

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALIKESİR İLİ MERKEZ İÇME SUYU ARITMA TESİSİ
SU KALİTESİNİN YILLIK DEĞİŞİMİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE REVİZYON ÖNERİLERİ**

**Tezi Hazırlayan
Hüseyin GEDİKOĞLU**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2021
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BALIKESİR İLİ MERKEZ İÇME SUYU ARITMA TESİSİ
SU KALİTESİNİN YILLIK DEĞİŞİMİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE REVİZYON ÖNERİLERİ**

**Tezi Hazırlayan
Hüseyin GEDİKOĞLU**

**Tez Danışmanı
Prof. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2021
NEVŞEHİR**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Prof. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA danışmanlığında Hüseyin GEDİKOĞLU tarafından hazırlanan "**Balıkesir İli Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi Su Kalitesinin Yıllık Değişiminin Değerlendirilmesi ve Revizyon Önerileri**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

.../.../20..

JÜRİ

Başkan : Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK

Üye : Prof. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA

Üye : Doç. Dr. Oğuzhan GÖK

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun.....tarih ve.....
sayılı kararı ile onaylanmıştır.

.../.../20..

Prof. Dr. Şahlan ÖZTÜRK
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİM SAYFASI

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada yer alan bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu ve bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

Hüseyin GEDİKOĞLU

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan, her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan Sayın hocam Prof. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA'ya,

Maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren ve tüm öğrenimim boyunca yanımda olan değerli AİLEME,

Ayrıca çalışmaya verdikleri destekten dolayı, Balıkesir Büyükşehir Belediye Başkanı Sayın Yücel YILMAZ'a ve Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürü Sayın İzzet GÜNAL'a teşekkür ederim.

**BALIKESİR İLİ MERKEZ İÇME SUYU ARITMA TESİSİ SU KALİTESİNİN
YILLIK DEĞİŞİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE REVİZYON ÖNERİLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Hüseyin GEDİKOĞLU

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül 2021**

ÖZET

Su, hayatın en önemli parçalarından biridir. Günümüzde temiz içme suları, insan açısından zor bulunmuştur. Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) araştırmalarına göre, dünyanın %70'i suyla kaplı olmasına rağmen içilebilecek su oranı düşüktür, içilebilir tatlı su oranı ise %3'ün altındadır. Tüketime uygun olmayan içme suları, içme suyu arıtma tesislerinde arıtıldıktan sonra şebekeye verilmiştir. Bu çalışmada, Balıkesir ili merkezindeki içme ve kullanma sularının, su kalitesinin belirlenmesi ve kullanım açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. 2017, 2018 ve 2019 yıllarındaki ham su ve arıtılmış su kalite parametreleri olan alüminyum, amonyum, bulanıklık, çözünmüş oksijen, demir, iletkenlik, mangan, nitrat, nitrit, pH, renk, sertlik ve toplam organik madde, TS 266 ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmenlik standartları açısından incelenmiştir. Balıkesir merkez içme sularının fiziksel ve kimyasal açıdan analizleri değerlendirilmiş ve tüketime uygun olup olmadığı saptanmıştır. Arıtma tesisindeki ham su ve arıtılmış su numuneleri günlük periyodik olarak analizleri yapılmıştır. Bulanıklık nefelometrik ölçüm, pH elektrometrik ölçüm, renk görsel karşılaştırma metodu, sertlik ve organik madde titrimetrik ölçüm metoduyla yapılmıştır. Geriye kalan demir, mangan, amonyum, nitrit, nitrat ve alüminyum, spektrofotometrik ölçüm metoduyla ölçülmüştür. Ham suyun, mangan, demir, renk ve bulanıklık konsantrasyonları yüksek değerler ve salınımlar göstermiştir. Literatür araştırmasından edinilen bilgilere göre, evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları bu salınımlara neden olmuştur. Aynı zamanda renk, bulanıklık demir ve mangan konsantrasyonlarının artış sebeplerinden biri de bölgede yaşanan asit yağmurlarıdır. Renk, bulanıklık, demir ve mangan konsantrasyonlarındaki özellikle kış mevsiminde yaşanan yüksek

konsantrasyon sebeplerinden biri de yağmur yağışları ve jeolojik yapıdan kaynaklanmıştır. Dolayısıyla, İıkizcetepeler baraj gölü havzasının koruması gerekmektedir. Arıtılmış su analiz sonuçları, TS 266 ve İınsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standartlarına uygun olduğu görölmüştür.

Anahtar kelimeler: *İıçme suyu, Su kalitesi, Balıkesir.*

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Serkan şAHİNKAYA

Sayfa Adedi: 129



**EVALUATION OF ANNUAL CHANGE OF WATER QUALITY OF
BALIKESİR CITY CENTRAL DRINKING WATER TREATMENT PLANT
AND REVISION RECOMMENDATIONS**

(M. Sc. Thesis)

Hüseyin GEDİKOĞLU

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE**

September 2021

ABSTRACT

Water is one of the most important parts of life. Today, clean drinking water is difficult for people. According to the World Wildlife Fund (WWF) research, although 70% of the world is covered with water, the rate of drinkable water is low, and the rate of drinkable fresh water is below 3%. Drinking water that is not suitable for consumption is given to the network after being treated in drinking water treatment plants. In this study, it is aimed to determine the water quality of drinking and utility water in Balıkesir city center and to evaluate it in terms of use. The quality parameters of raw water and treated water in 2017, 2018 and 2019 are aluminum, ammonium, turbidity, dissolved oxygen, iron, conductivity, manganese, nitrate, nitrite, pH, color, hardness and total organic matter, TS 266 and Turkey Waters for Human Consumption It is being examined in terms of regulation standards. The physical and chemical analyzes of the central drinking water of Balıkesir are evaluated and it is determined whether it is suitable for consumption. The raw water and treated water samples in the treatment plant are analyzed on a daily basis. Turbidity is made by nephelometric measurement, pH electrometric measurement, color visual comparison method, hardness and organic matter titrimetric measurement method. The remaining iron, manganese, ammonium, nitrite, nitrate and aluminum are measured by the spectrophotometric measurement method. Raw water, manganese, iron, color and turbidity concentrations show high values and oscillations. According to the information obtained from the literature research, domestic and industrial wastewater discharges cause these emissions. At the same time, one of the reasons for the increase in color, turbidity, iron and manganese

concentrations is the acid rain in the region. One of the reasons for the high concentration of color, turbidity, iron and manganese concentrations, especially in winter, can be caused by rain precipitation and geological structure. Therefore, the İkizcetepeler reservoir basin should be protected. Purified water analysis results comply with TS 266 and Turkey Regulation on Water Intended for Human Consumption.

Keywords: *Drinking water, Water quality, Balıkesir.*

Thesis Supervisor: Prof. Dr. Serkan ŞAHİNKAYA

Page of Number: 129



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
HARİTALAR LİSTESİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xviii
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
İÇME SUYU KALİTE PARAMETRELERİ VE STANDARTLARI	3
2.1. İçme Suyu Kalitesi Parametreleri.....	3
2.1.1. Alüminyum	3
2.1.2. Amonyum	3
2.1.3. Bulanıklık	3
2.1.4. Çözünmüş oksijen.....	3
2.1.5. Demir ve manganez	3
2.1.6. İletkenlik	4
2.1.7. Nitrit ve nitrat	4
2.1.8. pH	4
2.1.9. Renk.....	4
2.1.10. Sertlik.....	4

2.1.11. Organik madde.....	4
2.2. İçme Suyu Kalitesi Standartları.....	5
2.2.1. Ülkemizdeki içme suyu standartları	5
2.2.2. Dünyadaki içme suyu standartları.....	5
2.3. İçme Suyu Arıtımında Kullanılan Prosesler.....	13
2.3.1. Havalandırma.....	13
2.3.2. Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma.....	13
2.3.3. Çöktürme	14
2.3.4. Filtrasyon	14
2.3.5. Dezenfeksiyon	15
2.4. İçme Suyu Arıtma Tesisi İşletme Problemleri	15
BÖLÜM 3	18
MATERYAL VE METOD	18
3.1. Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi	20
3.1.1. Balıkesir içme suyu arıtma tesisi akım şeması ve hidrolik profili.....	21
BÖLÜM 4	24
BULGULAR VE TARTIŞMA	24
4.1. Ham Su Bulguları.....	24
4.1.1. 2017 yılı ham su bulguları	24
4.1.2. 2018 yılı ham su bulguları	31
4.1.3. 2019 yılı ham su bulguları	38
4.2. Arıtılmış Su Bulguları	48
4.2.1. 2017 yılı arıtılmış su bulguları.....	48
4.2.2. 2018 yılı arıtılmış su bulguları.....	55
4.2.3. 2019 yılı arıtılmış su bulguları.....	62
4.3. Alüminyumun Mevsimsel Değişimi	69

4.4. Amonyumun Mevsimsel Değişimi.....	72
4.4. Bulanıklığın Mevsimsel Değişimi.....	75
4.5. Çözünmüş Oksijenin Mevsimsel Değişimi.....	78
4.6. Demirin Mevsimsel Değişimi.....	80
4.7. Manganın Mevsimsel Değişimi.....	83
4.8. İletkenliğin Mevsimsel Değişimi.....	87
4.9. Nitratın Mevsimsel Değişimi.....	89
4.10. Nitritin Mevsimsel Değişimi.....	90
4.11. pH'ın Mevsimsel Değişimi.....	93
4.12. Rengin Mevsimsel Değişimi.....	95
4.13. Sertliğin Mevsimsel Değişimi.....	97
4.14. Toplam Organik Maddenin Mevsimsel Değişimi.....	100
4.15. Arıtım Verimi.....	103
4.15.1. Alüminyumun arıtma verimi.....	103
4.15.2. Amonyumun arıtma verimi.....	104
4.15.3. Bulanıklığın arıtma verimi.....	105
4.15.4. Çözünmüş oksijen değişimi verimi.....	106
4.15.5. Demirin arıtım verimi.....	107
4.15.6. Manganın arıtım verimi.....	108
4.15.7. İletkenliğin arıtım verimi.....	109
4.15.8. Nitratın arıtım verimi.....	110
4.15.9. Nitritin arıtım verimi.....	111
4.15.10. Rengin arıtım verimi.....	112
4.15.11. Sertliğin arıtımı verimi.....	113
4.15.12. Toplam organik maddenin arıtım verimi.....	114
4.16. Balıkesir’de Görülen Asit Yağmurları ve Etkileri.....	116

4.17. Revizyon Önerileri	117
BÖLÜM 5	119
SONUÇ	119
KAYNAKLAR	120
EKLER	128
EK-1 Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi Veri Kullanım İzni	128
ÖZGEÇMİŞ	129



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standartları	6
Tablo 2.2. İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmelik standartları.....	8
Tablo 2.3. TS 266 Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular standartları	10
Tablo 2.4. WHO, USEPA ve EC standartları	11
Tablo 2.5. Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma proseslerinde kullanılan kimyasallar....	14
Tablo 2.6. Hızlı ve yavaş karıştırma proseslerindeki problemler ve çözüm önerileri ..	16
Tablo 2.7. Filtrasyon proseslerindeki problemler ve nedenler.....	17
Tablo 4.1. 2017 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları.....	27
Tablo 4.2. 2017 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları.....	28
Tablo 4.3. 2017 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları	29
Tablo 4.4. 2017 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları	30
Tablo 4.5. 2018 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları.....	34
Tablo 4.6. 2018 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları.....	35
Tablo 4.7. 2018 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları	36
Tablo 4.8. 2018 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları	37
Tablo 4.9. 2019 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları.....	41
Tablo 4.10. 2019 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları.....	42
Tablo 4.11. 2019 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları	43
Tablo 4.12. 2019 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları	44
Tablo 4.13. 2017 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	51
Tablo 4.14. 2017 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları	52
Tablo 4.15. 2017 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	53
Tablo 4.16. 2017 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	54
Tablo 4.17. 2018 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	58
Tablo 4.18. 2018 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları	59

Tablo 4.19. 2018 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	60
Tablo 4.20. 2018 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	61
Tablo 4.21. 2019 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	65
Tablo 4.22. 2019 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları	66
Tablo 4.23. 2019 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	67
Tablo 4.24. 2019 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları.....	68



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Balıkesir İçme Suyu Arıtma Tesisi Akım Şeması	21
Şekil 3.2. Balıkesir İçme Suyu Arıtma Tesisi Hidrolik Profili	22
Şekil 4.1. 2017 yılı alüminyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	70
Şekil 4.2. 2018 yılı alüminyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	71
Şekil 4.3. 2019 yılı alüminyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	71
Şekil 4.4. 2017 yılı amonyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	73
Şekil 4.5. 2018 yılı amonyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	74
Şekil 4.6. 2019 yılı amonyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	74
Şekil 4.7. 2017 yılı bulanıklık mevsimsel değişimi	76
Şekil 4.8. 2018 yılı bulanıklık mevsimsel değişimi	77
Şekil 4.9. 2019 yılı bulanıklık mevsimsel değişimi	77
Şekil 4.10. 2017 yılı çözünmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	79
Şekil 4.11. 2018 yılı çözünmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	79
Şekil 4.12. 2019 yılı çözünmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	80
Şekil 4.13. 2017 yılı demir konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	82
Şekil 4.14. 2018 yılı demir konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	82
Şekil 4.15. 2019 yılı demir konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	83
Şekil 4.16. 2017 yılı mangan konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	85
Şekil 4.17. 2018 yılı mangan konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	86
Şekil 4.18. 2019 yılı mangan konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	86
Şekil 4.19. 2017 yılı iletkenlik mevsimsel değişimi	87
Şekil 4.20. 2018 yılı iletkenlik mevsimsel değişimi	88
Şekil 4.21. 2019 yılı iletkenlik mevsimsel değişimi	88
Şekil 4.22. 2018 yılı nitrat konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	89
Şekil 4.23. 2019 yılı nitrat konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	90
Şekil 4.24. 2017 yılı nitrit konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	91

Şekil 4.25. 2018 yılı nitrit konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	92
Şekil 4.26. 2019 yılı nitrit konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	92
Şekil 4.27. 2017 yılı pH'ın mevsimsel değişimi	93
Şekil 4.28. 2018 yılı pH'ın mevsimsel değişimi	94
Şekil 4.29. 2019 yılı pH'ın mevsimsel değişimi	94
Şekil 4.30. 2017 yılı renk mevsimsel değişimi	96
Şekil 4.31. 2018 yılı renk mevsimsel değişimi	96
Şekil 4.32. 2019 yılı renk mevsimsel değişimi	97
Şekil 4.33. 2017 yılı sertlik konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	98
Şekil 4.34. 2018 yılı sertlik konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	99
Şekil 4.35. 2019 yılı sertlik konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	99
Şekil 4.36. 2017 yılı toplam organik madde konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	101
Şekil 4.37. 2018 yılı toplam organik madde konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	101
Şekil 4.38. 2019 yılı toplam organik madde konsantrasyonunun mevsimsel değişimi	102
Şekil 4.39. 2017, 2018 ve 2019 yılları alüminyum arıtım verimi	104
Şekil 4.40. 2017, 2018 ve 2019 yılları amonyum arıtım verimi	105
Şekil 4.41. 2017, 2018 ve 2019 yılları bulanıklık arıtım verimi	106
Şekil 4.42. 2017, 2018 ve 2019 yılları çözülmüş oksijen değişim verimi	107
Şekil 4.43. 2017, 2018 ve 2019 yılları demir arıtım verimi	108
Şekil 4.44. 2017, 2018 ve 2019 yılları mangan arıtım verimi	109
Şekil 4.45. 2017, 2018 ve 2019 yılları iletkenlik arıtım verimi	110
Şekil 4.46. 2017, 2018 ve 2019 yılları nitrat arıtım verimi	111
Şekil 4.47. 2017, 2018 ve 2019 yılları nitrit arıtım verimi	112
Şekil 4.48. 2017, 2018 ve 2019 yılları renk arıtım verimi	113

Şekil 4.49. 2017, 2018 ve 2019 yılları sertlik artım verimi	114
Şekil 4.50. 2017, 2018 ve 2019 yılları toplam organik madde artım verimi	115



HARİTALAR LİSTESİ

Harita 3.1. Balıkesir ve İkizcetepeler Barajı konumu	20
--	----



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

%	Yüzde
≤	Küçük eşit
°C	Santigrat derece
µg	Mikrogram
Al	Alüminyum
Al₂(SO₄)₃	Alüminyum sülfat
Ca⁺²	Kalsiyum iyonu
CaCO₃	Kalsiyum karbonat
Ç.Oksijen	Çözünmüş oksijen
Çıkış Kons.	Çıkış Konsantrasyonu
EC	Avrupa Birliği
EPA	Çevre Koruma Ajansı
Fe⁺²	Demir iyonu
FeCl₃	Ferrik klorür
Giriş Kons.	Giriş Konsantrasyonu
H⁺	Hidrojen iyonu
İTASHY	İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik
L	Litre
Maks.	Maksimum
mg	Miligram
Mg⁺²	Magnezyum iyonu
Min.	Minimum
ml	Mililitre
Mn⁺²	Mangan iyonu

NH₄⁺	Amonyum
NO₂⁻	Nitrit
NO₃⁻	Nitrat
NTU	Nefelometrik bulanıklık birimi
O₂	Oksijen
OH⁻	Hidroksit iyonu
pH	Bir çözeltilinin asitlik veya bazlık derecesi
Pt-Co	Platin-Kobalt renk birimi
Top.Org.	Toplam organik madde
TS 266	Türk Standartları Enstitüsü İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
µS/cm	Mikro Siemens/santimetre

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Su hayatın en önemli parçalarından biridir. Tüm canlıların yaşamı için su çok önemli bir faktördür [1]. Dünyanın yeryüzünün dörtte üçü su ile kaplıdır ancak %97'si tuzlu sudur, geriye kalan %3'lük su kaynağı tatlı su olmasına rağmen bu kaynağın büyük bir kısmı buzullar ve yeraltında mevcuttur [2].

