045	<0,0005	<0,0005	0,0032	0,0006	<0,0005	0,0010	0,0019	<0,0005
Temmuz	<0,0005	0,0009	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0278	<0,0005	<0,0005
Ağustos	0,0030	0,0129	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Eylül	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0013	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Ekim	<0,0005	0,0027	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0039	<0,0005
Kasım	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Aralık	<0,0005	0,0062	<0,0005	-	<0,0005	<0,0005	-	0,0123	<0,0005

3.2.19. Toplam pestisit tayini

Pestisit analizleri DSİ TAKK Dairesi Başkanlığı laboratuvarında Agilent 7890A GC-MS (gaz kromatografi kütle spektrometresi) ve Agilent 6460 Triple Quad LC-MS/MS (sıvı kromatografi kütle/kütle spektrometresi) cihazları ile yapılmıştır.

LC-MS/MS cihazında sıvı kromatografisi karışımdaki bileşenleri ayırmayı yaparken, kütle spektroskopisi ise her bir bileşenin yapısal olarak yani moleküler düzeyde tanımlanmasını sağlar. Çok düşük algılama tekniğine sahiptir. LC kısmında özelliklerine göre ayrımı yapılan moleküller kütle dedektörü ile analiz edilmektedir. Çizelge 3.24'de Yıllara göre Toplam Pestisit tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$) verilmektedir.

Birinci MS’de kütle/yük oranına göre ayrılan moleküller yüksek saflıkta özel bir gaz ile parçalanmaya tabi tutulur. İkinci MS de ise parçalanma sonucu oluşan iyonların analizi yapılmaktadır. Bu sayede LC-MS/MS cihazı çok düşük konsantrasyonlarda analiz gerçekleştirmektedir.

Şekil 3.14’deki Pestisit Ekstraksiyon Düzeneği kullanılarak pestisitler bu laboratuvara gönderilmeden önce zenginleştirme işlemine tabi tutulur.



Şekil 3.14. Pestisit ekstraksiyon düzeneği

1000 mL su numunesi siyah bant süzgeç kağıdından geçirilir. Geçirilen bu numune tekrar temiz numune şişesine aktarılır ve küvet sisteminden geçirilmesi için bekletilir. Küvet üzerine musluklu aparat takılır ve C18 kartuşu sistemin portlarına yerleştirilir. Kartuşa 6 mL hegzan konur ve pompa 1-2 dakika çalıştırılır. Basınç 10 bar olunca kartuşun bulunduğu musluk açılır. Üzerine 12 ml metanol ile 10 ml saf su ilave edilir ve pompa açılarak kartuş şartlandırılır. Sonra numune şişesinin içerisine ince bir boru geçirilerek kartuş kısmından numune geçirilir. Tamamen bittikten sonra kartuş azot

evaporatörüne bağlanır ve alt kısmına vial konular. Kartuşun üzerinden 1:1 dietiler ve hegzan karışımı geçirilerek iyice kurutulur ve viale toplanan kısım 1 mL olana kadar beklenerek şartlandırma işlemi sonlandırılır.

Çizelge 3.24. Yıllara göre toplam pestisit tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	-	-	-
Şubat	-	<0,500	<0,500	-	<0,500	<0,500	-	-	<0,500
Mart	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	-	-	<0,500
Nisan	-	<0,500	<0,500	-	<0,500	<0,500	-	<0,500	<0,500
Mayıs	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Haziran	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Temmuz	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Ağustos	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Eylül	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Ekim	<0,500	<0,500	-	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	-
Kasım	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500	<0,500
Aralık	<0,500	<0,500	<0,500	-	<0,500	<0,500	-	<0,500	<0,500

3.2.20. Ağır metaller (Al, Fe, Mn, Se, Cu, Zn, B, Co, Ni, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Ba) tayini

Ağır Metal analizleri EPA 200.8 ve TS EN ISO 17294-1, 17294-2 standartlarının belirttiği şekilde yapılmıştır. Analiz işlemi yapılırken Şekil 3.15’de görünen Bruker Aurora M90 ICP-MS Cihazı (Ağır Metal Analizi) yani İndüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometri cihazı kullanılmıştır.



Şekil 3.15. Bruker Aurora M90 ICP-MS cihazı (ağır metal analizi)

ICP-MS cihazı katı ve sıvı örneklerde birçok elementi aynı anda hızlı, çok hassas olarak en doğru şekilde ve kısa zamanda ölçülmesini sağlar. Aynı anda birçok elementi çok düşük derişimlerde mikrogram-nanogram-pikogram/L düzeyinde analiz yapabilmektedir. Kompleks matriks girişimleri azdır. ICP-MS cihazında oluşan plazma 6000 ile 10 000°K sıcaklığa kadar çıkabilme özelliğine sahip olduğundan atomizasyon ve iyonizasyon gerçekleşir. Plazma yüksek analitik saflıkta argon gazı sayesinde oluşmaktadır. Analizi yapılacak numuneler %2 oranında ultrasafliktaki nitrik asit ile asitlendirilerek pH 2'nin altına çekilir ve numuneler 0,45 µm'lik filtreden geçirilerek hazır hale getirilmiştir. Okutma işlemine geçilerek autosampler kısmına yerleştirilen numuneler peristaltik pompa yardımı ile nebulizer kısmına iletilir. Buradan spreycemberi denilen kısma iletilir ve argon gazı ile karıştırılarak aerosol (sisleştirme) oluşturulur. Bu küçük damlacıklar plazma kısmına transfer edilir. Plazmada örnekler buharlaşır ve iyonlaşır. Oluşan bu iyonlar yüksek vakumlu bir ortama gider. İyon akımı

iyon lensleri sayesinde quadrupola ulaşmasını sağlar. Burada omega lensleri iyon akışının eksenini değiştirerek fotonların dedektöre çarpmasını engeller. Quadrupole kütle spektrometresi iyonları kütle/yük oranlarına göre ayırıştırır ve seçilen iyonlar dedektöre ulaşır ve ölçüm işlemi meydana gelir ve sonuçlar kaydedilir. Yıllara göre ağır metal (Al, Fe, Mn, Se, Cu, Zn, B, Co, Ni, As, Cd, Cr, Pb, Hg, Ba) tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$) Çizelge 3.25 – Çizelge 3.39 arasında tablolar halinde verilmektedir.

Çizelge 3.25. Yıllara göre Al tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	91,25	103,52	21,13	95,68	80,87	20,40	-	-	-
Şubat	302,75	70,84	14,96	10,93	59,79	17,40	-	-	16,57
Mart	115,57	106,46	20,44	78,91	70,07	357,74	-	-	67,55
Nisan	169,46	129,00	55,12	153,42	679,96	50,27	226,54	133,96	82,10
Mayıs	178,81	158,58	337,16	116,92	224,87	135,96	269,00	204,28	4061,37
Haziran	88,63	138,27	51,87	102,46	658,29	55,50	169,92	557,94	53,75
Temmuz	28,15	38,60	29,67	22,31	86,22	42,49	42,87	454,70	40,10
Ağustos	159,40	51,55	64,71	30,86	59,49	54,52	69,97	75,38	27,21
Eylül	33,03	72,71	-	52,13	50,35	-	2552,33	52,85	-
Ekim	51,06	52,11	-	83,94	17,89	-	73,05	26,68	-
Kasım	45,12	49,33	102,67	67,18	49,90	81,56	112,44	49,54	87,47
Aralık	27,74	16,70	68,49	-	17,35	55,12	-	42,28	34,61

Çizelge 3.26. Yıllara Göre Fe Tayin Sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	8,80	99,53	10,07	17,28	92,79	11,30	-	-	-
Şubat	128,47	73,11	7,01	11,49	77,14	8,50	-	-	7,52
Mart	84,09	110,19	52,66	72,54	93,52	42,08	-	-	238,12
Nisan	206,19	120,54	5,00	206,19	138,52	11,83	160,78	146,18	60,80
Mayıs	147,00	163,32	228,21	163,12	180,92	85,39	188,58	272,71	2867,29
Haziran	81,92	111,91	194,27	127,48	298,26	241,98	144,57	171,31	145,07
Temmuz	106,59	107,46	39,64	63,57	104,92	64,68	116,69	84,26	39,16
Ağustos	161,12	311,53	84,86	134,55	139,33	69,71	144,21	215,18	39,75
Eylül	179,08	102,21	-	175,60	133,59	-	1835,62	87,09	-
Ekim	125,15	60,45	-	108,05	439,37	-	86,66	453,12	-
Kasım	91,92	41,22	16,49	156,34	38,47	20,97	168,02	49,07	28,51
Aralık	44,83	12,70	34,18	-	33,49	30,66	-	25,04	28,07

Çizelge 3.27. Yıllara göre Mn tayin sonuçları (µg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<1,00	11,87	2,39	1,13	13,67	2,77	-	-	-
Şubat	10,88	11,78	5,03	<1,00	13,66	3,31	-	-	1,36
Mart	5,41	13,54	5,86	2,88	11,72	15,29	-	-	8,39
Nisan	16,98	17,83	5,99	24,74	16,13	1,03	16,55	16,80	3,91
Mayıs	24,51	18,87	16,08	21,03	19,58	6,30	20,11	17,05	123,53
Haziran	13,30	14,96	24,67	19,71	73,94	5,28	16,34	23,49	6,86
Temmuz	14,30	2,38	48,07	20,64	3,84	8,02	20,19	37,46	10,55
Ağustos	14,94	6,07	65,86	16,01	8,89	7,95	18,38	5,88	15,50
Eylül	15,23	2,91	-	16,26	2,25	-	94,51	22,10	-
Ekim	20,74	11,73	-	17,97	1,43	-	22,64	1,71	-
Kasım	21,05	3,12	16,55	22,63	2,88	15,26	20,57	3,43	22,13
Aralık	10,17	4,82	15,20	-	2,36	11,38	-	3,71	9,90

Çizelge 3.28. Yıllara göre Se tayin sonuçları (µg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	3,91	<1,00	<1,00	3,62	<1,00	<1,00	-	-	-
Şubat	3,90	<1,00	<1,00	3,61	<1,00	<1,00	-	-	<1,00
Mart	3,81	1,12	<1,00	3,90	1,03	<1,00	-	-	<1,00
Nisan	<1,00	2,93	<1,00	<1,00	3,05	<1,00	<1,00	3,30	<1,00
Mayıs	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Haziran	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Temmuz	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ağustos	<1,00	1,08	<1,00	<1,00	1,12	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Eylül	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Ekim	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Kasım	2,13	<1,00	<1,00	2,10	<1,00	<1,00	1,08	<1,00	1,05
Aralık	<1,00	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00

Çizelge 3.29. Yıllara göre Cu tayin sonuçları (µg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	1,13	9,99	<1,00	1,39	11,08	<1,00	-	-	-
Şubat	1,97	10,28	<1,00	<1,00	10,53	<1,00	-	-	<1,00
Mart	<1,00	12,35	10,95	<1,00	10,41	12,79	-	-	11,07
Nisan	27,25	10,56	14,77	87,74	12,30	9,78	66,51	9,32	15,35
Mayıs	83,21	14,09	4,94	83,51	12,02	1,80	77,17	11,37	12,95
Haziran	19,78	9,60	<1,00	27,89	14,42	<1,00	24,85	10,72	<1,00
Temmuz	18,30	2,00	<1,00	46,74	2,00	<1,00	18,10	2,74	<1,00
Ağustos	32,91	<1,00	<1,00	29,60	<1,00	<1,00	28,41	<1,00	<1,00
Eylül	26,59	2,00	-	27,52	2,00	-	33,21	2,00	-
Ekim	45,89	2,00	-	16,74	2,00	-	48,37	2,00	-
Kasım	70,11	<1,00	14,88	43,71	<1,00	13,41	45,38	4,09	15,95
Aralık	16,59	<1,00	23,51	-	<1,00	18,47	-	<1,00	14,31

Çizelge 3.30. Yıllara göre Zn tayin sonuçları (µg/L)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	21,58	123,50	99,63	30,10	163,69	92,95	-	-	-
Şubat	1,49	129,46	28,69	<1,00	98,05	21,49	-	-	17,22
Mart	<1,00	27,46	1,66	6,71	114,43	5,43	-	-	3,94
Nisan	188,10	217,89	2,38	294,07	224,72	1,89	143,17	44,47	1,86
Mayıs	498,84	41,16	24,29	151,65	49,24	29,63	139,88	63,50	66,15
Haziran	117,50	179,78	<1,00	246,26	256,91	4,70	119,98	101,87	6,02
Temmuz	39,39	2,00	<1,00	31,91	2,00	<1,00	62,27	6,10	10,70
Ağustos	117,30	7,45	3,27	124,22	<1,00	27,08	108,30	<1,00	12,72
Eylül	42,21	2,00	-	44,96	2,00	-	70,08	2,00	-
Ekim	129,32	2,00	-	189,17	2,00	-	192,21	2,00	-
Kasım	25,47	13,30	122,20	62,46	9,91	60,72	17,63	14,59	85,45
Aralık	15,15	6,10	19,24	-	6,09	30,24	-	10,07	125,92

Çizelge 3.31. Yıllara göre B tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	10,00	21,84	173,53	10,00	11,04	117,38	-	-	-
Şubat	10,00	23,47	363,46	10,00	14,11	355,87	-	-	169,19
Mart	10,00	18,81	10,00	10,00	13,26	30,00	-	-	20,00
Nisan	20,00	19,93	20,00	20,00	18,92	10,00	20,00	10,75	10,00
Mayıs	30,00	29,62	70,00	20,00	19,31	70,00	20,00	204,28	70,00
Haziran	30,00	10,84	70,00	20,00	<1,00	70,00	30,00	21,28	70,00
Temmuz	37,00	30,00	70,00	20,00	10,00	70,00	26,00	30,00	70,00
Ağustos	35,00	30,00	200,00	17,00	20,00	80,00	30,00	20,00	220,00
Eylül	35,00	30,00	-	16,00	20,00	-	29,00	30,00	-
Ekim	35,00	40,00	-	12,60	20,00	-	29,00	30,00	-
Kasım	40,00	170,30	26,36	30,00	321,07	15,23	30,00	238,65	50,31
Aralık	30,00	1088,8	36,48	-	307,51	26,33	-	105,43	27,15

Çizelge 3.32. Yıllara göre Co tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	-
Şubat	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	<1,00
Mart	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	<1,00
Nisan	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Mayıs	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,35	2,61
Haziran	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,85	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Temmuz	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ağustos	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Eylül	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	1,64	<1,00	-
Ekim	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Kasım	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Aralık	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00

Çizelge 3.33. Yıllara göre Ni tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	4,57	1,72	9,74	4,80	3,16	6,81	-	-	-
Şubat	11,54	3,98	3,56	1,65	3,56	1,56	-	-	<1,00
Mart	1,05	3,05	2,59	2,34	3,71	2,74	-	-	1,70
Nisan	3,59	2,22	2,72	1,22	16,88	2,33	<1,00	<1,00	1,98
Mayıs	<1,00	3,14	<1,00	1,67	6,90	<1,00	<1,00	6,32	<1,00
Haziran	<1,00	3,41	<1,00	<1,00	5,27	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Temmuz	1,65	<1,00	<1,00	1,66	<1,00	<1,00	1,22	<1,00	<1,00
Ağustos	2,11	1,68	<1,00	1,36	1,47	<1,00	1,03	1,23	<1,00
Eylül	1,34	<1,00	-	1,97	<1,00	-	1,27	<1,00	-
Ekim	1,46	<1,00	-	1,66	<1,00	-	1,30	<1,00	-
Kasım	<1,00	<1,00	3,83	<1,00	<1,00	3,24	<1,00	4,35	4,80
Aralık	2,39	<1,00	13,50	-	<1,00	13,22	-	<1,00	13,40

Çizelge 3.34. Yıllara göre As tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	-
Şubat	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	<1,00
Mart	<1,00	1,75	<1,00	<1,00	1,75	<1,00	-	-	<1,00
Nisan	<1,00	1,87	<1,00	1,08	2,53	<1,00	1,25	1,44	<1,00
Mayıs	1,27	<1,00	<1,00	1,40	<1,00	<1,00	1,62	<1,00	<1,00
Haziran	1,42	<1,00	<1,00	1,02	<1,00	<1,00	1,38	<1,00	<1,00
Temmuz	<1,00	<1,00	<1,00	1,26	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ağustos	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Eylül	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	1,01	-
Ekim	1,00	<1,00	-	1,19	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Kasım	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Aralık	<1,00	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00

Çizelge 3.35. Yıllara göre Cd tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	-
Şubat	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	<1,00
Mart	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	<1,00
Nisan	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	3,48	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Mayıs	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Haziran	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Temmuz	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Ağustos	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Eylül	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Ekim	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Kasım	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Aralık	<1,00	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00

Çizelge 3.36. Yıllara göre Cr tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	-
Şubat	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	<1,00
Mart	<1,00	<1,00	1,98	<1,00	<1,00	2,92	-	-	<1,00
Nisan	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,07	<1,00	<1,00	5,06	<1,00
Mayıs	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,15	1,15
Haziran	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,04	1,36	<1,00	1,15	<1,00
Temmuz	<1,00	1,11	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,90	<1,00
Ağustos	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,16	<1,00	<1,00	<1,00
Eylül	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Ekim	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Kasım	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Aralık	<1,00	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00

Çizelge 3.37. Yıllara göre Pb tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	-
Şubat	<1,00	1,12	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	-	-	<1,00
Mart	<1,00	11,21	<1,00	<1,00	3,91	<1,00	-	-	1,10
Nisan	1,00	6,16	<1,00	1,71	29,83	<1,00	1,02	14,78	<1,00
Mayıs	1,82	1,55	1,75	1,65	1,72	1,63	1,53	2,80	4,20
Haziran	1,61	2,43	<1,00	1,87	2,70	<1,00	1,64	4,75	<1,00
Temmuz	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	1,14	<1,00	<1,00	1,60	<1,00
Ağustos	<1,00	1,19	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Eylül	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-
Ekim	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	4,45	-
Kasım	4,58	<1,00	1,32	4,29	<1,00	2,26	3,19	<1,00	2,94
Aralık	<1,00	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00