Dünyada ve ülkemizdeki nüfus artışı da, su ihtiyacını arttırmıştır ve potansiyel bir kirlilik oluşturmuştur. Kirlenmiş tatlı su kaynaklarının temizlenmesi güç ve maliyetli bir durumdur [3]. Geçmişten günümüze içme ve kullanma suyu olarak birçok mühendislik çalışması yapılmıştır. Sağlık açısından uygun olan, yani mikrobiyolojik ve kimyasal madde içeriği olmayan sular, içme suyu olarak kullanıma uygundur. Dolayısıyla içme suyu kaynağından, tüketicinin musluğuna kadar giden suyun, bu süreçteki su yönetimi oldukça önemlidir [4].

Şehirler, nüfus miktarı, gelir seviyesi, iklim ve çeşitli etkinliklere bağlı olarak çok fazla su tüketen yerleşim birimleridir. Şehirlerde bulunan konut ve ticari işyerlerinin su ihtiyacı birbirinden farklıdır, dolayısıyla su tüketimi açısından bunlar da bir faktördür. Aynı zamanda satın alma gücü, hane halkı sayısı, su tüketimi alışkanlıkları ve gelenek ve görenekler de bu konuda etkileyicidir [5]. İçme suyu kalite yönetimi, su kaynaklarındaki kirlilik kontrolü, uygun arıtım metotları, arıtma tesisindeki kalifiye elemanların varlığı, su dağıtım sisteminin uygun olması ve su kalitesi hakkında kamuoyuna bilgilendirici açıklamalar yapılması ve tüm bunların aynı anda uygulanması olarak ele alınmıştır [6]. Arıtma tesislerinin birçoğu, kaliteli ham sulara göre tasarlanmıştır. Yoğun kirlilik görülen ham sulara, arıtma tesisi tam olarak verimli çalışmamıştır ve bu yüzden arıtıldığını düşündüğümüz ham sular, aslında yüksek kirlilik içermiştir [7].

İçme sularının temel fiziksel özellikleri sıcaklık, renk, bulanıklık, koku ve tattır, temel kimyasal özellikleri ise pH, elektriksel iletkenlik, tuzluluk, alkanite, sertlik, ağır metaller ve çözülmüş oksijen olarak sıralanabilir. İçilebilir suyun sıcaklığı 7-12 °C ve berrak olmalıdır. Aynı zamanda pH nötr ya da çok az alkali olmalıdır. Dünyada birçok ülkede Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Çevre Koruma Ajansı (EPA) standartları

uygulanmıştır. Ülkemizde ise Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından TS 266 ve İnsani Tüketim Amaçlı Yönetmelik olarak standartlar bulunur [8].

Balıkesir ili merkez içme suları, ham olarak İkizcetepeler barajından alındıktan sonra, Balıkesir içme suyu arıtma tesisinde arıtılarak şebekeye verilmiştir. Bu çalışmada, Balıkesir ili merkezindeki içme ve kullanma sularının, su kalitesinin belirlenmesi ve kullanım açasından değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ham su ve arıtılmış su kalite parametreleri olan alümiyum, amonyum, bulanıklık, çözünmüş oksijen, demir, iletkenlik, mangan, nitrat, nitrit, pH, renk, sertlik ve toplam organik madde TS 266 standartları açasından bu çalışmada incelenmiştir.

Ayrıca bu çalışmadaki tüm veriler, Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi'nden resmi yazı ile izin alınarak kullanılmıştır (EK-1).

BÖLÜM 2

İÇME SUYU KALİTE PARAMETRELERİ VE STANDARTLARI

2.1. İçme Suyu Kalitesi Parametreleri

2.1.1. Alüminyum

Taşıma potansiyeli açısından su, alüminyum için büyük bir zemin oluşturur [9]. Aşırı asidik ve alkali pH derecelerinde yüksek çözünürlükte bulunur, aynı zamanda nötr pH seviyelerinde ise çözünmez özelliktedir [10]. Yüksek alüminyum suyun rengini bozar ve mavi bir görüntü verir [11]. Jeolojik yapı kaynaklı olarak toprakta bulunan alüminyum pH'a bağlı olarak doğal sulara karışmıştır, aynı zamanda madencilik, kömür, tarımsal faaliyetler gibi faktörler de etkin bir biçimde rol almıştır [12,13].

2.1.2. Amonyum

Sularda tat ve koku problemi oluşturur. Suda amonyum varlığı, evsel, endüstriyel atıkların yanında gübrelerden kaynaklıdır [11]. Sularda azotlu bileşikler çoğunlukla, amonyum azotu, nitrit, nitrat ve organik azot olarak bulunur. Bölgenin jeolojik yapısına, yağmur sularıyla taşınan azota ve tarımsal faaliyetlere bağlı olarak, amonyumun varlığını göstermiştir [14].

2.1.3. Bulanıklık

Askıda katı maddeler içeren suların ışık geçirgenliği ölçüsüdür. Özellikle nehir sularında, yağmurlarla taşınan topraktan veya evsel, endüstriyel atıksulardan kaynaklıdır. Bakteri ve algler de su bulanıklığına sebep olurlar [11]. Su bulanıklığı ayrıca, askıda ve koloidal halde bulunan, organik ve inorganik maddelerden kaynaklanmıştır [15].

2.1.4. Çözünmüş oksijen

Su içerisinde çözülmüş halde bulunan oksijen miktarıdır. Oksijen suda az çözünen bir gaz olduğundan, sıcaklık ve atmosfer basıncı ile doğrudan değişir [11]. Organik atıkların yüzeysel sulara deşarj edilmesinden kaynaklı olarak, çözülmüş oksijen konsantrasyonlarında yüksek değişimler meydana gelmiştir [7].

2.1.5. Demir ve manganez

Demir çökeltisi kırmızımsı-kahverengi bir renge sahiptir. Manganez genellikle demirle beraber bulunur. Ayrıca demir 0,1 mg/L'den fazla olursa suda metal tadına sebep

olabilir [16]. Evsel ve endüstriyel atık su deşarjları, demir ve mangan konsantrasyonunu büyük ölçüde arttırmıştır. Aynı zamanda jeolojik yapıdan kaynaklı olarak, toprak ve kayalardan çözünerek doğal sulara karışmıştır [17,18].

2.1.6. İletkenlik

İletkenlik, suyun elektrik akımını iletme kapasitesini gösterir. İçme suyunda iletkenlik artışı, suyun kirlendiğini ya da deniz suyu karıştığını göstermiştir [11]. Suda bulunan iyonlara, derişimine, hareketine ve sıcaklığına bağılı olarak iletkenlik değışmiştir, sıcaklığın artması ile iletkenliğin de arttığı görülmüştür [19].

2.1.7. Nitrit ve nitrat

İnsan ve hayvan kaynaklı organik maddelerin bozunması sonucu oluşmuştur, nüfus artışı ve sanayileşme arttıkça bu maddelerin sudaki varlığı da artış göstermiştir [20]. Endüstriyel atıksular, suni gübreler ve bozunmuş organik maddeler, nitrit ve nitratın en önemli kaynaklarından [21,22].

2.1.8. pH

Suyun asitlik ve bazlık değerini gösteren logaritmik bir ölçümdür. Çözeltide bulunan H^+ konsantrasyonunu ifade eder. Saf suda H^+ ve OH^- dengededir ve pH değeri 7'dir yani nötrdür.

2.1.9. Renk

Sulardaki renk, bitkiler, toprak yapısı, evsel ve endüstriyel kirlilik sebebi ile oluşabilir. Organik maddeler arasında renk değışimine sebep olan bazı faktörler, sudaki bitkiler, çürümüş bitkiler ve topraktaki organik maddelerdir. İnorganik maddeler ise, çözünmüş halde bulunan, demir, mangan, krom, nikel bileşikleri ve tekstil, boya endüstrisi atıksularındır [11].

2.1.10. Sertlik

Su sertliği, su içerisindeki çözünmüş halde bulunan +2 değerlikli iyonlar sebebiyle oluşur. Kalsiyum (Ca^{+2}), magnezyum (Mg^{+2}), demir (Fe^{+2}) ve mangan (Mn^{+2}) gibi iyonlar sularda sertlik oluşturmuştur.

2.1.11. Organik madde

Doğal sulardaki organik maddeler, su ortamındaki doğal olarak oluşan organik maddeler, arıtım, dezenfeksiyon veya dağıtım sırasında ortaya çıkan organik maddeler,

endüstriyel ve tarım faaliyetleri sonucu ortaya çıkan organik maddeler olarak üçe ayrılmıştır [23].

2.2. İçme Suyu Kalitesi Standartları

Günümüzde insan sağlığı açısından bakıldığında suyun kalitesi önemli bir kriterdir. Dolayısıyla tüketime ve kullanıma uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla birçok standart ortaya çıkmıştır. Dünya ülkelerinde, topoğrafik koşullar ve insan faktörüne bağlı olarak kirleticilerin sınır değerleri değişiklik göstermiştir.

2.2.1. Ülkemizdeki içme suyu standartları

Türkiye’de içme suyu açısından sınır değerler üç ayrı kaynakta belirtilmiştir. Bu kaynaklar, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik (Tablo 2.1), İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik (Tablo 2.2) ve TS 266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular (Tablo 2.3) olarak tanımlanmıştır [24,25,26].

2.2.2. Dünyadaki içme suyu standartları

Ülkemiz haricinde, dünyanın bazı bölgelerinde de içme suyu kalite standartları mevcuttur. Dünya Sağlık Örgütü’nün belirlemiş olduğu WHO standartları, Amerika’nın belirlemiş olduğu USEPA standartları ve Avrupa’da belirlenmiş olan EC standartları (Tablo 2.4) bulunmuştur [27].

Tablo 2.1. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standartları [24]

Kimyasal Parametreler		
Parametre	Parametrik değer	Birim
Akrilamid	0,1	µg/L
Antimon	5,0	µg/L
Arsenik	10	µg/L
Benzen	1,0	µg/L
Benzo (a) piren	0,010	µg/L
Bor	1	mg/L
Bromat	10	µg/L
Kadmiyum	5,0	µg/L
Krom	50	µg/L
Bakır	2	mg/L
Siyanür	50	µg/L
1,2-dikloreten	3,0	µg/L
Epikloridin	0,10	µg/L
Florür	1.5	mg/L
Kurşun	10	µg/L
Cıva	1,0	µg/L
Nikel	20	µg/L
Nitrat	50	mg/L
Nitrit	0,50	mg/L
Pestisitler	0,10	µg/L
Toplam pestisitler	0,50	µg/L
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar	0,10	µg/L
Selenyum	10	µg/L
Tetrakloreten ve trikloreten	10	µg/L
Trihalometanlar-toplam	100	µg/L
Vinil Klorür	0,50	µg/L

Tablo 2.1. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standartları (devamı)

Gösterge Parametreleri		
Parametre	Parametrik değer	Birim
Alüminyum	200	µg/L
Amonyum	0,50	mg/L
Klorür	250	mg/L
C. perfringens (sporlular dahil)	0	sayı/100 mL
Renk	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	-
İletkenlik	2500	20 °C'de µS/cm ⁻¹
pH	≤ 9,5-6,5≤	pH birimleri
Demir	200	µg/L
Mangan	50	µg/L
Koku	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	-
Oksitlenebilirlik	5,0	mg/L O ²
Sülfat	250	mg/L
Sodyum	200	mg/L
Tat	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	-
22 °C'de koloni sayımı	Anormal değişim yok	-
Koliform bakteri	0	Sayı/100 mL
Toplam Organik Karbon (TOC)	Anormal değişim yok	-
Bulanıklık	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok	-
Radyoaktivite		
Trityum	100	Bq/L
Toplam gösterge dozu	0.10	mSv/yıl

Tablo 2.2. İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik standartları [25]

Parametre	Birim	Kılavuz Değerler		
		A1	A2	A3
pH	-	$\leq 9,5-6,5\leq$	$\leq 9,5-6,5\leq$	$\leq 9,5-6,5\leq$
Bulanıklık	NTU	1	50	500
İletkenlik	$\mu\text{S/cm}$	2500	-	25000
Renk	Pt-Co	15	30	150
Alüminyum	$\mu\text{g/L}$	200	500	2000
Amonyum	mg/L	0,5	2,5	5
Antimon	$\mu\text{g/L}$	5	15	50
Arsenik	$\mu\text{g/L}$	10	40	100
Bakır	$\mu\text{g/L}$	2000	5000	20000
Baryum	$\mu\text{g/L}$	2000	-	20000
Berilyum	$\mu\text{g/L}$	60	300	600
Bor	$\mu\text{g/L}$	1000	1250	5000
Bromat	$\mu\text{g/L}$	10	12	100
Cıva	$\mu\text{g/L}$	1	2.5	5
Çinko	$\mu\text{g/L}$	3000	6000	12000
Demir	$\mu\text{g/L}$	200	1000	2000
Fenoller	mg/L	0,002	0,005	0,01
Florür	$\mu\text{g/L}$	1500	5000	7500
Kadmiyum	$\mu\text{g/L}$	5	15	50
Klorür	mg/L	250	-	1250
Kobalt	$\mu\text{g/L}$	800	-	2600
Krom	$\mu\text{g/L}$	50	500	1000
Kurşun	$\mu\text{g/L}$	10	50	100
Mangan	$\mu\text{g/L}$	50	100	250
Nikel	$\mu\text{g/L}$	20	30	200
Nitrat	mg/L	50	-	330
Nitrit	mg/L	0,5	-	3,33

Tablo 2.3. TS 266 Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular standartları [26]

Parametre	Birim	Tavsiye Edilen Değer	İzin Verilen Maks. Değer
Organoleptik Parametreler			
Görünüm	-	Berrak-Renksiz	-
Koku	-	Kokusuz	-
Fiziko-Kimyasal Parametreler			
Sıcaklık	°C	12	25
pH	-	6,5<pH<8,5	6,5<pH<9,2
Renk	Pt-Co	1	20
Bulanıklık	NTU	5	25
İletkenlik	µS/cm	400	2000
Klorür	mg/L	25	600
Serbest Klor	mg/L	0,1	0,5
Sülfat	mg/L	25	250
Kalsiyum	mg/L	100	200
Magnezyum	mg/L	30	50
Sertlik	mg/L	-	50
Sodyum	mg/L	20	175
Potasyum	mg/L	10	12
Alüminyum	mg/L	0,05	0,2
Toplam Çözünmüş Madde	mg/L	-	1500
Nitrat	mg/L	25	50
Nitrit	mg/L	-	0,1
Amonyum	mg/L	0,05	0,5
Kjendahl Azotu	mg/L	-	1
Bor	µg/L	1000	2000
Demir	µg/L	50	200
Mangan	µg/L	20	50
Bakır	µg/L	100	3000

Tablo 2.3. TS 266 Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular standartları (devamı)

Parametre	Birim	Tavsiye Edilen Değer	İzin Verilen Maks. Değer
Çinko	µg/L	100	5000
Fosfor	µg/L	400	5000
Florür	µg/L	-	1500
Baryum	µg/L	100	300
Gümüş	µg/L	-	10
Toksik Maddeler			
Arsenik	µg/L	-	50
Kadminyum	µg/L	-	5
Siyanür	µg/L	-	50
Krom	µg/L	-	50
Civa	µg/L	-	1
Nikel	µg/L	-	50
Kurşun	µg/L	-	50
Antimon	µg/L	-	10
Selenyum	µg/L	-	10
Mikrobiyolojik Parametreler			
Toplam Koliform	ad/100 mL	-	0
Toplam Bakteri	ad/mL	100	500
Radyoaktivite			
Alfa aktivitesi	Bq/L	0,037	0,037
Beta aktivitesi	Bq/L	0,37	0,37

Tablo 2.4. WHO, USEPA ve EC standartları [27]

Parametre	WHO (1999)	USEPA (2002)	EC (1998)
Bulanıklık	5	1	1
Mikrobiyolojik Standartlar, EMS/100 mL			
Koliform Bakteri	0	<1	0
Dezenfeksiyon Yan Ürünleri, µg/L			
T. Trihalometanlar	460	80	100
Bromat	25	10	10
İnorganik Kimyasallar, mg/L			
Nitrat	50	45	50
Florür	1,5	0,7-2,4	1,5
Alüminyum	0,20	0,20	0,20
Arsenik	0,05	0,05	0,01
Baryum	0,7	1	-
Krom	0,05	0,05	0,05
Kurşun	0,05	0,05	0,01
Civa	0,001	0,002	0,001
Selenyum	0,01	0,01	0,01
Gümüş	-	0,05	-
Antimon	0,005	0,006	0,005
Berilyum	-	0,004	-
Radyolojik Standartlar, pCi/L			
Gross Alfa	2,7	1,5	-
Gross Beta	27	50	-

Tablo 2.4. WHO, USEPA ve EC standartları (devamı)

Parametre	WHO (1999)	USEPA (2002)	EC (1998)
Estetik, mg/L			
T. Çözünmüş madde	1000	500	-
Renk (birim)	15	15	-
pH	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-9,5
Deterjanlar	-	0,5	-
Klorür	250	250	250
Sülfat	250	250	250
Bakır	-	1	2
Demir	-	0,3	0,2
Mangan	0,5	0,05	0,05
Çinko	-	5	-
Diğer Parametreler, mg/L			
Sertlik (CaCO ₃)	500	-	-
Sodyum	200	-	200
Serbest Klor	5	-	-
Amonyum	1,5	-	1,5

2.3. İçme Suyu Arıtımında Kullanılan Prosesler

İçme suyu arıtma tesislerinde temel olarak, havalandırma, hızlı karıştırma, yumaklaştırma, çöktürme, filtrasyon ve dezenfeksiyon işlemleri uygulanmıştır.

2.3.1. Havalandırma

Havalandırma prosesinin amacı, sudaki demir ve manganın uzaklaştırılması, tat ve koku oluşturan maddelerin uzaklaştırılması, organik maddeleri oksitlenmesi, karbon dioksitin sudan ayrılması, trikloroetilen ve tetrakloroetilen gibi uçucu ve yarı uçucu organiklerin uzaklaştırılmasını sağlamıştır [28].

Havalandırma prosesleri, cazibeli havalandırma, difüzörlü havalandırma, mekanik havalandırma ve basınçlı havalandırma olarak dört ana başlıkta toplanabilir.

1. Cazibeli havalandırma, suyun kendi cazibesi ile havalandırılma işlemidir. Sprey, tepsi, dolgu kule ve en çok kullanılan kaskat ve koni havalandırma, cazibeli havalandırma prosesi tiplerindedir.
2. Difüzörlü havalandırma sisteminde gaz transferi, difüzörler yardımıyla hava kabarcıklarının suyla teması sağlanır.
3. Mekanik havalandırma, suyun pedallarla temasını sağlayarak oksijence zenginleştirilmesini amaçlar.
4. Basınçlı havalandırma, gaz transfer hızı basınçlı havalandırma ile çok daha hızlıdır [29].

2.3.2. Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma

Kolloidlerin birbirini itmesini engellemek amacıyla uygulanan ve yüklü parçacıkların yüklerini ortadan kaldırılmasını amaçlayan proses olarak görülmüştür. Çöktürme prosesine zemin hazırlar. Kolloidal ve askıda katı maddelerin giderimi, organik ve inorganik yükün azaltılması, renk, tat ve koku giderimi ve sertlik giderimi gibi görevleri mevcuttur. Bu proseste uygulanan koagülantlar ve yardımcı maddeler Tablo 2.5'te verilmiştir [72].

Tablo 2.5. Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma proseslerinde kullanılan kimyasallar [72]

Koagülant	Yardımcı Koagülant	pH Ayarlama
Alüminyum sülfat [Al ₂ (SO ₄) ₃]	Kalsiyum oksit (CaO)	Hidroklorik asit (HCl)
Demirklorür (FeCl ₃)	Poliakrilamid (C ₃ H ₅ NO) _n	Sülfürik asit (H ₂ SO ₄)
Demirsülfat [Fe ₂ (SO ₄) ₃]	Sodyum silikat (Na ₂ SiO ₃)	Sodyum hidroksit (NaOH)
Alüminyum klorhidrat [AlCl(OH) ₃]		Sodyum karbonat (Na ₂ CO ₃)
Poli alüminyum klorür [Al _n (OH) _m Cl _(3n-m)]		Sodyum bikarbonat(NaHCO ₃)
Poli alüminyum silikasülfat Na ₁₂ (AlO ₂)(SiO ₂) ₁₂ xH ₂ O		Kireç [Ca(OH) ₂]
Sodyum aluminat (NaAlO ₂)		Sodyum silikat (Na ₂ SiO ₃)

2.3.3. Çöktürme

Hızlı karıştırma ve yumaklaştırma prosesinde birleşen kolloidal ve askıda maddeler, yer çekimi yardımıyla havuz tabanına doğru çökeltimi sağlanmıştır. Bu maddelerden arındırılan su savaklanarak, filtrasyon prosesine geçişi gerçekleşmiştir [73].

2.3.4. Filtrasyon

Filtre zemininde bulunan kum, kaya vb. gözenekli yapıdan, su geçişi sağlanır. Dolayısıyla bu geçiş sırasında gözenek boşlukları arasında, askıda katı maddeler tutunarak sudan ayrılır. Filtrasyon prosesinin, bulanıklık giderimi, askıda katı madde giderimi, organik madde ve mikroorganizma giderimi, demir, mangan ve amonyum oksidasyonu gibi amaçları mevcuttur. Yavaş ve hızlı kum filtreleri olarak ikiye ayrılır [30].

2.3.5. Dezenfeksiyon

Su içerisinde bulunan ve insan sağlığı açısından tehlikeli, hastalık yapıcı mikroorganizmaların, sudan giderilme prosesidir. Yumaklaştırma, çökeltme ve filtrasyon prosesleri, kısmen bu organizmaların sudan uzaklaştırılmasını sağlar. Ancak bunlar yeterli olmayacağı ve bu organizmaların tamamen giderilmesi için; ultraviyole ışınları, bakır ve gümüş gibi metal iyonları, halojenler, ozon ve klorlama gibi yöntemler kullanılabilir [30].

2.4. İçme Suyu Arıtma Tesisi İşletme Problemleri

Havalandırma ünitelerinden çıkan su, oksijence çok fazla doygun hale gelirse çökeltme işlemlerinde soruna sebep olmuştur. Havalandırma prosesi, alglerin patlamasına sebep olarak, filtrelerin tıkanmasını sağlamıştır. Haftalık olarak, alg patlamalarını ve mikroorganizma üremelerini önlemek, renk oluşumuna önlem alabilmek için gözlemlenmiştir [31].

Ham su parametrelerinde büyük değişiklikler olması halinde, jar testi günlük olarak tekrarlanmış ve koagülant dozları ayarlanmıştır. Biriken çökelti ve çamurlar yıllık olarak temizlenmiştir. Koagülasyon ve flokülasyon prosesindeki sorunlar ve çözüm önerileri Tablo 2.5'te verilmiştir [32].

Filtrelerin işletimi sırasında, çoğunlukla meydana gelen, çamurların kümelenmesi ve hava sıkışması gibi problemler görülmüştür. Uygun olmayan geri yıkama türleri ve yanlış filtre seçimi, çamur kümelenmesinin ana sebepleri olarak görülmüştür. Filtrelerin hidrolik tasarımı sonucu, hava birikmesi meydana gelmiştir. Filtrasyon prosesindeki çeşitli sorunlar ve nedenler Tablo 2.6'da verilmiştir [31].

Tablo 2.6. Hızlı ve yavaş karıştırma proseslerindeki problemler ve çözüm önerileri [32]

Problem	Sebeup	Çözüm
Floklaşmanın az olması	Koagülant dozu uygun değil Teması süresi uygun değil	Jar testi ile optimum dozaj ve temas süresi belirlenir Karışım hızı veya debi ayarlanarak temas süresi ayarlanır
Kırılgan ve hafif flok	Koagülant dozu uygun değil Aşırı kireç kullanımı	Jar testi ile uygun kireç dozajı belirlenir Flok kalitesi iyileşene kadar koagülant dozu artırılır
Uygun koagülanta rağmen yetersiz flokülasyon	Uygunsuz karıştırma	Hızlı karıştırma ekipmanı ve hızı kontrol edilir, gerekirse ayarları yapılır
Kış mevsimlerinde düşük bulanıklığı olan ham sularda yetersiz floklaşma	Yeterli bulanıklık olmaması Bekletme süresinin yetersiz olması Düşük sıcaklıktan dolayı koagülasyonun yavaş gerçekleşmesi ve dolayısıyla uzun temas süresi gereksinimi	Kil ve sodyum silikat gibi yardımcı koagülantlar uygulanır Jar testi ile bekleme süresi belirlenir
Hızlı karıştırma tankında flokların çökmesi	Koagülant dozunun fazla olması Tank içerisindeki hızın düşük olması	Jar testi ile uygun koagülant dozu belirlenir Karışım hızı belirlenir

Tablo 2.7. Filtrasyon proseslerindeki problemler ve nedenler [31]

Problem	Neden
Filtrasyon prosesinde yük kaybı veya filtrasyon süresinin kısa olması	Filtrelerin geri yıkamaya ihtiyacı
	Hava sıkışması
	Çamur kümeleri oluşması
	Debi kontrolünün uygun çalışmaması
	Taban drenaj sisteminin tıkanması
Çıkış suyunun bulanık olması	Yanlış filtre seçimi
	Filtrelere nüfuz etmeyen güçlü flok oluşumu
	Filtrelerin geri yıkamaya ihtiyacı
	Debi kontrolünün uygun çalışmaması
	Filtre yatağının yapı bozukluğu
Çıkış suyunun bulanık olması	Çamur kümeleri oluşması
	Hava sıkışması
	Yanlış filtre malzemesi, çapı veya derinliği
	Kötü bir kimyasal arıtım sonrası çok küçük veya zayıf floklar

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

Balıkesir merkez içme sularının fiziksel ve kimyasal açıdan analizleri değerlendirilmekte ve tüketime uygun olup olmadığı saptanmıştır. Balıkesir içme suyu arıtma tesisi İkizcetepeler barajından ham suyu arıtıp, şebekeye vermiştir. 2017, 2018 ve 2019 yıllarında İkizcetepeler barajından alınıp arıtılan, arıtılmış su numunelerinin, fiziksel ve kimyasal açıdan analizleri arıtma tesisi laboratuvarında her gün periyodik olarak yapılmıştır. Günlük periyodik olarak ölçülen ham su parametreleri, alüminyum, amonyum, bulanıklık, çözülmüş oksijen, demir, iletkenlik, mangan, nitrat, nitrit, pH, renk, sertlik ve toplam organik maddedir. Aynı zamanda arıtılmış suya klorlama yapıldığından dolayı, çıkış suyunda bu parametrelere ek olarak serbest klor konsantrasyonları da ölçülmüştür.

Bulanıklık, nefelometrik ölçüm metoduyla ölçülmüştür. pH, elektrometrik ölçüm metoduyla ölçülmüştür. Bulanıklık tayininin cihaz yardımı ile ölçümü, nefelometrik metod prensiplerine dayanır. İletkenlik, elektrot yardımıyla, çözülmüş oksijen ise membran elektrot yardımıyla ölçülmüştür.

Cihazda bulunan numune, bir ışık kaynağı ile aydınlatılır ve yansıtılan ışığın yoğunluğu fotoelektrik dedektörler ile tayin edilmiştir. Çözülmüş oksijenin yerinde ölçülmesine olanak sağlayan, membran elektrodların kullanımı gün geçtikçe artmıştır. Membran elektrodlar suyun çeşitli derinliğine kadar daldırılıp, çözülmüş oksijen değeri okunmuştur. pH ölçümünün standart yöntemi hidrojen elektrodu yöntemidir ama cam elektrodun, girişimlerden daha az etkilenmesi ve hidrojen elektrodun kullanım açısından elverişli olmaması gibi nedenlerden dolayı, kalomel elektroduna karşılık cam elektrodla yapılmıştır. Sıcaklığın pH ölçümü sırasındaki etkisi sebebiyle, ölçüm yapılmadan önce sıcaklık ayarı yapılması gerekmiştir [33]. Platinlenmiş iki elektrod su içerisine daldırıldığında, iki elektrod arasındaki elektromotor kuvveti altında, çözülmüş iyonlar, elektrodlara doğru hareket eder ve elektrik akımını iletir. Bu da suyun kondüktivitesi olarak tanımlanır [34].

Renk, görsel karşılaştırma metoduyla ölçülmüştür.

Görsel karşılaştırma metoduna göre analiz edilecek numune, bilinen renk çözeltileri ile görsel olarak karşılaştırılması yapılmıştır. Aynı zamanda kalibre edilmiş cam disklerle de yapılabilmektedir. 1 mg/L platin ile üretilen renk, standart birim olarak kabul edilmiştir [35].

Sertlik ve toplam organik madde, titrimetrik ölçüm metoduyla ölçülmüştür.

Konsantrasyonu bilinen bir çözelti, konsantrasyonu bilinmeyen ama hacmi bilinen bir numune çözeltisi ile kantitatif olarak reaksiyona sokulmuştur. Bu sayede bilinmeyen konsantrasyonun hesaplanması titrimetrik analiz olarak adlandırılmıştır [36].

Geriye kalan demir, mangan, amonyum, nitrit, nitrat ve alüminyum, spektrofotometrik ölçüm metoduyla ölçülmüştür.

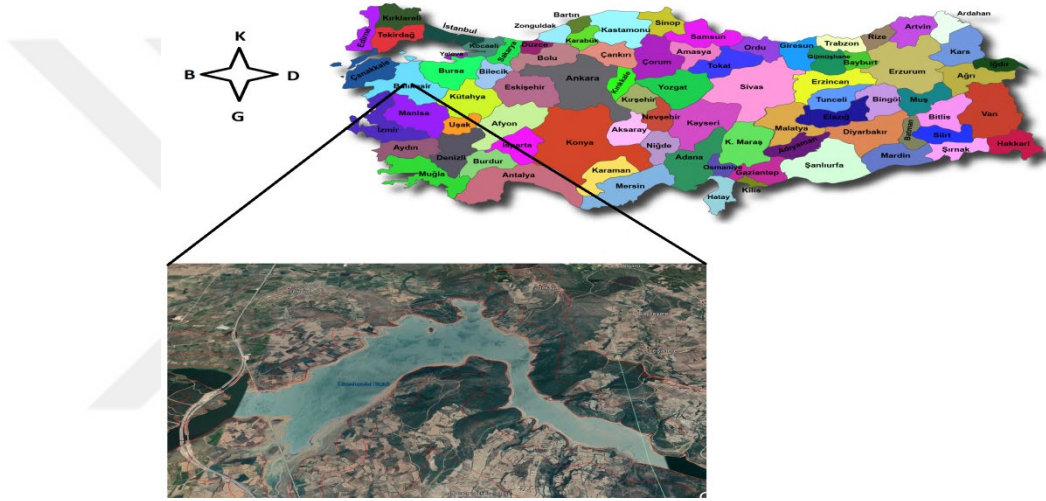
Maddenin rengi kullanılarak yapılan analizlere kolorimetri adı verilmiştir. Kolorimetrik ölçümler, çoğunlukla spektrofotometre yardımı ile dolaylı olarak yapılmıştır [36].

Tüm bu parametrelerin ölçümleri, Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne bağlı olan Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi laboratuvarında tesis personeli tarafından analiz edilmiştir. Ayrıca tüm bu parametrelerin verileri, Balıkesir Su ve Kanalizasyon İdaresi'nden izin alınarak, bu tezde kullanımına uygun bulunmuştur (EK-1).