Çizelge 3.38. Yıllara göre Hg tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	-	-
Şubat	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	-	<0,50
Mart	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	-	-	<0,50
Nisan	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Mayıs	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Haziran	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Temmuz	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Ağustos	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Eylül	<0,50	<0,50	-	<0,50	<0,50	-	<0,50	2,21	-
Ekim	<0,50	<0,50	-	<0,50	<0,50	-	<0,50	<0,50	-
Kasım	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50	<0,50
Aralık	<0,50	<0,50	<0,50	-	<0,50	<0,50	-	<0,50	<0,50

Çizelge 3.39. Yıllara göre Ba tayin sonuçları ($\mu\text{g/L}$)

	Şenkale			Şöbet			Aktutan		
	2016	2017	2018	2016	2017	2018	2016	2017	2018
Ocak	19,56	56,01	21,47	42,81	83,93	46,43	-	-	-
Şubat	9,94	57,37	47,65	26,81	84,85	51,70	-	-	31,29
Mart	8,10	52,16	43,45	21,79	75,32	37,10	-	-	12,01
Nisan	26,73	49,38	22,21	49,98	69,69	35,82	12,74	43,88	8,21
Mayıs	25,53	43,80	17,45	44,01	77,64	51,15	11,69	41,97	45,41
Haziran	28,57	51,95	22,30	46,35	104,24	55,64	11,08	36,96	10,15
Temmuz	34,14	36,43	23,19	44,74	45,36	39,13	9,55	17,58	6,89
Ağustos	<1,00	41,63	25,69	<1,00	36,12	34,57	3,77	35,68	8,16
Eylül	<1,00	36,81	-	<1,00	46,88	-	<1,00	14,78	-
Ekim	25,18	29,18	-	35,21	45,59	-	<1,00	7,00	-
Kasım	34,49	37,14	42,86	51,20	43,69	64,05	12,88	17,63	70,43
Aralık	22,14	24,71	48,57	-	49,47	62,35	-	11,62	18,02

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Laboratuvarda yapılan analizlerden elde edilen 2016, 2017, 2018 yıllarına ait veriler ulusal su yönetmeliklerine göre ve bu yönetmeliklerde yer alan istatistiksel yöntemden biri olan Hazen metodu kullanılarak %95 güven aralığında değerlendirme yapılmıştır.

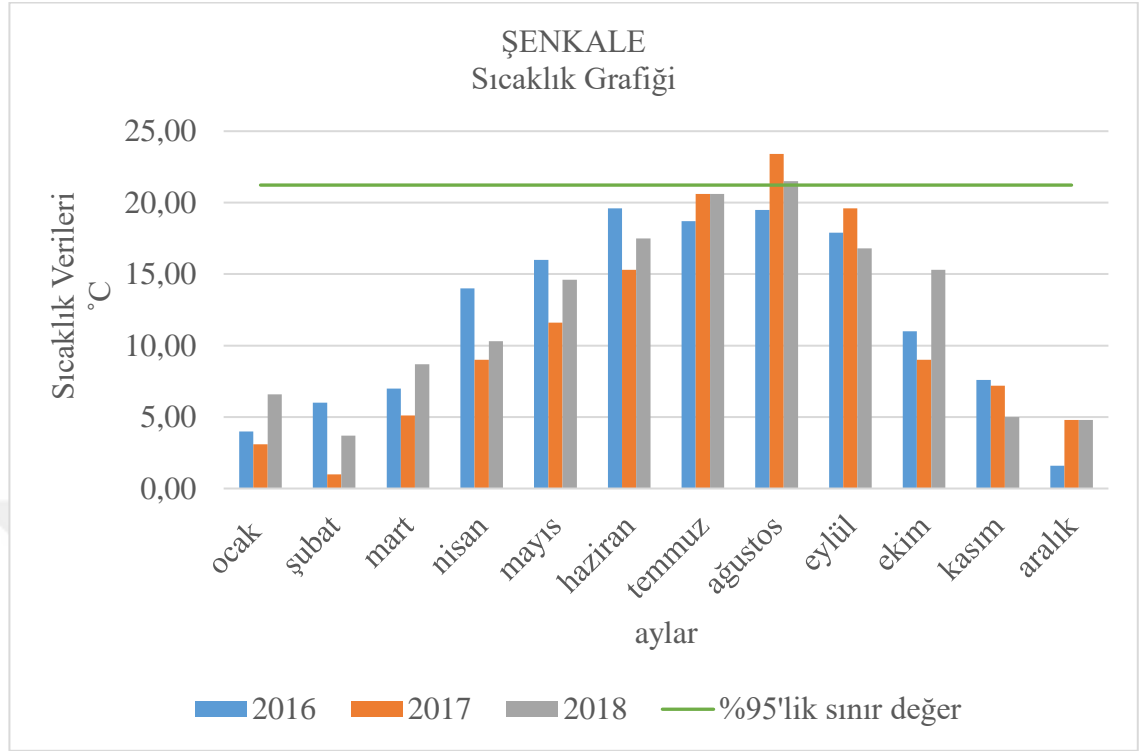
4.1. Sıcaklık Verilerinin Değerlendirilmesi

Şenkale Deresi, Aktutan Göleti ve Şöbet Deresi sıcaklık verileri 2016, 2017 ve 2018 yıllarında aylık değerlendirilip, Hazen yöntemi kullanılarak su kalitesi değer bulunmuş ve grafıklere aktarılmıŐtır. Çizelge 4.1'de Şenkale deresi sıcaklık verilerinin Hazen yöntemine göre hesaplanması örnek olarak verilmektedir. Bulunan su kalitesi değer, İçme Suyu Elde Edilen ve Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik ve Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliklerine göre deđerlendirilmiŐtır.

Çizelge 4.1. Şenkale deresi sıcaklık verilerinin hazen yöntemine göre hesaplanması

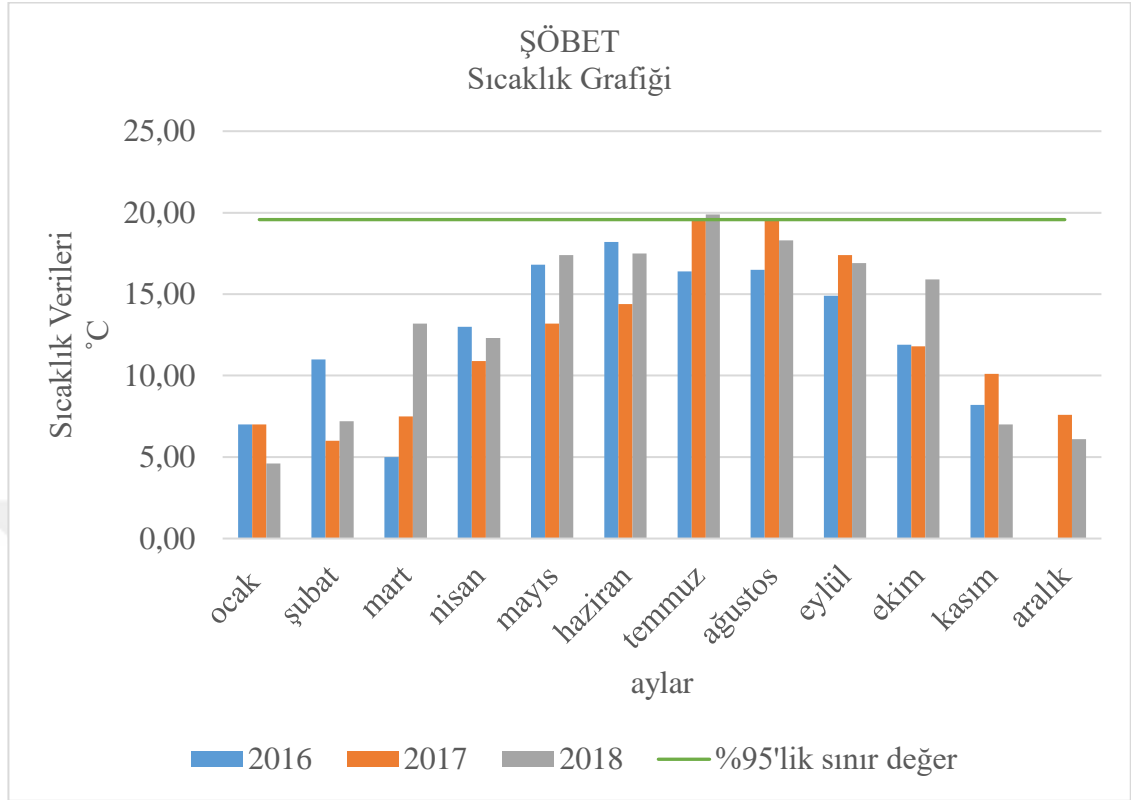
Veri	Sıralanmış Veri (X)	Veri	Sıra No (r)
4,00	1,00		1
6,00	1,60		2
7,00	3,10		3
14,00	3,70		4
16,00	4,00		5
19,60	4,80		6
18,70	4,80		7
19,50	5,00		8
17,90	5,10		9
11,00	6,00		10
7,60	6,60		11
1,60	7,00		12
3,10	7,20		13
1,00	7,60		14
5,10	8,70		15
9,00	9,00		16
11,60	9,00		17
15,30	10,30		18
20,60	11,00		19
23,40	11,60		20
19,60	14,00		21
9,00	14,60		22
7,20	15,30		23
4,80	15,30		24
6,60	16,00		25
3,70	16,80		26
8,70	17,50		27
10,30	17,90		28
14,60	18,70		29
17,50	19,50		30
20,60	19,60		31
21,50	19,60		32
16,80	20,60		33
15,30	20,60		34
5,00	21,50		35
4,80	23,40		36