3.1. Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi

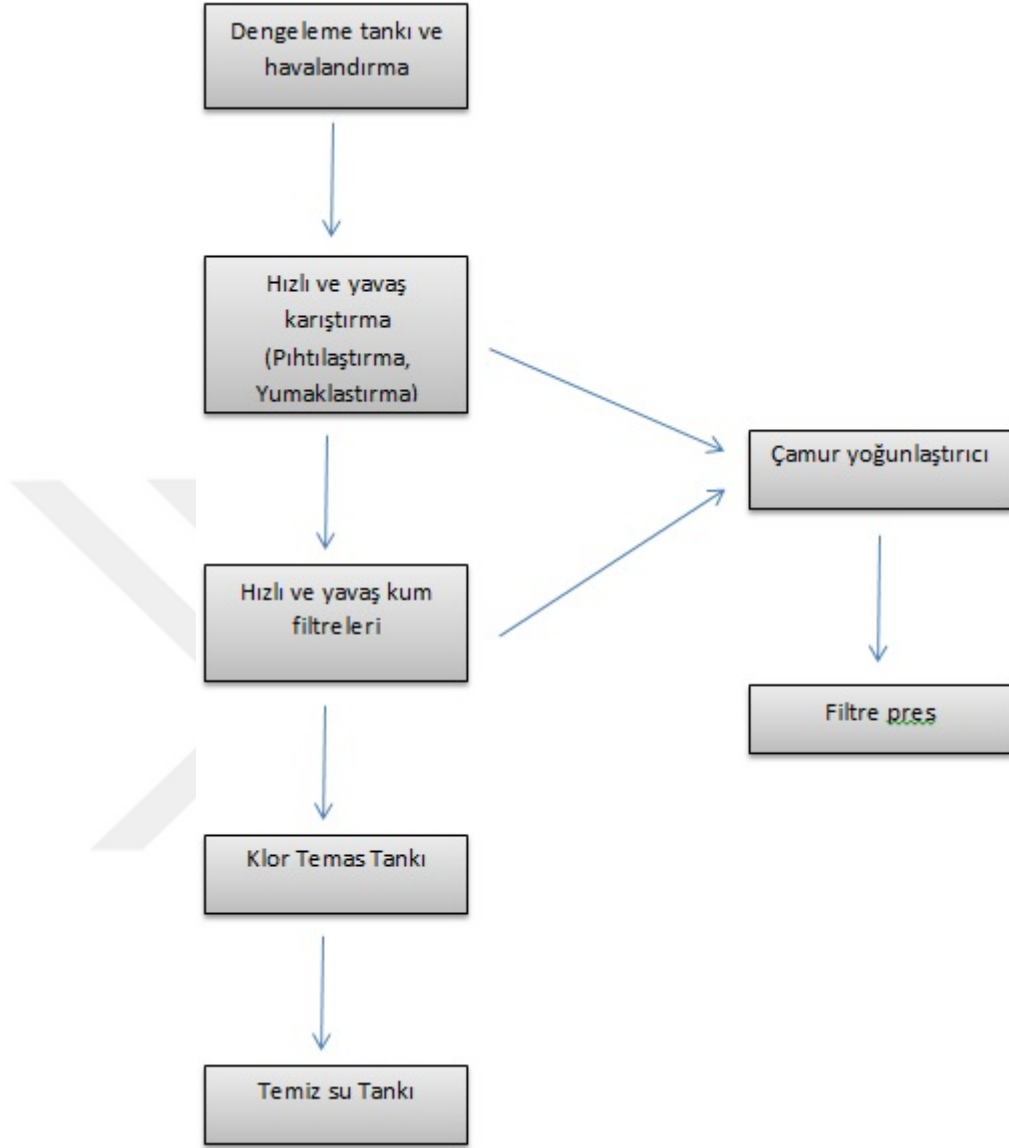
Balıkesir içme suyu arıtma tesisi 2003 yılında faaliyete geçmiştir. Arıtma tesisi 1.100.000 kişi kapasiteli ve hızlı kum filtresinde tipindedir. İkizcetepeler barajından (Harita 3.1) ham su olarak tesise alınan su, terfi istasyonları ile tesise kadar ulaşmıştır.

Arıtma tesisine gelen su, dengeleme tankı ve havalandırma odası, hızlı karıştırıcılar, yumaklaştırıcılar, durultucular, filtreler, geri yıkama suyu, temas tankı gibi proseslerden geçmiştir. Dengeleme ve havalandırma sonrasındaki çamurlar ve karıştırıcılardan gelen çamurlar, yoğunlaştırıcıdan geçerek, filtre pres ile kek haline getirilmiştir.



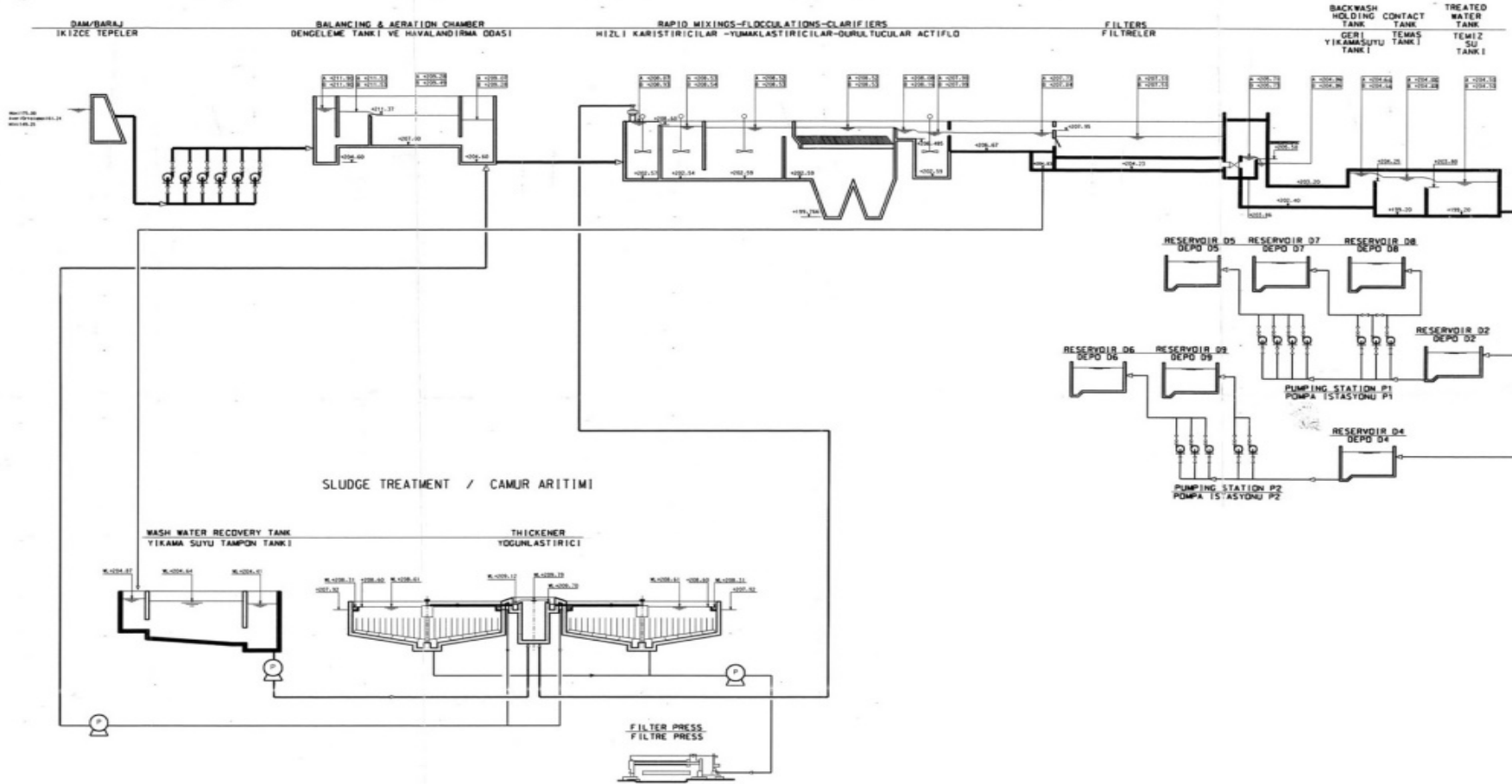
Harita 3.1. Balıkesir ve İkizcetepeler Barajı konumu

3.1.1. Balıkesir içme suyu arıtma tesisi akım şeması ve hidrolik profili



Şekil 3.1. Balıkesir İçme Suyu Arıtma Tesisi Akım Şeması

WATER TREATMENT / SU ARITIMI



Şekil 3.2. Balıkesir İçme Suyu Arıtma Tesisi Hidrolik Profili

Dengelemenin amacı, biyolojik arıtma sistemlerinde istenmeyen aşırı yüklenmeleri önlemek ve organik yük salınımını azaltmak, sisteme gelen debi salınımını minimize etmek, pH kontrolü sağlamak, yüksek derişimlerde toksik madde girişini önlemek ve çıkış suyu kalitesini arttırmıştır [37].

Havalandırma işlemi genellikle, sudaki mangan ve demirin oksidasyonunu ve aynı zamanda koku giderimini de sağlamıştır. Suyun oksijen ile zenginleşmesinde ve organik madde gideriminde rol oynamıştır [38].

Hızlı karıştırmada ise koagülasyon veya pıhtılaştırma işlemi uygulanmıştır. Kolloidal haldeki ve askıda katı maddelere, kimyasal ilavesi ile bir araya getirme işlemi uygulanarak, flok oluşumuna zemin hazırlanmıştır [39].

Yumaklaştırma işlemi ise, pıhtılaşmış taneciklerin karıştırılarak yumaklar haline getirilip büyümesi ve çökmesi sağlanmıştır [40].

Su temininde filtrasyonun amacı, suda askıdaki danecikleri uzaklaştırmış ve bulanıklığı gidermiş, organik maddelerin okside olmasını sağlamış, mikroorganizmaları uzaklaştırmış, demir, mangan ve amonyumu okside etmiştir. Kullanım amacına göre hızlı ve yavaş kum filtreleri mevcuttur. Yavaş kum filtreleri özellikle, sudan bakteri ve mikroorganizmaların uzaklaştırılmasında kullanılır. Hızlı kum filtreleri ise, yavaş kum filtrelerinin yükünü azaltmıştır [41].

Ham sudaki zararlı mikroorganizmaların dezenfenksiyonu için klorlama yapılmıştır [42].

Su arıtımında ortaya çıkan atık çamurun konsantrasyonunun arttırılması amacı ile yoğunlaştırma yapılmıştır. Böylelikle çamur hacminde azalma meydana gelmiştir [43].

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Ham Su Bulguları

4.1.1. 2017 yılı ham su bulguları

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Aralık ayındaki bulanıklık değeri 5,79 NTU, pH değeri 8,04, demir konsantrasyonu 0,07 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,08 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,34 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 316 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 9,40 mg/L, sertlik 14,26 mg/L, toplam organik madde 2,65 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,004 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.1).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Ocak ayındaki bulanıklık değeri 22,44 NTU, pH değeri 7,76, demir konsantrasyonu 0,10 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,27 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,06 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,16 mg/L, renk konsantrasyonu 33,87 Pt-Co, iletkenlik 328 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 11,87 mg/L, sertlik 15,46 mg/L, toplam organik madde 3,09 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,018 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.1).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Şubat ayındaki bulanıklık değeri 12,30 NTU, pH değeri 7,45, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,17 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,05 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,023 mg/L, renk konsantrasyonu 22,67 Pt-Co, iletkenlik 311 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 11,94 mg/L, sertlik 14,95 mg/L, toplam organik madde 3,32 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,013 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.1).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Mart ayındaki bulanıklık değeri 8,40 NTU, pH değeri 7,87, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,10 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,025 mg/L, renk konsantrasyonu 12,10 Pt-Co, iletkenlik 325 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 11,23 mg/L, sertlik 14,97 mg/L, toplam organik madde 3,03 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,012 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.2).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Nisan ayındaki bulanıklık değeri 6,78 NTU, pH değeri 7,74, demir konsantrasyonu 0,02 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,11 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,021 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 336 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 9,66 mg/L, sertlik 15,46 mg/L, toplam organik madde 3,06 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,008 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.2).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Mayıs ayındaki bulanıklık değeri 5,22 NTU, pH değeri 7,99, demir konsantrasyonu 0,03 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,10 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,026 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 343 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 8,08 mg/L, sertlik 15,46 mg/L, toplam organik madde 2,87 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,006 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.2).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Haziran ayındaki bulanıklık değeri 2,52 NTU, pH değeri 7,90, demir konsantrasyonu 0,01 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,08 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,021 mg/L, renk konsantrasyonu 8 Pt-Co, iletkenlik 353 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 6,10 mg/L, sertlik 15,30 mg/L, toplam organik madde 3,0 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,008 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.3).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Temmuz ayındaki bulanıklık değeri 1,53 NTU, pH değeri 7,95, demir konsantrasyonu 0,02 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,17 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,05 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,023 mg/L, renk konsantrasyonu 9 Pt-Co, iletkenlik 324 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 5,07 mg/L, sertlik 15,38 mg/L, toplam organik madde 3,01 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,016 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.3).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Ağustos ayındaki bulanıklık değeri 1,91 NTU, pH değeri 7,87, demir konsantrasyonu 0,03 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,28 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,16 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,025 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 355 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 4,55 mg/L, sertlik 15,49 mg/L, toplam organik madde 3,11 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,033 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.3).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Eylül ayındaki bulanıklık değeri 8,57 NTU, pH değeri 8, demir konsantrasyonu 0,10 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,45 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,26 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,311 mg/L, renk konsantrasyonu 7,7 Pt-Co, iletkenlik 320 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 5,30 mg/L, sertlik 15,20 mg/L, toplam organik madde 3,10 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,024 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.4).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Ekim ayındaki bulanıklık değeri 5,13 NTU, pH değeri 7,82, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,10 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,08 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,154 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 308 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 7,12 mg/L, sertlik 14,52 mg/L, toplam organik madde 3,07 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,004 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.4).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Kasım ayındaki bulanıklık değeri 3,40 NTU, pH değeri 7,69, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,06 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,204 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 314 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 8,47 mg/L, sertlik 14,68 mg/L, toplam organik madde 2,57 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.1. 2017 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe²⁺ (mg/L)	Mn²⁺ (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Aralık	5,79	8,04	0,07	0,08	0,02	0,34
Ocak	22,44	7,76	0,10	0,27	0,06	0,16
Şubat	12,30	7,45	0,05	0,17	0,05	0,023
Ortalama	13,51	7,75	0,07	0,17	0,04	0,17

Tablo 4.1. 2017 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)
Aralık	10	316	9,40	14,26	2,65	0,004
Ocak	33,87	328	11,87	15,46	3,09	0,018
Şubat	22,67	311	11,94	14,95	3,32	0,013
Ortalama	22,18	318	11,07	14,89	3,02	0,012

Tablo 4.2. 2017 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe²⁺ (mg/L)	Mn²⁺ (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Mart	8,40	7,87	0,04	0,10	0,03	0,025
Nisan	6,78	7,74	0,02	0,11	0,04	0,021
Mayıs	5,22	7,99	0,03	0,10	0,03	0,026
Ortalama	6,80	7,87	0,03	0,10	0,03	0,024

Tablo 4.2. 2017 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)
Mart	12,10	325	11,23	14,97	3,03	0,012
Nisan	10	336	9,66	15,46	3,06	0,008
Mayıs	10	343	8,08	15,46	2,87	0,006
Ortalama	10,7	335	9,66	15,30	2,99	0,009

Tablo 4.3. 2017 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe⁺² (mg/L)	Mn⁺² (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Haziran	2,52	7,90	0,01	0,08	0,03	0,021
Temmuz	1,53	7,95	0,02	0,17	0,05	0,023
Ağustos	1,91	7,87	0,03	0,28	0,16	0,025
Ortalama	1,99	7,91	0,02	0,18	0,08	0,023

Tablo 4.3. 2017 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)
Haziran	8	353	6,1	15,3	3,00	0,008
Temmuz	9	324	5,07	15,38	3,01	0,016
Ağustos	5	355	4,55	15,49	3,11	0,033
Ortalama	7,33	344	5,24	15,39	3,04	0,019

Tablo 4.4. 2017 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe²⁺ (mg/L)	Mn²⁺ (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Eylül	8,57	8,00	0,10	0,45	0,26	0,311
Ekim	5,13	7,82	0,06	0,10	0,08	0,154
Kasım	3,40	7,69	0,04	0,06	0,03	0,204
Ortalama	5,70	7,84	0,07	0,20	0,12	0,223

Tablo 4.4. 2017 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)
Eylül	7,7	320	5,30	15,20	3,10	0,024
Ekim	10	308	7,12	14,52	3,07	0,004
Kasım	10	314	8,47	14,68	2,57	0,000
Ortalama	9,23	314	6,96	14,80	2,91	0,009

4.1.2. 2018 yılı ham su bulguları

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Aralık ayındaki bulanıklık değeri 8,48 NTU, pH değeri 7,98, demir konsantrasyonu 0,17 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,106 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,022 mg/L, renk konsantrasyonu 12 Pt-Co, iletkenlik 348 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 8,82 mg/L, sertlik 14,71 mg/L, toplam organik madde 3,07 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,010 mg/L ve 1,12 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.5).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Ocak ayındaki bulanıklık değeri 8,32 NTU, pH değeri 8,28, demir konsantrasyonu 0,11 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,071 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, renk konsantrasyonu 11 Pt-Co, iletkenlik 319 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 9,58 mg/L, sertlik 15,34 mg/L, toplam organik madde 2,75 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/L ve 1,26 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.5).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Şubat ayındaki bulanıklık değeri 4,77 NTU, pH değeri 7,99, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,052 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 323 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10 mg/L, sertlik 15,52 mg/L, toplam organik madde 2,54 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/L ve 0,9 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.5).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Mart ayındaki bulanıklık değeri 13,2 NTU, pH değeri 7,93, demir konsantrasyonu 0,16 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,088 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,043 mg/L, renk konsantrasyonu 14 Pt-Co, iletkenlik 325 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 9,5 mg/L, sertlik 15,63 mg/L, toplam organik madde 3,14 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,006 mg/L ve 1,35 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.6).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Nisan ayındaki bulanıklık değeri 5,04 NTU, pH değeri 8,15, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,063 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,09 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,031 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 333 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 8,82 mg/L, sertlik 15,8 mg/L, toplam organik madde 2,97 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,003 mg/L ve 0,80 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.6).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Mayıs ayındaki bulanıklık değeri 3,43 NTU, pH değeri 7,99, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,087 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,09 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,039 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 333 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 6,89 mg/L, sertlik 15,87 mg/L, toplam organik madde 2,91 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,010 mg/L ve 0,87 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.6).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Haziran ayındaki bulanıklık değeri 1,91 NTU, pH değeri 7,88, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,168 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,07 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,028 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 337 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 6,23 mg/L, sertlik 16,16 mg/L, toplam organik madde 3,05 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,006 mg/L ve 0,91 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.7).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Temmuz ayındaki bulanıklık değeri 0,87 NTU, pH değeri 7,78, demir konsantrasyonu 0,11 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,347 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,12 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,027 mg/L, renk konsantrasyonu 7 Pt-Co, iletkenlik 345 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 5,47 mg/L, sertlik 16,36 mg/L, toplam organik madde 3,07 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,019 mg/L ve 1,12 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.7).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Ağustos ayındaki bulanıklık değeri 1,87 NTU, pH değeri 7,92, demir konsantrasyonu 0,07 mg/L, mangan konsantrasyonu

0,314 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,17 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,098 mg/L, renk konsantrasyonu 8 Pt-Co, iletkenlik 337 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 4,48 mg/L, sertlik 16,12 mg/L, toplam organik madde 3 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,007 mg/L ve 0,81 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.7).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Eylül ayındaki bulanıklık değeri 2,79 NTU, pH değeri 7,70, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,096 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,10 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,017 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 331 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 5,47 mg/L, sertlik 15,82 mg/L, toplam organik madde 2,64 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,003 mg/L ve 0,48 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.8).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Ekim ayındaki bulanıklık değeri 6,23 NTU, pH değeri 7,79, demir konsantrasyonu 0,11 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,103 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,028 mg/L, renk konsantrasyonu 12 Pt-Co, iletkenlik 337 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 7,96 mg/L, sertlik 15,20 mg/L, toplam organik madde 2,97 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 0,90 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.8).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Kasım ayındaki bulanıklık değeri 4,94 NTU, pH değeri 7,98, demir konsantrasyonu 0,08 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,115 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,040 mg/L, renk konsantrasyonu 11 Pt-Co, iletkenlik 340 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 7,82 mg/L, sertlik 14,60 mg/L, toplam organik madde 2,77 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 0,49 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.8).

Tablo 4.5. 2018 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe²⁺ (mg/L)	Mn²⁺ (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Aralık	8,48	7,98	0,17	0,106	0,03	0,022
Ocak	8,32	8,28	0,11	0,071	0,03	0,04
Şubat	4,77	7,99	0,06	0,052	0,03	0,03
Ortalama	7,19	8,08	0,11	0,076	0,03	0,031

Tablo 4.5. 2018 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)
Aralık	12	348	8,82	14,71	3,07	0,010	1,12
Ocak	11	319	9,58	15,34	2,75	0,004	1,26
Şubat	10	323	10,00	15,52	2,54	0,004	0,90
Ortalama	11	330	9,47	15,19	2,79	0,006	1,09

Tablo 4.6. 2018 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe⁺² (mg/L)	Mn⁺² (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Mart	13,20	7,93	0,16	0,088	0,04	0,043
Nisan	5,04	8,15	0,06	0,063	0,09	0,031
Mayıs	3,43	7,99	0,04	0,087	0,09	0,039
Ortalama	7,22	8,02	0,09	0,079	0,07	0,038

Tablo 4.6. 2018 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)
Mart	14	325	9,50	15,63	3,14	0,006	1,35
Nisan	10	333	8,82	15,80	2,97	0,003	0,80
Mayıs	10	333	6,89	15,87	2,91	0,010	0,87
Ortalama	11	330	8,40	15,77	3,01	0,006	1,01

Tablo 4.7. 2018 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe⁺² (mg/L)	Mn⁺² (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Haziran	1,91	7,88	0,04	0,168	0,07	0,028
Temmuz	0,87	7,78	0,11	0,347	0,12	0,027
Ağustos	1,87	7,92	0,07	0,314	0,17	0,098
Ortalama	1,55	7,86	0,07	0,276	0,12	0,051

Tablo 4.7. 2018 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)
Haziran	10	337	6,23	16,16	3,05	0,006	0,91
Temmuz	7	345	5,47	16,36	3,07	0,019	1,12
Ağustos	8	337	4,48	16,12	3,00	0,007	0,81
Ortalama	8	340	5,40	16,21	3,04	0,011	0,95

Tablo 4.8. 2018 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe⁺² (mg/L)	Mn⁺² (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Eylül	2,79	7,70	0,05	0,096	0,10	0,017
Ekim	6,23	7,79	0,11	0,103	0,02	0,028
Kasım	4,94	7,98	0,08	0,115	0,03	0,040
Ortalama	4,65	7,82	0,08	0,105	0,05	0,028

Tablo 4.8. 2018 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)
Eylül	10	331	5,47	15,82	2,64	0,003	0,48
Ekim	12	337	7,96	15,20	2,97	0,005	0,90
Kasım	11	340	7,82	14,60	2,77	0,005	0,49
Ortalama	11	336	7,08	15,21	2,79	0,004	0,62

4.1.3. 2019 yılı ham su bulguları

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Ocak ayındaki bulanıklık değeri 59,95 NTU, pH değeri 7,68, demir konsantrasyonu 0,57 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,266 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,06 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,057 mg/L, renk konsantrasyonu 67 Pt-Co, iletkenlik 303 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,31 mg/L, sertlik 12,86 mg/L, toplam organik madde 3,79 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,007 mg/L ve 0,91 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.9).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, kış mevsiminin Şubat ayındaki bulanıklık değeri 19,40 NTU, pH değeri 7,75, demir konsantrasyonu 0,25 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,096 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,032 mg/L, renk konsantrasyonu 31 Pt-Co, iletkenlik 293 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,17 mg/L, sertlik 12,37 mg/L, toplam organik madde 3,57 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 1,26 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.9).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Mart ayındaki bulanıklık değeri 9,41 NTU, pH değeri 8,13, demir konsantrasyonu 0,11 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,065 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,038 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 301 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,12 mg/L, sertlik 12,31 mg/L, toplam organik madde 3,30 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,006 mg/L ve 0,98 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.10).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Nisan ayındaki bulanıklık değeri 5,93 NTU, pH değeri 8,23, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,058 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,031 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 310 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 9,08 mg/L, sertlik 13,08 mg/L, toplam organik madde 3,29 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,172 mg/L ve 0,71 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.10).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, ilkbahar mevsiminin Mayıs ayındaki bulanıklık değeri 4,89 NTU, pH değeri 7,89, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,077 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,028 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 322 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 6,02 mg/L, sertlik 13,02 mg/L, toplam organik madde 3,23 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,007 mg/L ve 0,87 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.10).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Haziran ayındaki bulanıklık değeri 3,62 NTU, pH değeri 8,01, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,092 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,05 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,035 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 315 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 3,51 mg/L, sertlik 13,21 mg/L, toplam organik madde 3,06 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 0,70 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.11).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Temmuz ayındaki bulanıklık değeri 1,47 NTU, pH değeri 8,11, demir konsantrasyonu 0,08 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,198 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,07 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,054 mg/L, renk konsantrasyonu 9 Pt-Co, iletkenlik 324 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 1,91 mg/L, sertlik 13,02 mg/L, toplam organik madde 2,95 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,006 mg/L ve 1,14 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.11).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, yaz mevsiminin Ağustos ayındaki bulanıklık değeri 1,00 NTU, pH değeri 7,82, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,351 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,17 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,048 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 327 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 2,00 mg/L, sertlik 13,54 mg/L, toplam organik madde 3,17 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,018 mg/L ve 0,51 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.11).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Eylül ayındaki bulanıklık değeri 1,07 NTU, pH değeri 7,73, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan

konsantrasyonu 0,415 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,26 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,021 mg/L, renk konsantrasyonu 7 Pt-Co, iletkenlik 290 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 2,06 mg/L, sertlik 12,95 mg/L, toplam organik madde 3,00 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,014 mg/L ve 0,58 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.12).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Ekim ayındaki bulanıklık değeri 3,82 NTU, pH değeri 7,79, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,286 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,18 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,015 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 275 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 3,39 mg/L, sertlik 12,42 mg/L, toplam organik madde 3,33 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,008 mg/L ve 0,60 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.12).

Arıtma tesisi girişindeki ham suyun, sonbahar mevsiminin Kasım ayındaki bulanıklık değeri 4,28 NTU, pH değeri 7,86, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,074 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,019 mg/L, renk konsantrasyonu 10 Pt-Co, iletkenlik 277 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 6,79 mg/L, sertlik 15,37 mg/L, toplam organik madde 2,74 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,011 mg/L ve 0,48 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.12).

Tablo 4.9. 2019 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe⁺² (mg/L)	Mn⁺² (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Aralık	-	-	-	-	-	-
Ocak	59,95	7,68	0,57	0,226	0,06	0,057
Şubat	19,40	7,75	0,25	0,096	0,03	0,032
Ortalama	39,68	7,72	0,41	0,161	0,05	0,045

Tablo 4.9. 2019 yılı kış mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)
Aralık	-	-	-	-	-	-	-
Ocak	67	303	10,31	12,86	3,79	0,007	0,91
Şubat	31	293	10,17	12,37	3,57	0,005	1,26
Ortalama	49	298	10,24	12,62	3,68	0,006	1,09

Tablo 4.10. 2019 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe⁺² (mg/L)	Mn⁺² (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Mart	9,41	8,13	0,11	0,065	0,02	0,038
Nisan	5,93	8,23	0,06	0,058	0,02	0,031
Mayıs	4,89	7,89	0,06	0,077	0,02	0,028
Ortalama	6,74	8,08	0,08	0,066	0,02	0,032

Tablo 4.10. 2019 yılı ilkbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)
Mart	10	301	10,12	12,31	3,30	0,006	0,98
Nisan	10	310	9,08	13,08	3,29	0,172	0,71
Mayıs	10	322	6,02	13,02	3,23	0,007	0,87
Ortalama	10	311	8,41	12,80	3,27	0,062	0,85

Tablo 4.11. 2019 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe²⁺ (mg/L)	Mn²⁺ (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Haziran	3,62	8,01	0,06	0,092	0,05	0,035
Temmuz	1,47	8,11	0,08	0,198	0,07	0,054
Ağustos	1,00	7,82	0,06	0,351	0,17	0,048
Ortalama	2,03	7,98	0,07	0,214	0,10	0,046

Tablo 4.11. 2019 yılı yaz mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)
Haziran	10	315	3,51	13,21	3,06	0,005	0,70
Temmuz	9	324	1,91	13,02	2,95	0,006	1,14
Ağustos	5	327	2,00	13,54	3,17	0,018	0,51
Ortalama	8	322	2,47	13,26	3,06	0,010	0,78

Tablo 4.12. 2019 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	pH	Fe²⁺ (mg/L)	Mn²⁺ (mg/L)	NH₄⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Eylül	1,07	7,73	0,05	0,415	0,26	0,021
Ekim	3,82	7,79	0,06	0,286	0,18	0,015
Kasım	4,28	7,86	0,05	0,074	0,04	0,019
Ortalama	3,06	7,79	0,05	0,258	0,16	0,018

Tablo 4.12. 2019 yılı sonbahar mevsimi aylık ham su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO₂⁻ (mg/L)	NO₃⁻ (mg/L)
Eylül	7	290	2,06	12,95	3,00	0,014	0,58
Ekim	10	275	3,39	12,42	3,33	0,008	0,60
Kasım	10	277	6,79	15,37	2,74	0,011	0,48
Ortalama	9	281	4,08	13,58	3,02	0,011	0,55

Bulanıklık, 2017 yılı Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla 22,44 ve 12,30 NTU değerlerine çıkmıştır (Tablo 4.1). Bu bulanıklık değerleri, 2017 yılında diğer aylardaki bulanıklık değerlerine göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. 2018 yılı Aralık, Ocak, Mart ve Ekim aylarında sırasıyla 8,48, 8,32, 13,20, 6,23 NTU değerlerine çıkmıştır (Tablo 4.5, Tablo 4.6, Tablo 4.8). Bu bulanıklık değerleri, 2018 yılında diğer aylardaki bulanıklık değerlerine göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. 2019 yılı Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla 59,95, 19,40 NTU değerlerine çıkmıştır (Tablo 4.9). Bu bulanıklık değerleri, 2019 yılında diğer aylardaki bulanıklık değerlerine göre çok yüksek olduğu görülmüştür. Bölgenin jeolojik yapısından da kaynaklı olarak, yağışlar ile birlikte toprağın yüzeysel sulara karışması ve askıda katı maddeler, bozunmuş bitkiler gibi etkenler bulanıklığa yol açmıştır. Aynı zamanda evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları da organik ve inorganik madde yükünü arttırarak bulanıklığa sebep olmuştur [44,16].

Mangan, 2017 yılı Ocak, Şubat, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sırasıyla 0,27, 0,17, 0,17, 0,28 ve 0,45 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.1, Tablo 4.3, Tablo 4.4). Bu konsantrasyonlar, 2017 yılında diğer aylardaki mangan konsantrasyonlarına göre yüksek değerler göstermiştir. 2018 yılı Temmuz ve Ağustos aylarında sırasıyla 0,347, 0,314 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.7). Bu konsantrasyonlar, 2018 yılında diğer aylardaki mangan konsantrasyonlarına göre yüksek değerler göstermiştir. 2019 yılı Ocak, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında sırasıyla 0,226, 0,198, 0,351, 0,415, 0,286 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.9, Tablo 4.11, Tablo 4.12). Bu konsantrasyonlar, 2019 yılında diğer aylardaki mangan konsantrasyonlarına göre çok yüksek değerler göstermiştir. Organik atık deşarjı, evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları mangan konsantrasyonunu önemli ölçüde arttırmıştır [45,16]. Yağışların toprakta bulunan demir ve manganın çözünürlüğünü arttırarak, buradan suya karıştığı görülmüştür [18].

Amonyum, 2017 yılı Ağustos ve Eylül aylarında sırasıyla 0,16 ve 0,26 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.3, Tablo 4.4). Bu konsantrasyonlar, 2017 yılında diğer aylardaki amonyum konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmüştür. 2018 yılı Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sırasıyla 0,09, 0,09, 0,12, 0,17 ve 0,10 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.6, Tablo 4.7, Tablo 4.8). Bu konsantrasyonlar, 2018 yılında diğer aylardaki amonyum

konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmüştür. 2019 yılı Ağustos, Eylül ve Ekim aylarında sırasıyla 0,17, 0,26, 0,18 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.11, Tablo 4.12). Bu konsantrasyonlar, 2019 yılında diğer aylardaki amonyum konsantrasyonlarıyla karşılaştırıldığında yüksek olduğu görülmüştür. Evsel ve endüstriyel atık ve atıksu deşarjı, amonyum konsantrasyonu artışında büyük bir pay sahibi olduğu görülmüştür [46,47]. Tarımsal gübreleme kaynaklı olarak, amonyum azotunun artışı da gözlemlenmiştir [17].

Alüminyum, 2017 yılı Aralık, Ocak, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında sırasıyla 0,34, 0,16, 0,31, 0,15 ve 0,20 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.1, Tablo 4.4). Bu konsantrasyonlar, 2017 yılında diğer aylardaki alüminyum konsantrasyonlarına göre oldukça yüksek değerler göstermiştir. 2018 yılı Ağustos ayında 0,098 mg/L konsantrasyonuna çıkmıştır (Tablo 4.7). Bu konsantrasyon değeri, 2018 yılında diğer aylardaki alüminyum konsantrasyonlarına göre oldukça yüksek değerler göstermiştir. Çoğunlukla, asit yağmurlarından kaynaklı olarak toprağın pH değerine göre ağır metallerin çözünürlüğü artarak doğal sulara karıştığı görülmüştür [12].

Renk, 2017 yılı Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla 33,87 ve 22,67 Pt-Co gibi yüksek değerlere çıkmıştır (Tablo 4.1). Bu değerler, 2017 yılında diğer aylardaki değerler ile karşılaştırıldığında çok yüksek olduğu görülmüştür. 2019 yılı Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla 67 ve 31 Pt-Co gibi yüksek değerlere çıkmıştır (Tablo 4.9). Bu değerler, 2019 yılında diğer aylardaki değerler ile karşılaştırıldığında çok yüksek olduğu görülmüştür. Demir, oksijenle temas ettiğinde Fe^{+2} 'den Fe^{+3} haline dönüşür, oksitlenmiş olan demir, var olduğu su ortamına kırmızımsı ve kahverengimsi renkler yayarak suyun rengini değiştirmiştir [48].