$r = pn + 1/2 = 0,95 \times 36 + 1/2 = 34,70$
 $f = 34,70 - 34 = 0,70$ } Kesirli
 kısım }
 $i = 34$ Tam kısım
 $X_r = (1-f) \cdot X_i + f \cdot X_{i+1}$ } Su Kalitesi
 $X_{34,70} = (1-0,70) \cdot X_{34} + 0,70 \cdot X_{35}$
 $X_{34,70} = 0,30 \times 20,60 + 0,70 \times 21,50 = \mathbf{21,23}$
 $X_r = \mathbf{21,23}$ (Su kalitesi)
 $X_r = \mathbf{21,23}$ (Su kalitesi)



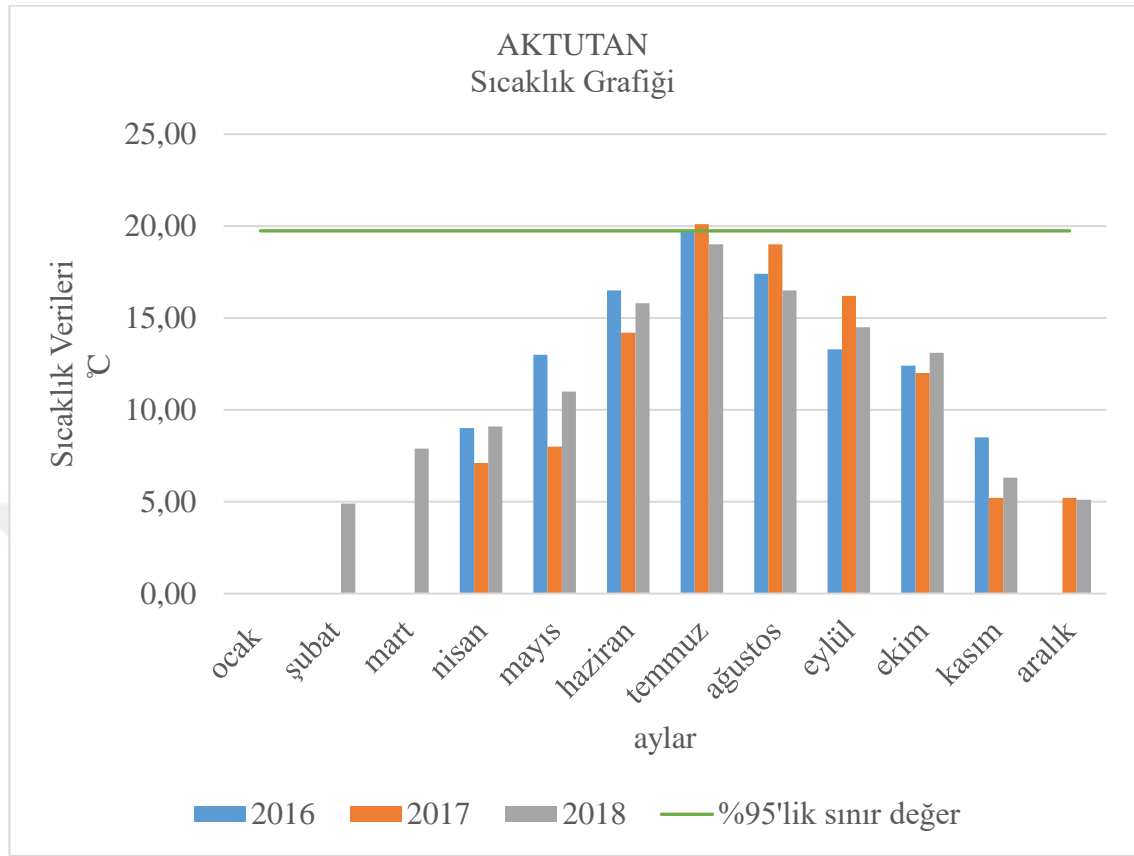
Şekil 4.1. Şenkale deresi sıcaklık grafiği

Şekil 4.1 Şenkale deresi sıcaklık grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=21,23^{\circ}\text{C}$) %95 sınır değeridir. 2017 Ağustos ($23,40^{\circ}\text{C}$) ve 2018 Ağustos ($21,50^{\circ}\text{C}$) aylarında bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Ayrıca mevsimsel şartların; kış aylarında sıcaklık değerlerinin düşük olduğu, yaz aylarında ise yüksek olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.



Şekil 4.2. Şöbet deresi sıcaklık grafiği

Şekil 4.2 Şöbet deresi sıcaklık grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=19,58^{\circ}\text{C}$) %95 sınır değeridir. 2017 Temmuz ($19,60^{\circ}\text{C}$) ve 2018 Temmuz ($19,90^{\circ}\text{C}$) aylarında bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Ayrıca mevsimsel şartların; kış aylarında sıcaklık değerlerinin düşük olduğu, yaz aylarında ise yüksek olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.



Şekil 4.3. Aktutan göleti sıcaklık grafiği

Şekil 4.3. Aktutan Göleti sıcaklık grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=19,74^{\circ}\text{C}$) %95 sınır değeridir. 2017 Temmuz ayında ($20,10^{\circ}\text{C}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Ayrıca mevsimsel şartların; kış aylarında sıcaklık değerlerinin düşük olduğu, yaz aylarında ise yüksek olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.2. pH Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A1 kısmında Şenkale deresi pH grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=8,63$) %95 sınır değeridir. 2017 Mart ayında ($\text{pH}=8,84$) ve 2018 Ocak ayında ($\text{pH}=8,67$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi

değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf ile IV. sınıf su kalitesi aralığında gözlenmektedir.

EK-1 B1 kısmında Şöbet deresi pH grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=8,50$) %95 sınır değeridir. 2016 Haziran ayında ($pH=8,50$) tam sınır değerinde, 2017 Mart ayında ($pH=8,54$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf ile IV. Sınıf su kalitesi aralığında gözlenmektedir.

EK-1 C1 kısmında Aktutan Göleti pH grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=8,21$) %95 sınır değeridir. 2017 Ağustos ayında ($pH=8,42$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf ile IV. sınıf su kalitesi aralığında gözlenmektedir.

4.3. EC Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A2 kısmında Şenkale deresi EC grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=456 \mu S/cm$) %95 sınır değeridir. 2017 Ağustos ayında ($EC=456 \mu S/cm$) ve 2018 Ekim ayında ($EC=456 \mu S/cm$) tam sınır değerinde, 2017 Kasım ayında ($EC=465 \mu S/cm$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında gözlenmektedir.

EK-1 B2 kısmında Şöbet deresi EC grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=447 \mu S/cm$) %95 sınır değeridir. 2016 Ocak ayında ($EC=448 \mu S/cm$) ve 2016 Şubat ayında ($EC=456 \mu S/cm$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında gözlenmektedir.

EK-1 C2 kısmında Aktutan Göleti EC grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=277 \mu\text{S/cm}$) %95 sınır değeridir. 2018 Ekim ayında ($\text{EC}=282 \mu\text{S/cm}$) ayında bu sınır değerini aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

4.4. DO Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A3 kısmında Şenkale deresi DO grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=\%103,53$) %95 sınır değeridir. 2017 Şubat ayında ($\text{DO}=\%104,10$) ve 2018 Ekim ayında ($\text{DO}=\%103,80$) bu sınır değerini aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B3 kısmında Şöbet deresi DO grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=\%110,90$) %95 sınır değeridir. 2017 Eylül ayında ($\text{DO}=\%111,30$) ve 2018 Temmuz ayında ($\text{DO}=\%112,40$) bu sınır değerini aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C3 kısmında Aktutan Göleti DO grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=\%104,67$) %95 sınır değeridir. 2017 Ağustos ayında ($\text{DO}=\%107,10$) ayında bu sınır değerini aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

4.5. Renk Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A4 kısmında Şenkale deresi renk grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=18,25 \text{ Pt-Co}$) %95 sınır değeridir. 2016 Kasım ayında ($\text{Renk}=19,00 \text{ Pt-Co}$) ve 2016 Aralık ayında ($\text{renk}=25,00 \text{ Pt-Co}$) bu sınır değerini aşıldığı gözlenmektedir. Hazen

yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıf aralığında, YSKY'ye göre Pt-Co cinsinden bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B4 kısmında Şöbet deresi renk grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=20,13$ Pt-Co) %95 sınır değeridir. 2016 Mart ayında (Renk=21,00 Pt-Co) ve 2016 Kasım ayında (renk=23,00 Pt-Co) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre Pt-Co cinsinden bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C4 kısmında Aktutan Göleti renk grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=28,90$ Pt-Co) %95 sınır değeridir. 2016 Eylül ayında (Renk=68,00 Pt-Co) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre Pt-Co cinsinden bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.6. AKM Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A5 kısmında Şenkale deresi AKM grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=8,00$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Şubat ayında (AKM=57,00 mg/L) ve 2018 Ekim ayında (akm=9,00 mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B5 kısmında Şöbet deresi AKM grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=7,90$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Haziran ayında (AKM=27,00 mg/L) ve 2017 Ekim ayında (akm=8,00 mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C5 kısmında Aktutan Göleti AKM grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=10,60$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Haziran ayında (AKM=14,00 mg/L) bu

sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.7. KOİ Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A6 kısmında Şenkale deresi KOİ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=25,00$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında ($KOİ=25,00$ mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B6 kısmında Şöbet deresi KOİ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=25,00$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Kasım ve Aralık aylarında ($KOİ=25,00$ mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C6 kısmında Aktutan Göleti KOİ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=25,00$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Mayıs, Haziran, Temmuz, Ağustos, Eylül, Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ($KOİ=25,00$ mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

4.8. BOİ₅ Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A7 kısmında Şenkale deresi BOİ₅ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=4,00$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Ekim, Kasım ve Aralık aylarında ($BOİ_5=4,00$

mg/L), 2018 tüm aylarda ($BOI_5=4,00$ mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B7 kısmında Şöbet deresi BOI_5 grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=4,17$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ocak ayında ($BOI_5=10,46$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında gözlenmektedir.