Nitrit, 2018 yılı Aralık, Mayıs ve Temmuz aylarında sırasıyla 0,010, 0,010, 0,019 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.5, Tablo 4.6, Tablo 4.7). Bu konsantrasyonlar, diğer aylardaki nitrit konsantrasyonlarına göre yüksek olduğu görülmüştür. 2019 yılı Nisan ayında 0,172 mg/L konsantrasyonuna çıkmıştır (Tablo 4.10). Bu konsantrasyon, 2019 yılında diğer aylardaki nitrit konsantrasyonlarına göre çok yüksek olduğu görülmüştür. Tarımsal gübreleme, organik ve inorganik atıklar, evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları nitrit konsantrasyonunu arttırmıştır [49,20].

Demir, 2019 yılı Ocak ve Şubat aylarında sırasıyla 0,57, 0,25 mg/L konsantrasyonlarına çıkmıştır (Tablo 4.9). Bu konsantrasyonlar, yılın geriye kalan aylarına göre kıyaslandığından yüksek değerler göstermiştir. Evsel ve endüstriyel atıksu deşarjları demir konsantrasyonunun artışında da etkili olduğunu göstermiştir [17].



4.2. Arıtılmış Su Bulguları

4.2.1. 2017 yılı arıtılmış su bulguları

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Aralık ayındaki bulanıklık değeri 0,27 NTU, pH değeri 8,06, demir konsantrasyonu 0,08 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,04 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 326 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,56 mg/L, sertlik 13,83 mg/L, toplam organik madde 1,86 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,001 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.13).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Ocak ayındaki bulanıklık değeri 0,52 NTU, pH değeri 7,76, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,05 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,025 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 334 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 12,67 mg/L, sertlik 15,29 mg/L, toplam organik madde 1,77 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,005 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.13).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Şubat ayındaki bulanıklık değeri 0,53 NTU, pH değeri 7,50, demir konsantrasyonu 0,07 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,05 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 328 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 12,74 mg/L, sertlik 14,61 mg/L, toplam organik madde 1,77 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,005 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.13).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Mart ayındaki bulanıklık değeri 0,51 NTU, pH değeri 7,89, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,038 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,05 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 341 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 12,05 mg/L, sertlik 14,54 mg/L, toplam organik madde 1,64 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,005 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.14).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Nisan ayındaki bulanıklık değeri 0,80 NTU, pH değeri 7,77, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,05 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum

konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 344 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 11,25 mg/L, sertlik 15,10 mg/L, toplam organik madde 1,77 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,005 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.14).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Mayıs ayındaki bulanıklık değeri 0,52 NTU, pH değeri 8,06, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,05 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,021 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 349 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,74 mg/L, sertlik 15,08 mg/L, toplam organik madde 1,84 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,006 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.14).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Haziran ayındaki bulanıklık değeri 0,48 NTU, pH değeri 7,95, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,05 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 352 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,30 mg/L, sertlik 15 mg/L, toplam organik madde 1,98 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,005 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.15).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Temmuz ayındaki bulanıklık değeri 0,43 NTU, pH değeri 8,04, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,08 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,027 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 360 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,76 mg/L, sertlik 15,05 mg/L, toplam organik madde 1,98 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,005 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.15).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Ağustos ayındaki bulanıklık değeri 0,39 NTU, pH değeri 7,93, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,05 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,026 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 347 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,87 mg/L, sertlik 15,08 mg/L, toplam organik madde 2,15 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,006 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.15).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Eylül ayındaki bulanıklık değeri 0,42 NTU, pH değeri 8,03, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,052 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum

konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 325 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,74 mg/L, sertlik 14,90 mg/L, toplam organik madde 1,96 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,006 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.16).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Ekim ayındaki bulanıklık değeri 0,36 NTU, pH değeri 7,83, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,03 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 320 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,38 mg/L, sertlik 14,27 mg/L, toplam organik madde 1,85 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,003 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.16).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Kasım ayındaki bulanıklık değeri 0,28 NTU, pH değeri 7,77, demir konsantrasyonu 0,03 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,03 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 319 μ S/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,93 mg/L, sertlik 14,06 mg/L, toplam organik madde 1,78 mg/L, nitrit konsantrasyonu 0,001 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.16).

Tablo 4.13. 2017 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Aralık	0,27	1,398	8,06	0,08	0,04	0,02	0,020
Ocak	0,52	1,318	7,76	0,04	0,05	0,04	0,025
Şubat	0,53	1,312	7,50	0,07	0,05	0,04	0,020
Ortalama	0,44	1,343	7,77	0,06	0,05	0,03	0,022

Tablo 4.13. 2017 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)
Aralık	5	326	10,56	13,83	1,86	0,001
Ocak	5	334	12,67	15,29	1,77	0,005
Şubat	5	328	12,74	14,61	1,77	0,005
Ortalama	5	329	11,99	14,58	1,80	0,004

Tablo 4.14. 2017 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Mart	0,51	1,45	7,89	0,06	0,038	0,05	0,020
Nisan	0,80	1,32	7,77	0,04	0,05	0,03	0,020
Mayıs	0,52	1,48	8,06	0,05	0,05	0,02	0,021
Ortalama	0,61	1,42	7,91	0,05	0,05	0,03	0,020

Tablo 4.14. 2017 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)
Mart	5	341	12,05	14,54	1,64	0,005
Nisan	5	344	11,25	15,10	1,77	0,005
Mayıs	5	349	10,74	15,08	1,84	0,006
Ortalama	5	345	11,35	14,91	1,75	0,005

Tablo 4.15. 2017 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Haziran	0,48	1,45	7,95	0,06	0,05	0,02	0,020
Temmuz	0,43	1,46	8,04	0,05	0,08	0,02	0,027
Ağustos	0,39	1,12	7,93	0,05	0,05	0,02	0,026
Ortalama	0,43	1,34	7,97	0,05	0,06	0,02	0,024

Tablo 4.15. 2017 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)
Haziran	5	352	10,30	15,00	1,98	0,005
Temmuz	5	360	9,76	15,05	1,98	0,005
Ağustos	5	347	9,87	15,08	2,15	0,006
Ortalama	5	353	9,98	15,04	2,04	0,005

Tablo 4.16. 2017 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Eylül	0,42	1,28	8,03	0,04	0,052	0,02	0,020
Ekim	0,36	1,40	7,83	0,04	0,030	0,02	0,020
Kasım	0,28	1,45	7,77	0,03	0,030	0,02	0,020
Ortalama	0,35	1,38	7,88	0,04	0,037	0,02	0,020

Tablo 4.16. 2017 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)
Eylül	5	325	9,74	14,90	1,96	0,006
Ekim	5	320	9,38	14,27	1,85	0,003
Kasım	5	319	9,93	14,06	1,78	0,001
Ortalama	5	321	9,68	14,41	1,86	0,003

4.2.2. 2018 yılı arıtılmış su bulguları

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Aralık ayındaki bulanıklık değeri 0,36 NTU, pH değeri 7,99, demir konsantrasyonu 0,06 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,038 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,025 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 357 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 11,70 mg/L, sertlik 14,35 mg/L, toplam organik madde 1,89 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/L ve 0,91 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.17).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Ocak ayındaki bulanıklık değeri 0,28 NTU, pH değeri 8,38, demir konsantrasyonu 0,03 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,029 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,030 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 335 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 11,13 mg/L, sertlik 15,01 mg/L, toplam organik madde 1,86 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,003 mg/L ve 1,20 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.17).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Şubat ayındaki bulanıklık değeri 0,42 NTU, pH değeri 8,04, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,033 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,10 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,050 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 409 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 11,24 mg/L, sertlik 15,27 mg/L, toplam organik madde 1,63 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 1,21 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.17).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Mart ayındaki bulanıklık değeri 0,40 NTU, pH değeri 7,94, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,034 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,046 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 335 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,80 mg/L, sertlik 15,33 mg/L, toplam organik madde 1,97 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/L ve 1,10 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.18).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Nisan ayındaki bulanıklık değeri 0,35 NTU, pH değeri 8,17, demir konsantrasyonu 0,03 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,031 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,10 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,024 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 337 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,37 mg/L, sertlik 15,39 mg/L, toplam organik madde 1,99 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,003 mg/L ve 1,22 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.18).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Mayıs ayındaki bulanıklık değeri 0,31 NTU, pH değeri 8,08, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,028 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,07 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,038 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 338 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,05 mg/L, sertlik 15,55 mg/L, toplam organik madde 2 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,007 mg/L ve 1,24 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.18).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Haziran ayındaki bulanıklık değeri 0,30 NTU, pH değeri 7,95, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,039 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,035 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 341 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,11 mg/L, sertlik 15,83 mg/L, toplam organik madde 2,02 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 1,23 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.19).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Temmuz ayındaki bulanıklık değeri 0,24 NTU, pH değeri 7,95, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,040 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,037 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 347 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,47 mg/L, sertlik 15,95 mg/L, toplam organik madde 2,14 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 1,20 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.19).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Ağustos ayındaki bulanıklık değeri 0,29 NTU, pH değeri 8,01, demir konsantrasyonu 0,03 mg/L, mangan

konsantrasyonu 0,040 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,026 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 340 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 9,52 mg/L, sertlik 15,54 mg/L, toplam organik madde 2,04 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,003 mg/L ve 0,84 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.19).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Eylül ayındaki bulanıklık değeri 0,29 NTU, pH değeri 7,71, demir konsantrasyonu 0,03 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,032 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,019 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 339 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 8,74 mg/L, sertlik 15,44 mg/L, toplam organik madde 1,65 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/L ve 0,76 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.20).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Ekim ayındaki bulanıklık değeri 0,37 NTU, pH değeri 7,80, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,040 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,027 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 343 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 9,42 mg/L, sertlik 14,77 mg/L, toplam organik madde 1,91 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/L ve 0,96 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.20).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Kasım ayındaki bulanıklık değeri 0,32 NTU, pH değeri 8,04, demir konsantrasyonu 0,07 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,040 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,035 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 353 µS/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 10,20 mg/L, sertlik 14,46 mg/L, toplam organik madde 1,76 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,003 mg/L ve 0,70 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.20).

Tablo 4.17. 2018 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Aralık	0,36	1,66	7,99	0,06	0,038	0,02	0,025
Ocak	0,28	1,56	8,38	0,03	0,029	0,03	0,030
Şubat	0,42	1,50	8,04	0,04	0,033	0,10	0,050
Ortalama	0,35	1,57	8,14	0,04	0,033	0,05	0,035

Tablo 4.17. 2018 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
Aralık	5	357	11,70	14,35	1,89	0,004	0,91
Ocak	5	335	11,13	15,01	1,86	0,003	1,20
Şubat	5	409	11,24	15,27	1,63	0,005	1,21
Ortalama	5	367	11,36	14,88	1,79	0,004	1,11

Tablo 4.18. 2018 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Mart	0,40	1,37	7,94	0,04	0,034	0,02	0,046
Nisan	0,35	1,40	8,17	0,03	0,031	0,10	0,024
Mayıs	0,31	1,46	8,08	0,04	0,028	0,07	0,038
Ortalama	0,35	1,41	8,06	0,04	0,031	0,06	0,036

Tablo 4.18. 2018 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
Mart	5	335	10,80	15,33	1,97	0,004	1,10
Nisan	5	337	10,37	15,39	1,99	0,003	1,22
Mayıs	5	338	10,05	15,55	2,00	0,007	1,24
Ortalama	5	337	10,41	15,42	1,99	0,005	1,19

Tablo 4.19. 2018 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ⁺² (mg/L)	Mn ⁺² (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Haziran	0,30	1,38	7,95	0,05	0,039	0,02	0,035
Temmuz	0,24	1,31	7,95	0,05	0,040	0,02	0,037
Ağustos	0,29	1,41	8,01	0,03	0,040	0,03	0,026
Ortalama	0,28	1,37	7,97	0,04	0,040	0,02	0,033

Tablo 4.19. 2018 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
Haziran	5	341	10,11	15,83	2,02	0,005	1,23
Temmuz	5	347	10,47	15,95	2,14	0,005	1,20
Ağustos	5	340	9,52	15,54	2,04	0,003	0,84
Ortalama	5	343	10,03	15,67	2,07	0,004	1,09

Tablo 4.20. 2018 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Eylül	0,29	1,37	7,71	0,03	0,032	0,04	0,019
Ekim	0,37	1,61	7,80	0,05	0,040	0,02	0,027
Kasım	0,32	1,67	8,04	0,07	0,040	0,02	0,035
Ortalama	0,33	1,55	7,85	0,05	0,037	0,03	0,027

Tablo 4.20. 2018 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
Eylül	5	339	8,74	15,44	1,65	0,004	0,76
Ekim	5	343	9,42	14,77	1,91	0,004	0,96
Kasım	5	353	10,20	14,46	1,76	0,003	0,70
Ortalama	5	345	9,45	14,89	1,77	0,004	0,81

4.2.3. 2019 yılı arıtılmış su bulguları

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Ocak ayındaki bulanıklık değeri 0,43 NTU, pH değeri 7,52, demir konsantrasyonu 0,07 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,039 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 331 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 12,72 mg/L, sertlik 12,72 mg/L, toplam organik madde 1,83 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,003 mg/L ve 0,91 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.21).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, kış mevsiminin Şubat ayındaki bulanıklık değeri 0,72 NTU, pH değeri 7,72, demir konsantrasyonu 0,13 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,037 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,028 mg/L, renk konsantrasyonu 6 Pt-Co, iletkenlik 309 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 12,79 mg/L, sertlik 11,79 mg/L, toplam organik madde 1,76 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 1,39 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.21).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Mart ayındaki bulanıklık değeri 0,66 NTU, pH değeri 8,06, demir konsantrasyonu 0,15 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,038 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,029 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 314 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 12,12 mg/L, sertlik 11,94 mg/L, toplam organik madde 1,85 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 1,28 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.22).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Nisan ayındaki bulanıklık değeri 0,71 NTU, pH değeri 8,02, demir konsantrasyonu 0,11 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,040 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,029 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 319 μ S/cm, çözülmüş oksijen konsantrasyonu 11,37 mg/L, sertlik 12,46 mg/L, toplam organik madde 2,10 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,216 mg/L ve 1,05 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.22).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, ilkbahar mevsiminin Mayıs ayındaki bulanıklık değeri 0,61 NTU, pH değeri 7,85, demir konsantrasyonu 0,16 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,038 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,041 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 327 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,84 mg/L, sertlik 12,76 mg/L, toplam organik madde 2,02 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,006 mg/L ve 1,33 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.22).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Haziran ayındaki bulanıklık değeri 0,63 NTU, pH değeri 8,03, demir konsantrasyonu 0,18 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,036 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,02 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,024 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 321 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,40 mg/L, sertlik 13,03 mg/L, toplam organik madde 1,91 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/L ve 1,08 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.23).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Temmuz ayındaki bulanıklık değeri 0,48 NTU, pH değeri 8,12, demir konsantrasyonu 0,16 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,036 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,040 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 327 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,36 mg/L, sertlik 12,82 mg/L, toplam organik madde 2,17 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 0,90 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.23).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, yaz mevsiminin Ağustos ayındaki bulanıklık değeri 0,43 NTU, pH değeri 7,87, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,034 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,03 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,040 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 326 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,98 mg/L, sertlik 13,07 mg/L, toplam organik madde 2,15 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 0,68 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.23).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Eylül ayındaki bulanıklık değeri 0,43 NTU, pH değeri 7,76, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan

konsantrasyonu 0,039 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,024 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 286 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,77 mg/L, sertlik 12,44 mg/L, toplam organik madde 2,07 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,005 mg/L ve 0,89 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.24).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Ekim ayındaki bulanıklık değeri 0,51 NTU, pH değeri 7,74, demir konsantrasyonu 0,05 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,038 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,04 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,020 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 282 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 9,52 mg/L, sertlik 12,17 mg/l, toplam organik madde 2,18 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,004 mg/L ve 0,66 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.24).

Arıtma tesisi çıkışındaki arıtılmış suyun, sonbahar mevsiminin Kasım ayındaki bulanıklık değeri 0,40 NTU, pH değeri 7,92, demir konsantrasyonu 0,04 mg/L, mangan konsantrasyonu 0,040 mg/L, amonyum konsantrasyonu 0,05 mg/L, alüminyum konsantrasyonu 0,065 mg/L, renk konsantrasyonu 5 Pt-Co, iletkenlik 287 µS/cm, çözünmüş oksijen konsantrasyonu 10,03 mg/L, sertlik 15,24 mg/L, toplam organik madde 1,80 mg/L, nitrit ve nitrat konsantrasyonları sırası ile 0,010 mg/L ve 0,76 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.24).

Tablo 4.21. 2019 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Aralık	-	-	-	-	-	-	-
Ocak	0,430	1,570	7,52	0,07	0,039	0,04	0,020
Şubat	0,720	1,460	7,72	0,13	0,037	0,02	0,028
Ortalama	0,575	1,515	7,62	0,10	0,038	0,03	0,024

Tablo 4.21. 2019 yılı kış mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
Aralık	-	-	-	-	-	-	-
Ocak	5,0	331	12,720	12,720	1,830	0,003	0,91
Şubat	6,0	309	12,790	11,790	1,760	0,005	1,39
Ortalama	5,5	320	12,755	12,255	1,795	0,004	1,15

Tablo 4.22. 2019 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Mart	0,66	1,50	8,06	0,15	0,038	0,02	0,029
Nisan	0,71	1,28	8,02	0,11	0,040	0,03	0,029
Mayıs	0,61	1,51	7,85	0,16	0,038	0,02	0,041
Ortalama	0,66	1,43	7,98	0,14	0,039	0,02	0,033

Tablo 4.22. 2019 yılı ilkbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
Mart	5	314	12,12	11,94	1,85	0,005	1,28
Nisan	5	319	11,37	12,46	2,10	0,216	1,05
Mayıs	5	327	10,84	12,76	2,02	0,006	1,33
Ortalama	5	320	11,44	12,39	1,99	0,076	1,22

Tablo 4.23. 2019 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Haziran	0,63	1,30	8,03	0,18	0,036	0,02	0,024
Temmuz	0,48	1,40	8,12	0,16	0,036	0,03	0,040
Ağustos	0,43	1,05	7,87	0,05	0,034	0,02	0,034
Ortalama	0,51	1,25	8,01	0,13	0,035	0,02	0,033

Tablo 4.23. 2019 yılı yaz mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
Haziran	5	321	10,40	13,03	1,91	0,004	1,08
Temmuz	5	327	10,36	12,82	2,17	0,005	0,90
Ağustos	5	326	9,98	13,07	2,15	0,005	0,68
Ortalama	5	325	10,25	12,97	2,08	0,005	0,89

Tablo 4.24. 2019 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Bulanıklık (NTU)	Serbest Klor	pH	Fe ²⁺ (mg/L)	Mn ²⁺ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	Al (mg/L)
Eylül	0,43	1,11	7,76	0,05	0,039	0,04	0,024
Ekim	0,51	1,50	7,74	0,05	0,038	0,04	0,020
Kasım	0,40	1,57	7,92	0,04	0,040	0,05	0,065
Ortalama	0,45	1,40	7,81	0,05	0,039	0,04	0,036

Tablo 4.24. 2019 yılı sonbahar mevsimi aylık arıtılmış su analiz ölçüm sonuçları

Analizler/Aylar	Renk (Pt-Co)	İletkenlik (µS)	Ç.Oksijen (mg/L)	Sertlik (mg/L)	Top.Org. (mg/L)	NO ₂ ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)
Eylül	5	286	9,77	12,44	2,07	0,005	0,89
Ekim	5	282	9,52	12,17	2,18	0,004	0,66
Kasım	5	287	10,03	15,24	1,80	0,010	0,76
Ortalama	5	285	9,77	13,28	2,02	0,006	0,77

4.3. Alüminyumun Mevsimsel Değişimi

2017 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,022 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,02 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,024 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,02 mg/L demir konsantrasyonu saptanmıştır. 2018 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,035 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,036 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,033 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,027 mg/L demir konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,024 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,033 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,033 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,036 mg/L demir konsantrasyonu saptanmıştır.

Nötr pH seviyelerinde alüminyum çözünürlüğü minimum seviyelerde olup, genellikle 0,001 mg/L ile 0,05 mg/L seviyelerindedir. Yapılan bazı çalışmalardaki alüminyum değerlerine bakacak olursak, Nevşehir Kızılırmak'ta alüminyum konsantrasyonu mevsimsel (yaz, sonbahar, kış, ilkbahar) olarak sırasıyla 0,05 mg/L, 0,019 mg/L, 0,029 mg/L, 0,004 mg/L olarak görülmüştür [7]. Kars ilinde yapılan alüminyum çalışmasında ise, konsantrasyon 0,0056 mg/L olarak görülmüştür [8]. Bu çalışmada incelenen 2018 ve 2019 ham su alüminyum konsantrasyonları ile benzerlik göstermiştir. Bu belirtilen yıllarda hiçbir mevsimde ham su alüminyum konsantrasyonu 0,051 mg/L üzerine çıkmamıştır. Bununla beraber 2017 yılı ham su alüminyum konsantrasyonu, kış ve sonbahar mevsimlerinde yükseliş gösterse de, ilkbahar ve yaz mevsimlerinde yine benzerlik göstermiştir.

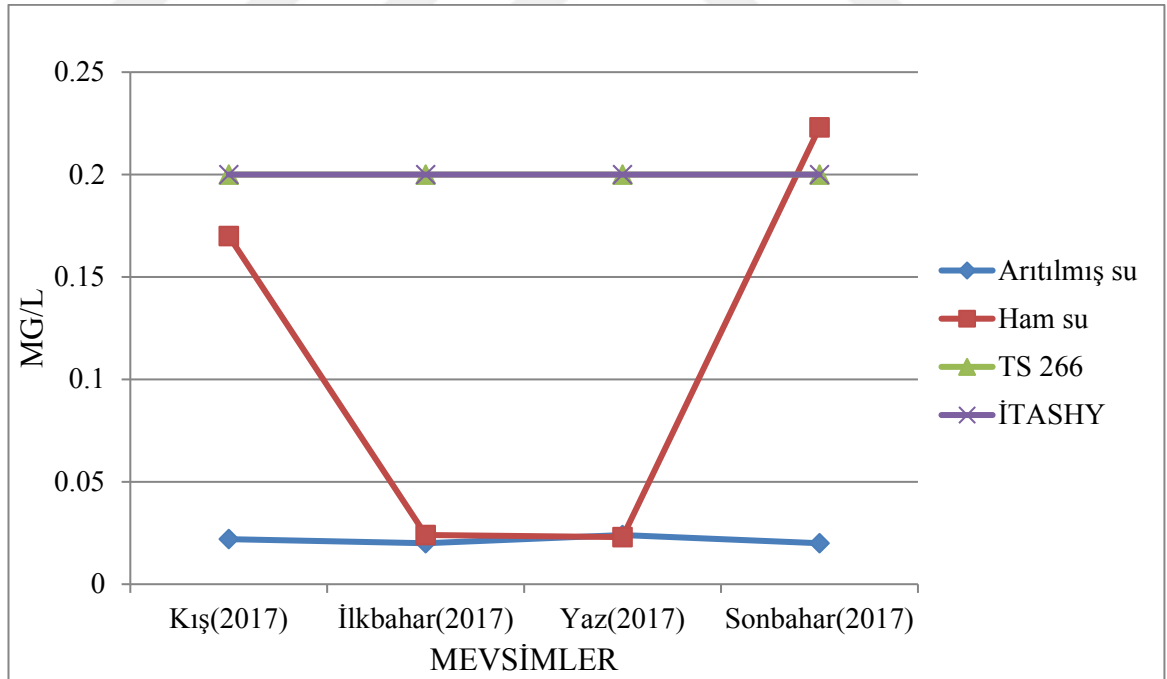
Alüminyum, çevrede doğal yollarla bulunmuştur. Çeşitli etkileyici faktörler ile alüminyumun hareketliliği sağlanmıştır. Toprağın jeolojik yapısından kaynaklı olmasının yanı sıra asit yağmurlarının da etkisi ile doğal sulara karışmıştır [12]. Tarımsal faaliyetler, madencilik, kömür, volkanik patlamalar ve toprak kayması gibi faktörler alüminyum varlığını bölgede arttırmıştır [13]. Alüminyum, demir ve kurşun boruların, plastik boruların ve çimento harcı ile kaplanmış boruların korozyonu ile çökelti olarak varlığı tespit edilmiştir [50].

Şekil 4.1'de anlaşılacağı üzere, 2017 yılı kış ve sonbahar mevsimlerinde ham suda yüksek konsantrasyonlar görülmüştür. Asit yağmurlarının da etkisi ile toprakta bulunan alüminyumun çözünürlüğü artarak, buradan ham suya karışmıştır.

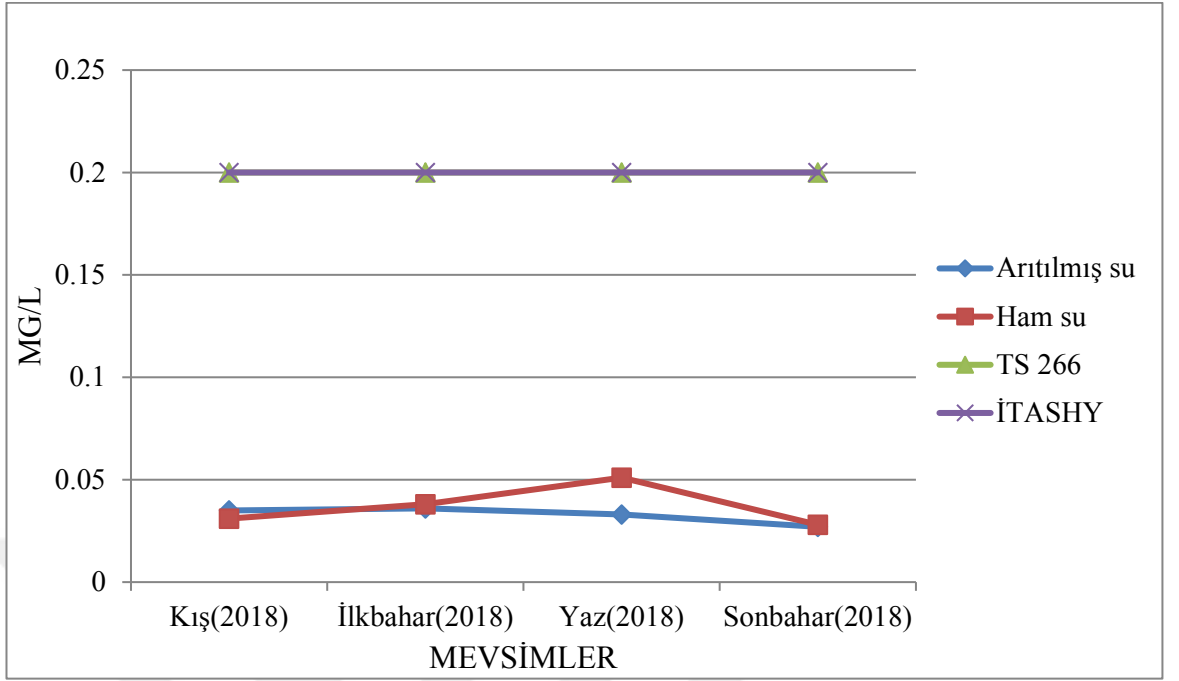
Şekil 4.2’de 2018 yılı kış mevsiminde ve Şekil 4.3’te 2019 yılı sonbahar mevsiminde, arıtılmış suyun, ham sudan daha fazla alüminyum konsantrasyonu içerdiği görülmüştür. Arıtma tesisinde bulunan ve arıtma aşamalarında suyun geçişini sağlayan boruların korozyonu sonucu, arıtılmış suda alüminyum konsantrasyonu artışı saptanmıştır.

Şekil 4.1, Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’te ham su ve arıtılmış su kalitesi açısından, Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi’nin arıtım veriminin yüksek olduğu görülmüştür. Şekil 4.1’de 2017 yılı kış ve sonbahar mevsimlerinde, bu yüksek verimin gözle görünürlüğü açıkça saptanmıştır.

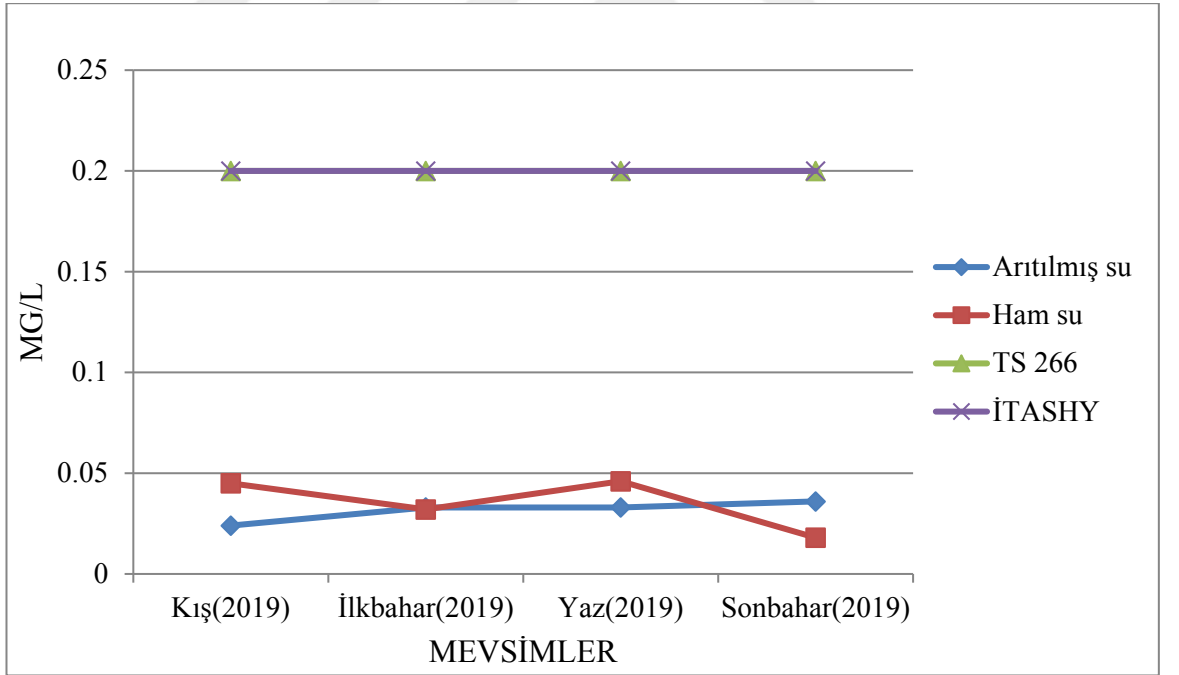
Alüminyum konsantrasyonunda, arıtılmış su için TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 0,2 mg/L, aynı zamanda İTASHY’e göre de 0,2 mg/L’dir [26,24]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun demir konsantrasyonu, TS 266 ve İTASHY açısından uygun olduğu görülmüştür. Arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, alüminyum konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmasıdır.



Şekil 4.1. 2017 yılı alüminyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.2. 2018 yılı alüminyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.3. 2019 yılı alüminyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

4.4. Amonyumun Mevsimsel Değişimi

2017 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,03 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,03 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,02 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,02 mg/L amonyum konsantrasyonu saptanmıştır. 2018 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,05 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,06 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,02 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,03 mg/L amonyum konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,03 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,02 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,02 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,04 mg/L amonyum konsantrasyonu saptanmıştır.

Yüzeysel sularda, kaynak sularında, evsel atıksularında ve daha çok endüstriyel atıksularda amonyum azotu bulunmuştur. Suda bulunan amonyum, iyon halinde, hidroksit bileşiği halinde veya amonyak formunda bulunabilir. pH'ın artması amonyak konsantrasyonunu arttırmıştır [46].

Kars ilinde yapılan araştırmaya baktığımızda, amonyum konsantrasyonu ham suda 0 ile 0,5 mg/L, arıtılmış suda ise maksimum mg/L mg/l olduğu gözlemlenmiştir [8]. Çalışmamızda amonyum konsantrasyonumuz, hiçbir zaman 0,5 mg/L'ye yaklaşmamış olsa da benzerlik göstermiştir.

Sulardaki amonyum, nitrit ve nitrat konsantrasyonu yoğun olan gübreler, evsel atıklar, kanalizasyon atıkları ve endüstriyel çöplerin toprağa boşaltılması sebebiyle olabilir. Mikrobiyolojik kontaminasyon sebebi ile de yüksek amonyum ve nitrit varlığına sebep olabilir [47]. Amonyumun yüksek konsantrasyonlarda bulunması evsel ve endüstriyel atıksular ve gübrelerden kaynaklanmıştır. Bir başka çalışmada, konsantrasyonun yüksek olması Akkaya Baraj Gölü'ne yapılmış olan evsel atıksu deşarjları veya suya organik gübre karışmasından dolayı olduğu düşünülmüştür [17].