EK-1 C7 kısmında Aktutan Göleti BOI_5 grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=4,76$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Ekim ayında ($BOI_5=9,10$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında gözlenmektedir.

4.9. TKN Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A8 kısmında Şenkale deresi TKN grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,37$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Aralık ayında ($TKN=1,38$ mg/L) ve 2018 Ekim ayında ($TKN=1,98$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B8 kısmında Şöbet deresi TKN grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,58$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Ağustos ayında ($TKN=1,63$ mg/L) bu sınır değerini aştığı ve 2018 Kasım ayında ($TKN=1,58$ mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre II. sınıf ile III. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C8 kısmında Aktutan Göleti TKN grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,63$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Eylül ayında ($TKN=2,21$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre II. sınıf ile III. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

4.10. NO_3^- Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A9 kısmında Şenkale deresi NO_3^- grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=2,261$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Şubat ayında ($NO_3^-=4,012$ mg/L) ve 2017 Şubat ayında ($NO_3^-=2,352$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B9 kısmında Şöbet deresi NO_3^- grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=8,685$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ocak ayında ($NO_3^-=8,822$ mg/L) ve 2017 Şubat ayında ($NO_3^-=9,317$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C9 kısmında Aktutan Göleti NO_3^- grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=5,668$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Nisan ayında ($NO_3^-=16,588$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

4.11. Florür Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A10 kısmında Şenkale deresi Florür grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,935$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Temmuz ayında ($F^-=1,010$ mg/L) ve 2016 Ekim ayında ($F^-=1,340$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B10 kısmında Şöbet deresi Florür grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,076$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ağustos ayında ($F^-=1,230$ mg/L) ve 2017 Ocak ayında ($F^-=1,160$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C10 kısmında Aktutan Göleti Florür grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,600$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ekim ayında ($F^-=1,280$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

4.12. SO_4^{-2} Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A11 kısmında Şenkale deresi SO_4^{-2} grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=65,73$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ekim ayında ($SO_4^{-2}=66,02$ mg/L) ve 2017 Kasım ayında ($SO_4^{-2}=65,86$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B11 kısmında Şöbet deresi SO_4^{-2} grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=21,40$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ocak ayında ($\text{SO}_4^{-2}=21,77$ mg/L) ve 2017 Ekim ayında ($\text{SO}_4^{-2}=71,53$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C11 kısmında Aktutan Göleti SO_4^{-2} grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=34,75$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ekim ayında ($\text{SO}_4^{-2}=38,10$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.13. Klorür Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A12 kısmında Şenkale deresi Cl^- grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=9,54$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Temmuz ayında ($\text{Cl}^-=44,85$ mg/L), 2016 Ekim ayında ($\text{Cl}^-=51,77$ mg/L) ve 2018 Ağustos ayında ($\text{Cl}^-=9,90$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B12 kısmında Şöbet deresi Cl^- grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=25,05$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ağustos ayında ($\text{Cl}^-=45,17$ mg/L) ve 2016 Ekim ayında ($\text{Cl}^-=27,76$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C12 kısmında Aktutan Göleti Cl^- grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=48,03$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Eylül ayında ($\text{Cl}^-=50,70$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri

İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.14. NH₃-N Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A13 kısmında Şenkale deresi NH₃-N grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,16$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Aralık ayında (NH₃-N=1,34 mg/L), 2018 Eylül ayında (NH₃-N=1,17 mg/L) ve 2018 Ekim ayında (NH₃-N=1,84 mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B13 kısmında Şöbet deresi NH₃-N grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,51$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Ağustos ayında (NH₃-N=1,58 mg/L) ve 2018 Kasım ayında (NH₃-N=1,51 mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C13 kısmında Aktutan Göleti NH₃-N grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,42$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Ekim ayında (NH₃-N=1,50 mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.15. TOK Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A14 kısmında Şenkale deresi TOK grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=5,71$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Ağustos ayında (TOK=5,71 mg/L) tam sınır değerinde, 2017 Kasım ayında (TOK=6,23 mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile

A2 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B14 kısmında Şöbet deresi TOK grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=6,83$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ağustos ayında ($TOK=7,03$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C14 kısmında Aktutan Göleti TOK grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=6,54$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Ekim ayında ($TOK=7,63$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.16. o-PO₄⁻³ Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A15 kısmında Şenkale deresi o-PO₄⁻³ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,08$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Temmuz ayında ($o-PO_4^{-3}=0,08$ mg/L) ve 2017 Ocak ayında ($o-PO_4^{-3}=0,08$ mg/L) tam sınır değerinde, 2016 Ağustos ayında ($o-PO_4^{-3}=0,09$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B15 kısmında Şöbet deresi o-PO₄⁻³ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,10$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Haziran ayında ($o-PO_4^{-3}=0,44$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C15 kısmında Aktutan Göleti o-PO_4^{3-} grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,13$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Mayıs ayında ($\text{o-PO}_4^{3-}=0,30$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

4.17. Yağ ve Gres Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A16 kısmında Şenkale deresi Yağ ve Gres grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,26$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Ağustos ayında (Yağ-Gres=0,27 mg/L) ve 2016 Kasım ayında (Yağ-Gres =1,78 mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır. YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B16 kısmında Şöbet deresi Yağ ve Gres grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,20$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016,2017 ve 2018 tüm aylarda (Yağ-Gres=0,20 mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C16 kısmında Aktutan Göleti Yağ ve Gres grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,40$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Aralık ayında (Yağ-Gres=1,34 mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır. YSKY'ye göre II. sınıf ile III. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

4.18. MMAM Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A17 kısmında Şenkale deresi MMAM grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,20$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Kasım ayında (MMAM=0,28 mg/L)

bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. 2016 Aralık ayında (MMAM=0,20 mg/L) ve 2018 Eylül, Ekim, Kasım aylarında (MMAM=0,20 mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B17 kısmında Şöbet deresi MMAM grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,30$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Kasım ve Aralık aylarında (MMAM=0,30 mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C17 kısmında Aktutan Göleti MMAM grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,23$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Kasım ayında (MMAM=0,31 mg/L) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.19. Fenol Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A18 kısmında Şenkale deresi Fenoller grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,020$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Temmuz ayında (Fenoller=0,040 mg/L) ve 2017 Nisan ayında (Fenoller=0,022 mg/L) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. 2016 Ağustos, Ekim ve Kasım aylarında (Fenoller=0,020 mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B18 kısmında Şöbet deresi Fenoller grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,021$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Temmuz ayında (Fenoller=0,040 mg/L) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri

İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C18 kısmında Aktutan Göleti Fenoller grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,098$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Haziran ayında (Fenoller= $0,331$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.20. CN⁻ Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A19 kısmında Şenkale deresi CN⁻ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,010$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda (CN⁻= $0,010$ mg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS CN⁻= $0,0012$ mg/L), maksimum (MAK-ÇKS CN⁻= $0,006$ mg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B19 kısmında Şöbet deresi CN⁻ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,011$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Haziran ayında (CN⁻= $0,030$ mg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS CN⁻= $0,0012$ mg/L), maksimum (MAK-ÇKS CN⁻= $0,006$ mg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C19 kısmında Aktutan Göleti CN⁻ grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,023$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Eylül ayında (CN⁻= $0,040$ mg/L) bu sınır

değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS CN=0,0012 mg/L), maksimum (MAK-ÇKS CN=0,006 mg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

4.21. Hidrokarbon Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A20 kısmında Şenkale deresi hidrokarbon grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,15$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Aralık ayında (hidrokarbon=1,51 mg/L) bu sınır değerini aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 B20 kısmında Şöbet deresi hidrokarbon grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,92$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Aralık ayında (hidrokarbon=0,96 mg/L) bu sınır değerini aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

EK-1 C20 kısmında Aktutan Göleti hidrokarbon grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,64$ mg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Kasım ayında (hidrokarbon=0,81 mg/L) bu sınır değerini aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

4.22. PAH Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A21 kısmında Şenkale deresi PAH grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,1229$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Şubat ayında (PAH=0,1464 µg/L) ve 2017

Mart ayında (PAH=0,1570 µg/L) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS PAH=0,00017 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS PAH=0,3122 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B21 kısmında Şöbet deresi PAH grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,1322$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Şubat ayında (PAH=0,1465 µg/L) ve 2017 Mart ayında (PAH=0,1673 µg/L) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS PAH=0,00017 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS PAH=0,3122 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C21 kısmında Aktutan Göleti PAH grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,0424$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Nisan ayında (PAH=0,0949 µg/L) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS PAH=0,00017 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS PAH=0,3122 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.23. Pestisit Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A22 kısmında Şenkale deresi Pestisit grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,50$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda (Pestisit=0,50 µg/L) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir.

YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına ve Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Pestisit), maksimum (MAK-ÇKS Pestisit) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri tablolarda yer alan değerleri topladığımızda MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B22 kısmında Şöbet deresi Pestisit grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,50 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda (Pestisit= $0,50 \mu\text{g/L}$) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına ve Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Pestisit), maksimum (MAK-ÇKS Pestisit) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri tablolarda yer alan değerleri topladığımızda MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C22 kısmında Aktutan Pestisit grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,50 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda (Pestisit= $0,50 \mu\text{g/L}$) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına ve Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Pestisit), maksimum (MAK-ÇKS Pestisit) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri tablolarda yer alan değerleri topladığımızda MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.24. Al Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A23 kısmında Şenkale deresi Al grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=277,96 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Şubat ayında ($Al=302,75 \mu\text{g/L}$) ve 2018 Mayıs ayında ($Al=337,16 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen

yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Al=2,2 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Al=27 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B23 kısmında Şöbet deresi Al grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=613,21$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Nisan ayında (Al=679,96 µg/L) ve 2017 Haziran ayında (Al=658,29 µg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 sınıfı su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Al=2,2 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Al=27 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C23 kısmında Aktutan Göleti Al grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=2854,14$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2016 Eylül ayında (Al=2552,33 µg/L) ve 2018 Mayıs ayında (Al=4061,37 µg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfı üzerinde olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Al=2,2 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Al=27 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

4.25. Fe Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A24 kısmında Şenkale deresi Fe grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=223,81$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Ağustos ayında (Fe=311,53 µg/L) ve 2018 Mayıs ayında (Fe=228,21 µg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel

Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Fe=36 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Fe=101 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B24 kısmında Şöbet deresi Fe grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri (Xr=289,82 µg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Haziran ayında (Fe=298,26 µg/L) ve 2017 Ekim ayında (Fe=439,37 µg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Fe=36 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Fe=101 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C24 kısmında Aktutan Göleti Fe grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri (Xr=2041,95 µg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Mayıs ayında (Fe=2867,29 µg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfı üzerinde olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Fe=36 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Al=101 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

4.26. Mn Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A25 kısmında Şenkale deresi Mn grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri (Xr=43,39 µg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Temmuz ayında (Mn=48,07 µg/L) ve 2018 Ağustos ayında (Mn=65,86 µg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B25 kısmında Şöbet deresi Mn grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=24,42 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Nisan ayında ($M_n=24,74 \mu\text{g/L}$) ve 2017 Haziran ayında ($M_n=73,94 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C25 kısmında Aktutan Göleti Mn grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=103,31 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2018 Mayıs ayında ($M_n=123,53 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında olduğu gözlenmektedir.

4.27. Se Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A26 kısmında Şenkale deresi Se grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=3,88 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Ocak ayında ($S_e=3,91 \mu\text{g/L}$) ve 2016 Şubat ayında ($S_e=3,90 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B26 kısmında Şöbet deresi Se grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=3,62 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Ocak ayında ($S_e=3,62 \mu\text{g/L}$) ve 2016 Mart ayında ($S_e=3,90 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C26 kısmında Aktutan Göleti Se grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,52 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Nisan ayında ($S_e=3,30 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye

göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesi değerinde olduğu gözlenmektedir.

4.28. Cu Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A27 kısmında Şenkale deresi Cu grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=65,27 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Mayıs ayında ($\text{Cu}=83,21 \mu\text{g/L}$) ve 2016 Kasım ayında ($\text{Cu}=70,11 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirlenmeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $\text{Cu}=1,60 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $\text{Cu}=3,10 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B27 kısmında Şöbet deresi Cu grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=77,99 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Nisan ayında ($\text{Cu}=87,74 \mu\text{g/L}$) ve 2016 Mayıs ayında ($\text{Cu}=83,51 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirlenmeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $\text{Cu}=1,60 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $\text{Cu}=3,10 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C27 kısmında Aktutan Göleti Cu grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=68,64 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Mayıs ayında ($\text{Cu}=77,17 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirlenmeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $\text{Cu}=1,60 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $\text{Cu}=3,10 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

4.29. Zn Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A28 kısmında Şenkale deresi Zn grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=211,93 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Mayıs ayında ($Z_n=498,84 \mu\text{g/L}$) ve 2017 Nisan ayında ($Z_n=217,89 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $Z_n=5,90 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $C_u=231,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B28 kısmında Şöbet deresi Zn grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=255,31 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Nisan ayında ($Z_n=294,07 \mu\text{g/L}$) ve 2017 Haziran ayında ($Z_n=256,91 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $Z_n=5,90 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $C_u=231,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C28 kısmında Aktutan Göleti Zn grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=152,98 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Ekim ayında ($Z_n=192,21 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $Z_n=5,90 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $C_u=231,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.30. Bor Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A29 kısmında Şenkale deresi Bor grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=330,77 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Aralık ayında ($B=1088,80 \mu\text{g/L}$) ve 2018 Şubat ayında ($B=363,46 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $B=707,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $B=1472,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B29 kısmında Şöbet deresi Bor grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=319,04 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Kasım ayında ($B=321,07 \mu\text{g/L}$) ve 2018 Şubat ayında ($B=355,87 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $B=707,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $B=1472,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C29 kısmında Aktutan Göleti Bor grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=223,73 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Kasım ayında ($B=238,65 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $B=707,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $B=1472,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.31. Co Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A30 kısmında Şenkale deresi Co grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,00 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda ($Co=1,00 \mu\text{g/L}$) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $Co=0,30 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $Co=2,60 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B30 kısmında Şöbet deresi Co grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,00 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Haziran ayında ($Co=1,85 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $Co=0,30 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $Co=2,60 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C30 kısmında Aktutan Göleti Co grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,83 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2018 Mayıs ayında ($Co=2,61 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $B=0,30 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $B=2,60 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.32. Ni Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A31 kısmında Şenkale deresi Ni grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=11,18 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Şubat ayında ($N_i=11,54 \mu\text{g/L}$) ve 2018 Aralık ayında ($N_i=13,50 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $N_i=4,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $N_i=34,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B31 kısmında Şöbet deresi Ni grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=12,27 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Nisan ayında ($N_i=16,88 \mu\text{g/L}$) ve 2018 Aralık ayında ($N_i=13,22 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $N_i=4,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $N_i=34,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C31 kısmında Aktutan Göleti Ni grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=7,74 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2018 Aralık ayında ($N_i=13,40 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $N_i=4,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $N_i=34,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.33. As Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A32 kısmında Şenkale deresi As grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,68 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Mart ayında ($As=1,75 \mu\text{g/L}$) ve 2017 Nisan ayında ($As=1,87 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $As=53,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $As=53,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B32 kısmında Şöbet deresi As grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,70 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Mart ayında ($As=1,75 \mu\text{g/L}$) ve 2017 Nisan ayında ($As=2,53 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $As=53,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $As=53,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C32 kısmında Aktutan Göleti As grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,48 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016 Mayıs ayında ($As=1,62 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $As=53,00 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $As=53,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.34. Cd Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A33 kısmında Şenkale deresi Cd grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,00 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda ($\text{Cd}=1,00 \mu\text{g/L}$) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $\text{Cd}=0,08-0,25 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $\text{Cd}=0,45-1,50 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin arasında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B33 kısmında Şöbet deresi Cd grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,00 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Nisan ayında ($\text{Cd}=3,48 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $\text{Cd}=0,08-0,25 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $\text{Cd}=0,45-1,50 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin arasında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C33 kısmında Aktutan Göleti Cd grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,00 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda ($\text{Cd}=1,00 \mu\text{g/L}$) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $\text{Cd}=0,08-0,25 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $\text{Cd}=0,45-1,50 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin arasında olduğu gözlenmektedir.

4.35. Cr Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A34 kısmında Şenkale deresi Cr grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,09 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Temmuz ayında ($Cr=1,11 \mu\text{g/L}$) ve 2018 Mart ayında ($Cr=1,98 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $Cr=1,60 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $Cr=142,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B34 kısmında Şöbet deresi Cr grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=1,33 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2018 Mart ayında ($Cr=2,92 \mu\text{g/L}$) ve 2018 Haziran ayında ($Cr=1,36 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $Cr=1,60 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $Cr=142,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C34 kısmında Aktutan Göleti Cr grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=2,37 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Nisan ayında ($Cr=5,06 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $Cr=1,60 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $Cr=142,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.36. Pb Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A35 kısmında Şenkale deresi Pb grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=5,84 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Mart ayında ($P_b=11,21 \mu\text{g/L}$) ve 2017 Nisan ayında ($P_b=6,16 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $P_b=1,20 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $P_b=14,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B35 kısmında Şöbet deresi Pb grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=4,23 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Nisan ayında ($P_b=29,83 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $P_b=1,20 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $P_b=14,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C35 kısmında Aktutan Göleti Pb grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=6,76 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Nisan ayında ($P_b=14,78 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerin aşıldığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS $P_b=1,20 \mu\text{g/L}$), maksimum (MAK-ÇKS $P_b=14,00 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

4.37. Hg Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A36 kısmında Şenkale deresi Hg grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,50 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda ($\text{Hg}=0,50 \mu\text{g/L}$) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre maksimum (MAK-ÇKS $\text{Hg}=0,07 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B36 kısmında Şöbet deresi Hg grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,50 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2016, 2017 ve 2018 tüm aylarda ($\text{Hg}=0,50 \mu\text{g/L}$) tam sınır değerinde olduğu gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre maksimum (MAK-ÇKS $\text{Hg}=0,07 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C36 kısmında Aktutan Göleti Hg grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=0,84 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Eylül ayında ($\text{Hg}=2,21 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre maksimum (MAK-ÇKS $\text{Hg}=0,07 \mu\text{g/L}$) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin üzerinde olduğu gözlenmektedir.

4.38. Ba Verilerinin Değerlendirilmesi

EK-1 A37 kısmında Şenkale deresi Ba grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=55,24 \mu\text{g/L}$) %95 sınır değeridir. 2017 Ocak ayında ($\text{Ba}=56,01 \mu\text{g/L}$) ve 2017 Şubat ayında ($\text{Ba}=57,38 \mu\text{g/L}$) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen

yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Ba=680,00 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Ba=680,00 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 B37 kısmında Şöbet deresi Ba grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=84,71$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2017 Şubat ayında (Ba=84,85 µg/L) ve 2017 Haziran ayında (Ba=104,24 µg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Ba=680,00 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Ba=680,00 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

EK-1 C37 kısmında Aktutan Göleti Ba grafiğinde görüldüğü üzere su kalitesi değeri ($X_r=50,41$ µg/L) %95 sınır değeridir. 2018 Kasım ayında (Ba=70,43 µg/L) bu sınır değerini aştığı gözlenmektedir. Hazen yöntemine göre su kalitesi değeri İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında olduğu gözlenmektedir. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre yıllık ortalama (YO-ÇKS Ba=680,00 µg/L), maksimum (MAK-ÇKS Ba=680,00 µg/L) belirlenmektedir. Su kalitesi değeri MAK-ÇKS değerinin altında olduğu gözlenmektedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

2016, 2017, 2018 yıllarında Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti kısımlarından aylık alınan numunelerin analiz sonuçları Hazen istatistiksel yöntem kullanılarak yönetmeliklere göre değerlendirilip sonuçları verilmiştir.

Sıcaklık parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

pH parametresi, Şenkale deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf ile IV. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

pH parametresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf ile IV. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

EC parametresi, Şenkale deresi ve Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

EC parametresi, Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

DO parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

Renk parametresi, Şenkale deresi ve Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

Renk parametresi, Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

AKM parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

KOİ parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

BOİ₅ parametresi, Şenkale deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

BOİ₅ parametresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

TKN parametresi, Şenkale deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

TKN parametresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre II. sınıf ile III. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

NO_3^- parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

Florür parametresi, Şenkale deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

Florür parametresi, Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

SO_4^{2-} parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

Cl^- parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

$\text{NH}_3\text{-N}$ parametresi, Şenkale deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A2 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

$\text{NH}_3\text{-N}$ parametresi, Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 sınıfı su kalitesi aralığında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

TOK parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

$o\text{-PO}_4^{3-}$ parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

Yağ ve Gres parametresi, Şenkale deresi için İSEEPYSKDY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır. YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

Yağ ve Gres parametresi, Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır. YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

Yağ ve Gres parametresi, Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır. YSKY'ye göre II. sınıf ile III. sınıf su kalitesi aralığında yer almaktadır.

MMAM parametresi, Şenkale deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

MMAM parametresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

Fenoller parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

CN^- parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli

Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

Hidrokarbon parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'ye göre sınıfsal bir değerlendirme yapılamamaktadır.

PAH parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

Pestisit parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına ve Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre tablolarda yer alan değerleri topladığımızda MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

Al parametresi, Şenkale deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 ile A2 su kalitesi sınıfı aralığında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

Al parametresi, Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

Al parametresi, Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfı üzerinde yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

Fe parametresi, Şenkale deresi ve Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

Fe parametresi, Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A3 su kalitesi sınıfı üzerinde yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

Mn parametresi, Şenkale deresi ve Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

Mn parametresi Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında, YSKY'ye göre I. sınıf ile II. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

Se parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında, YSKY'ye göre I. sınıf su kalitesinde yer almaktadır.

Cu parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A2 ile A3 su kalitesi sınıfı aralığında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

Zn parametresi, Şenkale deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

Zn parametresi, Şöbet deresi için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

B parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

Co parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

Ni parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

As parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

Cd parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin arasında yer almaktadır.

Cr parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirleticiler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

Pb parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

Hg parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:5 de yer alan Öncelikli Maddeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin üzerinde yer almaktadır.

Ba parametresi, Şenkale deresi, Şöbet deresi ve Aktutan Göleti için İSEEPYSKDY'ye göre A1 su kalitesi sınıfında yer almaktadır. YSKY'de Tablo:4 de yer alan Belirli Kirlenmeler ve Çevresel Kalite Standartlarına (ÇKS) göre MAK-ÇKS değerinin altında yer almaktadır.

5.2. Öneriler

Gümüşhane ili içme suyunu karşılayacak olan Bahçecik barajını besleyecek derelerin su kalitesini belirlemede uluslararası metodlar kullanılmış ve analizleri laboratuvar ortamında yapılmıştır.

Su kalitesinin en önemli basamağı numune alma kısmıdır. Numune alma olayı yanlış gerçekleşirse yapılan tüm analizler anlamsız olur. Numune alırken uzman arkadaşların tecrübeli olması, kimya bilgisinin olması son derece önemlidir.

Numune alım sırasında sıcaklık, pH, EC ve DO gibi anlık değişkenlik gösteren parametreler yerinde değerlendirilmelidir. Bu sebepten dolayı aylık alınıp bakılan bu numune parametrelerin daha doğru değerlendirilebilmesi için günlük online ölçüm istasyonlarının kurulması gereklidir.

Su kalitesi parametrelerinin daha iyi değerlendirilmesi için akarsuların bütün değerlendirilmesi şarttır. Birkaç parametreyle su kalitesi belirlenemez. Günümüz şartlarında binlerce mikrokirleticilerin olduğu düşünülürse ne derece mühim olduğu ortaya çıkacaktır. Su kalitesinin belirlenebilmesi için son derece modern kurulmuş su laboratuvarları, uluslararası standartlar ve cihazlar kullanılarak uzman kadro eşliğinde bu işlemlerin yapılması gereklidir.

Fiziki kirliliklerin giderilmesi için arıtma tesisi öncesinde eleklerin olması gereklidir. Su havalandırma işlemi yapılarak organik uçucuların uzaklaştırılması gereklidir.

Suda çözülmüş ağır metallere örneğin Fe ve Mn gibi ağır metaller oksitlendirilerek çözünmemiş forma alınması gereklidir. Havalandırma yetersiz olması durumunda güçlü oksitleme yapılabilmesi için ozon tekniği kullanılmalıdır.

Arsenik, civa gibi daha zehirli ağır metallerin olması durumunda kimyasal arıtma teknikleri, membran filtrasyon tekniği kullanıma ihtiyaç duyulabilir.

Arıtma işleminin basit değil daha kapsamlı ileri arıtma teknikleri kullanılması hızlı sonuçların alınması ve daha kaliteli suyun evlere ulaştırılması için son derece önemlidir.

Ayrıca tarımsal zirai ilaçların yani pestisitlerin, hidrokarbonların, fenollerin ve polisiklik aromatik hidrokarbonların değerlendirilmesi için ayrı uzman kadro gerektirir ve bu ekip çalışmasının olması gerekir. Ayrıca akarsuları etkileyecek zirai ilaçların kullanılmaması için halkın bilinçlendirilmesi şarttır.

KAYNAKLAR

- Akçadağ, F., 2014. Suda Askıda Katı Madde Tayini Yeterlilik Testi Raporu. Tübitak Ulusal Metroloji Enstitüsü Referans Malzemeleri Laboratuvarı, Gebze, Kocaeli.
- Alley, E.R., 2006. Water Quality Control Handbook. Second Edition. 793 pp, McGraw-Hill, New York.
- Anonim, 2012. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü., 2012. Ulusal Su Kalitesi Yönetimi Strateji Belgesi (2012-2023), Ankara.
- Anonim, 2014. T.C. Kalkınma Bakanlığı, Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018, 2014. Su Kaynakları Yönetimi ve Güvenliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
- Anonim, 2018a. <https://www.su.gen.tr/su-nedir.html> (08.12.2018).
- Anonim, 2018b. <https://www.su.gen.tr/suyun-molekul-yapisi.html> (08.12.2018).
- Anonim, 2019. http://www.yildiz.edu.tr/~filhan/Amonyak_Azotu_ve_TKN.pdf YTÜ Çevre Mühendisliği Bölümü, Amonyak ve TKN Deneyi Laboratuvar Föyleri, (02.03.2019).
- ASTM D8084-17, 2017. Standart Test Method for Photoelectrochemical Oxygen Demand of Freshwater Sources for Drinking Water Treatment Plants and Treated Drinking Water, ASTM International, West Conshohocken, PA19428-2959, United States.
- Atay, D. ve Pulatsü, S., 2000. Su Kirlenmesi ve Kontrolü. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Yayın No:1513, Ankara.
- Bellingham, K., 2009. Physicochemical Parameters of Natural Waters. Stevens Water Monitoring Systems, Inc., 17 s. (<http://www.stevenswater.com>.)
- Bitton, G., 1997. Formula Handbook for Environmental Engineers and Scientists. University of Florida, Gainesville, Florida.
- Boyd, C.E. and Tucker, C.S., 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts, USA.
- Chapman, D. and Kimstach, V., 1996. Chapter 3. Selection of Water Quality Variables. Water Quality and Assesments-A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Enviromental Monitoring, Second Edition., Chapman, D. (ed), pp 1-56, UNESCO / WHO/ UNEP.
- Dursun, Ş., Karataş, M., Öztürk, E., 2005. Konya İl Merkezindeki Kuyu İçme Sularının Florür Seviyelerinin Tespit Edilmesi. <http://dergipark.gov.tr/download/article-file/214905> (04.03.2019).
- Falkenmark, M., Lundquist, J. and Widstrand, C., 1989. Macro-scale water scarcity requires micro-scale approaches: Aspects of vulnerability in semi-arid development. Natural Resources Forum, 13(4): 258 - 267.
- Gregor, M., 2013. Surface and Groundwater Quality Changes in Periods of Water Scarcity. Doctoral Thesis, Comenius University, Bratislava, Slovakia.
- Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition., 2008. World Health Organization, Geneva.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997a. Pestisitler. Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:52, 169 s, Ankara.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1997b. Su Kalitesi. Çevre Sağlığı Kaynak Dizisi No:43, 92s, Ankara.

- Harper, D., 1992. Eutrophication of freshwaters: Principles, problems and restoration. Chapman and Hall, London, UK.
- Koukal, B., Dominik, J., Vignati, D., Arpagaus, P., Santiago, S., Ouddane, B., and Benaabidate, L., 2004. Assessment of water quality and toxicity of polluted Rivers Fez and Sebou in the region of Fez (Morocco). *Environmental Pollution*, 131, 163-172.
- Manahan, S.E., 2000. *Environmental Chemistry*. Seventh edition, 876 pp, CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Method 200.8, 1999. Determination of trace elements in waters and wastes by inductively coupled plasma – Mass spectrometry, Revision 5.5, National Exposure Research Laboratory (Formerly Environmental Monitoring Systems Laboratory) Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.
- Method 550.1, 1990. Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in drinking water by liquid-solid extraction and HPLC with coupled ultraviolet and fluorescence detection, Environmental Monitoring Systems Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency Cincinnati, Ohio.
- Öktem A. ve Aksoy A., 2014. Türkiye'nin Su Riskleri Raporu, İstanbul.
- Parameters of Water Quality, 2001. Interpretation and Standards, Environmental Protection Agency, Ireland.
- Rice, E.W., Baird, R.B., Eaton, A.D., and Clesceri, L.S., 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Edition 2005/2120*, APHA, AWWA, WEF, Washington DC, 7-15.
- Rice, E.W., Baird, R.B., Eaton, A.D., and Clesceri, L.S., 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Edition 2005/5210*, APHA, AWWA, WEF, Washington DC.
- Rice, E.W., Baird, R.B., Eaton, A.D., and Clesceri, L.S., 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21th Edition 2005/5520*, APHA, AWWA, WEF, Washington DC.
- Rijsberman, F.R., 2006. Water scarcity: Fact or fiction?. *Agricultural Water Management*, 80(1 - 3), 5 - 22.
- Sawyer, C.N. and McCarty, P.L., 1978. *Chemistry for Environmental Engineering*, 3rd ed., McGraw-Hill, New York.
- Sedlak, R., 1991. *Phosphorus and Nitrogen Removal from Municipal Wastewater Principles and Practice 2d ed.*, New York.
- Sepa Proje Mühendislik Müşavirlik Ltd. Şti., 2016. Gümüşhane Bahçecik Barajı İçmesuyu Arıtma Tesisi ve İsale hattı Planlama Raporu , Cilt-1. Çankaya, Ankara.
- Shiklomanov, I.A., 1993. "World fresh water resources" In P.H. Gleick (editor) *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*. Oxford University Press, New York.
- Sigel, A., Sigel, H. and Sigel, R.K.O., 2013. *İnterrelations between Essential Metal Ions and Human Diseases*. Springer Science+Business Media Dordrecht, Netharlands.
- Şengül, F., Müezzinoğlu, A., 1997. *Çevre Kimyası*. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 3. Baskı, 243 sayfa, İzmir.

- T.C. Resmi Gazete, İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik. (28338), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/06/20120629-9.htm> (05.12.2018).
- T.C. Resmi Gazete, Orman ve Su İşleri Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname. (27984), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2011/07/20110704M1-2.htm> (05.12.2018).
- T.C. Resmi Gazete, Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. (29797), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2016/08/20160810-9.htm> (05.12.2018).
- T.C. Resmi Gazete, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği. (28483), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/11/20121130-5.htm> (05.12.2018).
- T.C. Resmi Gazete, Yüzeysel Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik.(29327), <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/04/20150415-18.htm> (05.12.2018).
- Trussel, R.P., 1972. The Percent Un-ionized Ammonia in Aqueous Ammonia Solutions at Different pH Levels and Temperatures. J.Fish. Resch. Bd. Canada, 29, 1739-1744.
- TS 6227 ISO 6439, 2005. Water quality- Determination of phenol index- 4-aminoantipyrine spectrometric Methods after distillation.
- TS 7889, 1990. Su kalitesi- Toplam Fosfor Tayini- Kalay II Klorür Metodu.
- TS 8195 EN 1484, 2000. Su kalitesi – Toplam organik karbon (TOK) ve Çözünmüş organik karbon (ÇOK) tayin kılavuzu.
- TS 9748 EN 27888, 1996. Su kalitesi – Elektriksel iletkenlik tayini.
- TS EN 872, 2007. Su kalitesi – Askıdaki katı maddelerin tayini – Cam elyaf süzgeçler kullanılarak süzme yöntemi, 1-11.
- TS EN ISO 10304-1, 2010. Su kalitesi-Çözünmüş florür, klorür, nitrit, ortofosfat, bromür, nitrat ve sülfat iyonlarının sıvı iyon kromatografisi ile tayini, bölüm 1- Az kirlenmiş sular için metot, 1-27.
- TS EN ISO 10523, 2012. Su kalitesi – pH tayini (ISO 10523:2008).
- TS EN ISO 14911, 2000. Su kalitesi- Su ve atıksularda çözünmüş Li+, Na+, NH₄⁺, K+, Mg²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Sr²⁺ ve Ba²⁺ nin tayini – İyon kromatografisi metodu, 1-19.
- TS EN ISO 16265-2, 2012. Determination of the methylene blue active substances (MBAS) index. Method using continuous flow analysis (CFA).
- TS EN ISO 17294-1, 2004. Water quality- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)- Part 1: General guidelines.
- TS EN ISO 17294-2, 2017. Water quality- Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS)- Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes.
- TS EN ISO 5667-1, 2008. Su kalitesi - numune alma - Bölüm 1: Numune alma programlarının ve numune alma tekniklerinin tasarımına dair kılavuz.
- TS EN ISO 5667-3, 2013. Su kalitesi - numune alma - Bölüm:3 Su numunelerinin muhafaza, taşıma ve depolanması için kılavuz (ISO 5667-3:2012).
- TS EN ISO 5814, 2013. Su kalitesi – Çözünmüş oksijen tayini – Elektrokimyasal sonda metodu (ISO 5814:2012).

- TS EN ISO 9377-2, 2002. Su kalitesi- Hidrokarbon yağ indeksinin tayini- Bölüm 2: Çözücü ekstraksiyon ve gaz kromatografisi yöntemi.
- Unicef Handbook on Water Quality, 2008. New York.
- Vıgıl, K.M., 2003. Clean Water : An Introduction to Water Quality and Water Pollution Control. Second Edition., Oregon State University Press, 101 Waldo Hall Corvallis, USA.
- Wetzel, R.G. and Likens, G.E., 2000. Limnological Analyses. Springer Science Business Media, Inc. United States of America, 435 pp.
- WHO, 1984. Fluorine and Fluorides in Environmental Health Criteria, (36) 25-26, World Health Organization, Geneva.



ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Trabzon'da doğdu. İlkokulu ve ortaokulu Kurtuluş İlkokulu, Fatih İlköğretim Okulu ve Mehmet Akif Ersoy İlköğretim Okullarında tamamladı. Liseyi Tefvik Serdar Anadolu Lisesi'nde okudu. 2004 yılında başladığı Atatürk Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılında Cengiz Holdinge bağlı Eti Bakır A.Ş. firmasında 2011 yılına kadar laboratuvar mühendisi olarak çalıştı. 2011-2013 yılları arasında Doğan Holding ve Saray Halı Holding iştiraki ile kurulan Gümüştaş Madencilik ve Tic. A.Ş. firmasında Laboratuvar sorumlusu olarak çalıştı. 2013 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Proses ve Reaktör Tasarımı bilim dalında tezli yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılından itibaren iş hayatına Devlet Su İşleri 22. Bölge Müdürlüğü Kalite Kontrol ve Laboratuvar Şube Müdürlüğü'nde halen devam etmektedir.