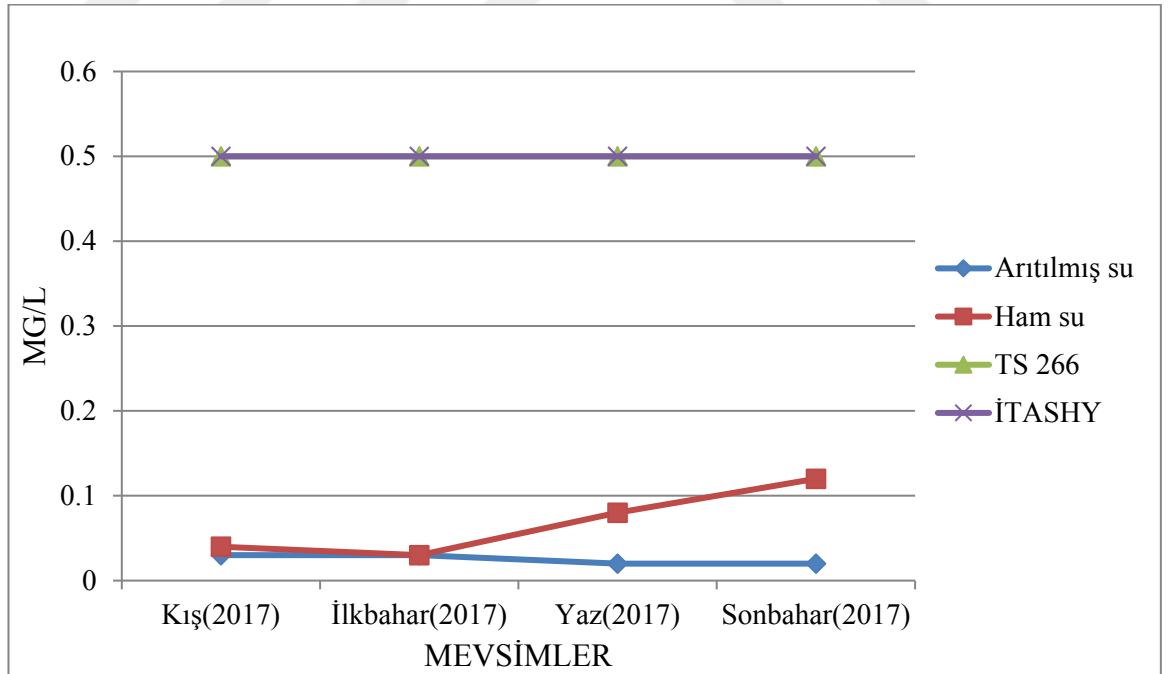
Her üç yıldaki arıtılmış su konsantrasyonları birbirine benzerlik göstermiştir. Ham su için Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görüldüğü üzere ilkbahar mevsiminden itibaren başlayan bir konsantrasyon artışı görülmüştür. Şekil 4.4 ve Şekil 4.6'da sonbahar mevsimine kadar bu artış devam etmiştir. İlkbahar mevsiminden itibaren, sıcaklıkların

artması ve dolayısıyla karların erimesi sebebiyle, toprakta bulunan amonyum azotunun doğal sulara karıştığı görülmüştür.

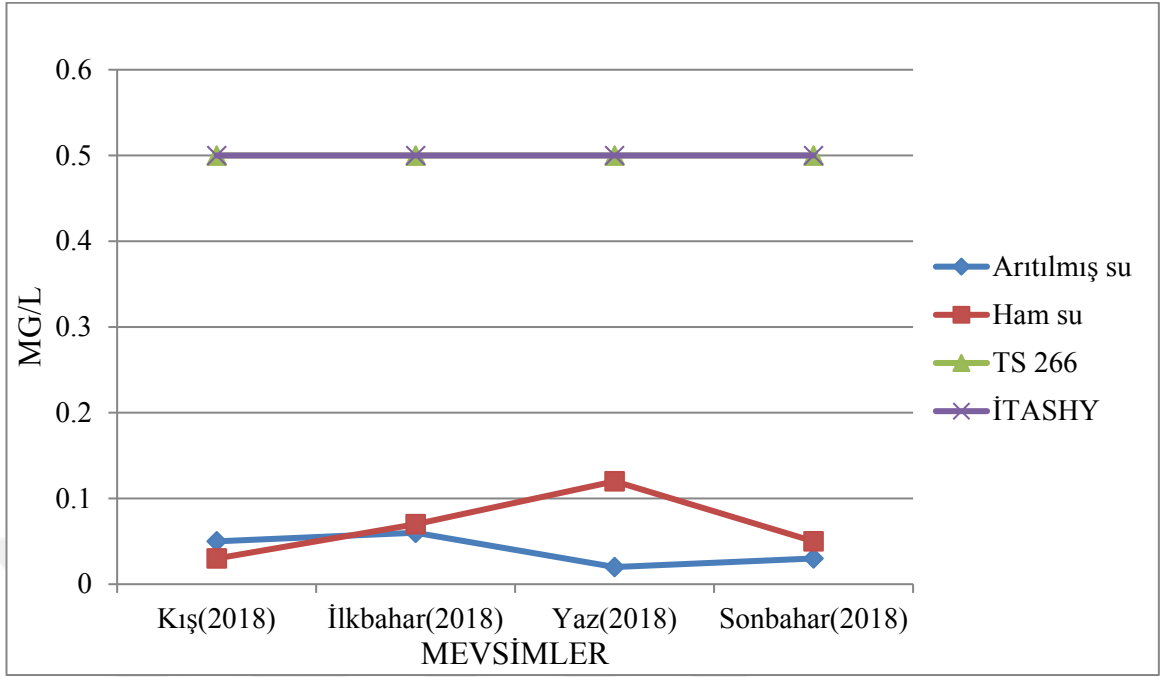
Bu çalışmamızda, Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görüldüğü üzere ilkbahar mevsiminden itibaren başlayan amonyum konsantrasyonu artışı, evsel ve/veya endüstriyel atıksu deşarjı sonucu oluştuğu öngörülmüştür. Bu artış sebepleri arasında aynı zamanda organik gübreleme ihtimali olsa da, nitrit ve nitrat konsantrasyonlarımıza baktığımızda herhangi bir yüksek konsantrasyon görülmemiştir.

Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da ham su ve arıtılmış su kalitesi açısından, Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi'nin arıtım veriminin yüksek olduğu görülmüştür.

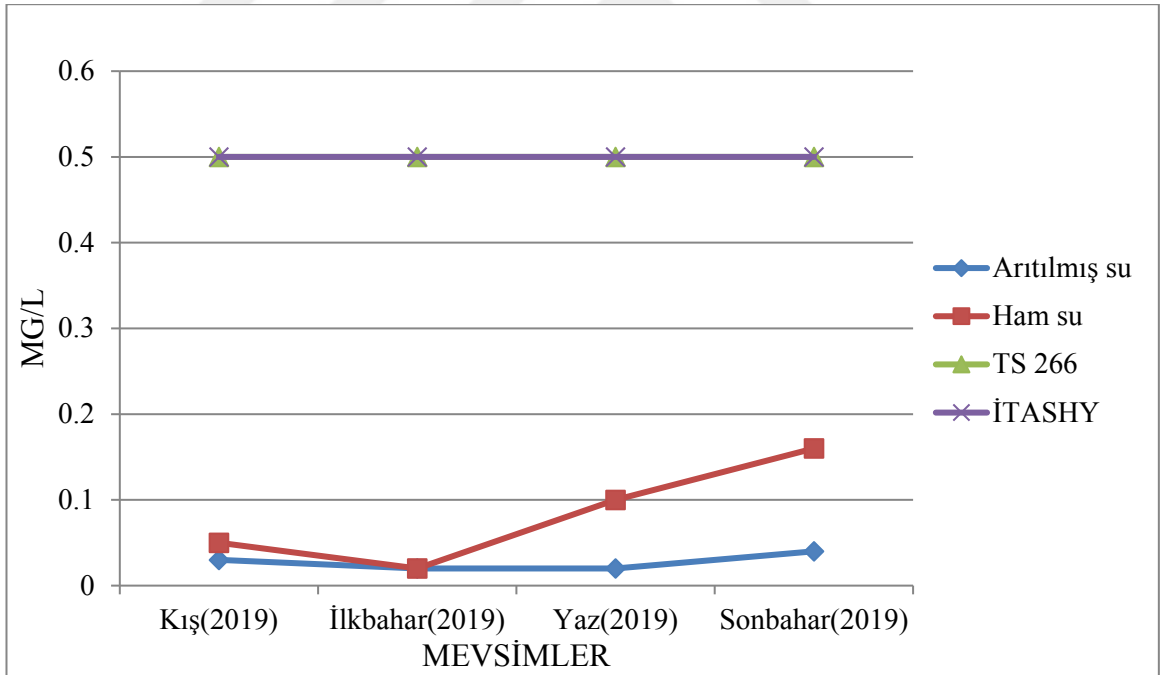
Arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, amonyum konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmaştır. Arıtılmış su için, TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 0,5 mg/L, aynı zamanda İTASHY standartlarına göre de 0,5 mg/L'dir [26,24]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun amonyum konsantrasyonu, TS 266 ve İTASHY açısından uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.4. 2017 yılı amonyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.5. 2018 yılı amonyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.6. 2019 yılı amonyum konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

4.4. Bulanıklığın Mevsimsel Değişimi

2017 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,44 NTU, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,61 NTU, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,43 NTU, sonbahar mevsiminde ise 0,35 NTU bulanıklık saptanmıştır. 2018 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,35 NTU, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,35 NTU, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,28 NTU, sonbahar mevsiminde ise 0,33 NTU bulanıklık saptanmıştır. 2019 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,57 NTU, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,66 NTU, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,51 NTU, sonbahar mevsiminde ise 0,45 NTU bulanıklık saptanmıştır.

Her üç yıldaki arıtılmış su birbirine benzerlik göstermiştir. Şekil 4.9’da görüldüğü üzere kış mevsiminde, ham sudaki konsantrasyon artışı görülmüştür.

Mevsimsel açıdan bakıldığında, yağışlı dönemlerde, yağış suları ile yüzeysel sulara taşınan silt, kil gibi toprak türevleri bulanıklığın temel sebeplerindedir. Kurak dönemlerde ise mikroorganizmalar, çözünmüş organik ve inorganik maddeler bulanıklığa yol açabilir [44]. İçme suyunun önemli bir kriterlerinden olan bulanıklık, askıda katı maddeler ve kolloidler sebebiyle oluşur. Bunlarla birlikte toprak ve kaya parçacıklarıyla, bitkiler ve evsel ya da endüstriyel organik ve inorganik madde sebebiyle olmuştur. Aynı zamanda estetik açıdan da önemlidir. Su arıtılmadan önce bulanıklığı 25 NTU kadar olabilir, yağmurlu havalarda bulanıklık 1000 NTU’ya kadar çıkabilmektedir. İçme sularında bulanıklık 1 NTU’dan fazla olmamalıdır [23].

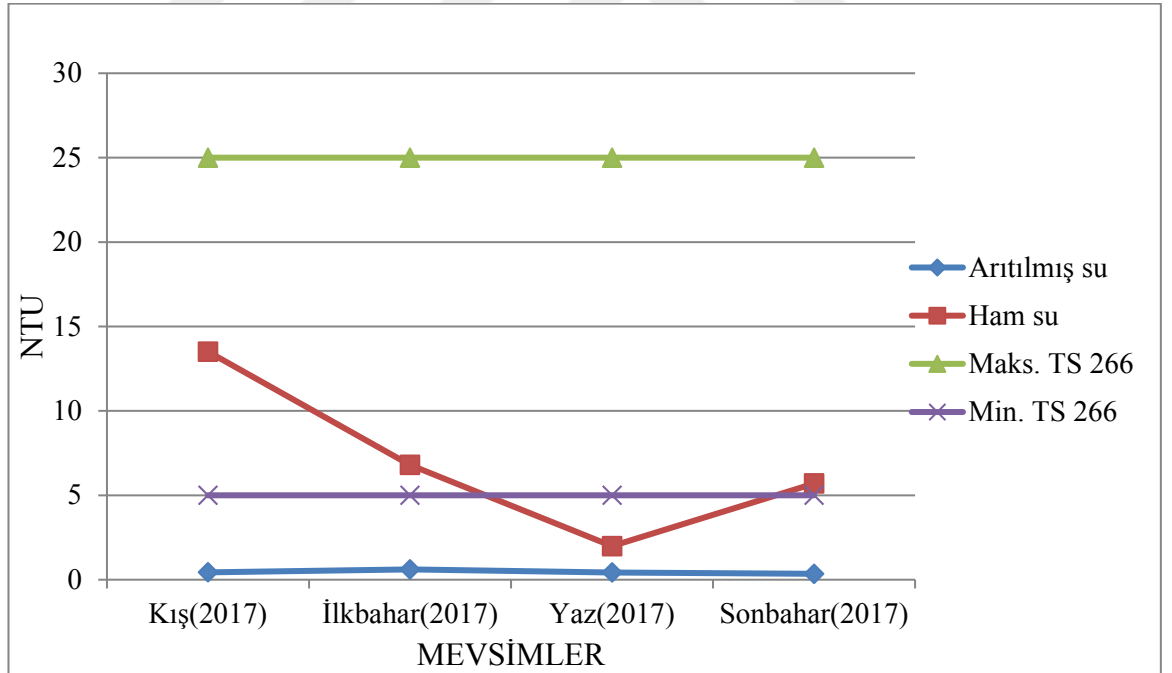
Van ili Erciş ilçesinde yapılmış olan çalışmada bulanıklık değeri 4,07 NTU çıkmıştır [51]. Çalışmamızda, bulanıklık konsantrasyonları yüksek değerler göstermiş olsa da arıtma neticesinde suyun uygun olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada, Şekil 4.9’da 2019 yılında bulanıklık, ham suda, kış mevsiminde 39,68 NTU değerinde yüksek bir değer saptanmıştır. Ham su içerisinde bulunan organik ve/veya inorganik madde yükü sebebiyle, bu yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Evsel ve endüstriyel atık deşarjları da, organik ve inorganik madde yüküne etki etmektedir. Dolayısıyla özellikle kış mevsiminde, bölgeye atık deşarjı yapıldığı görülmüştür.

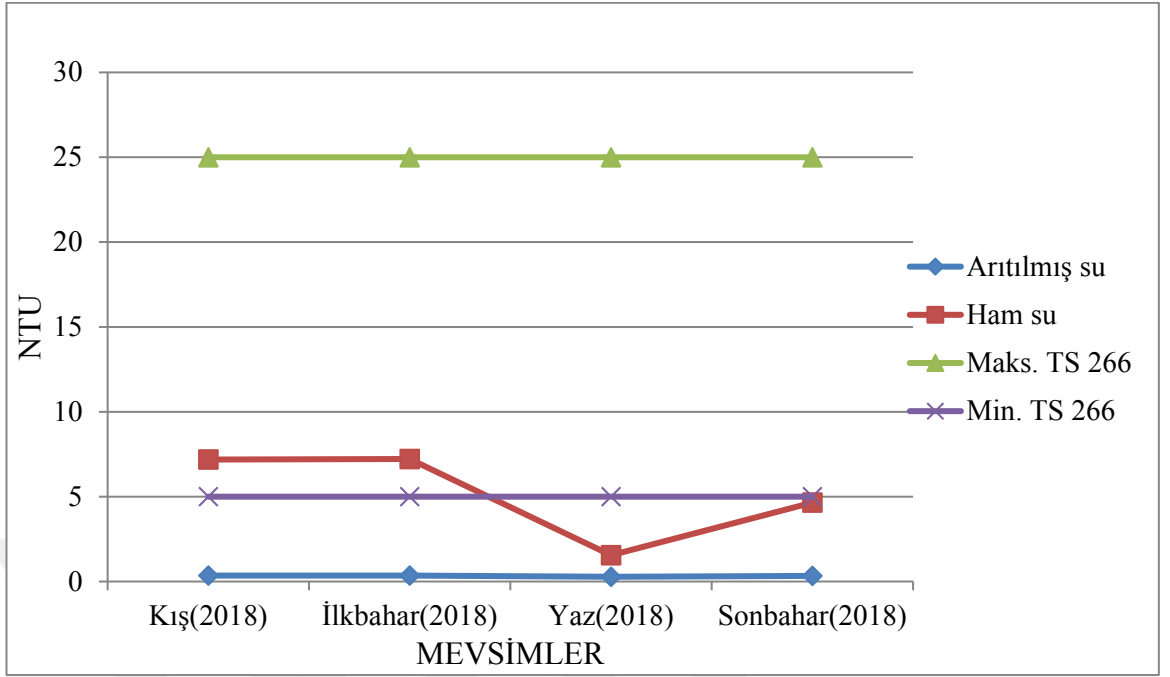
Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da görüleceği üzere, kış mevsiminden itibaren yaz mevsimine kadar, ham suyun bulanıklık değerlerinin azaldığı görülmüştür. Ayrıca yine bu şekillerde, sonbahar mevsimine geçiş sırasında artış saptanmıştır. Sonbahar ve kış mevsimlerinde yağışların artması ile, toprak ve türevlerinin suya karıştığını göstermiştir. İlkbahar ve yaz mevsimlerinde ise yağışların azalması ile birlikte doğal olarak bu düşüş gözlemlenmiştir.

Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9’da ham su ve arıtılmış su kalitesi açısından, Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi’nin arıtım veriminin yüksek olduğu görülmüştür. Şekil 4.7 ve Şekil 4.9’da kış mevsimlerindeki ham suyun yüksek bulanıklık değerleri, verimin yüksekliğini açıkça ispatlamıştır.

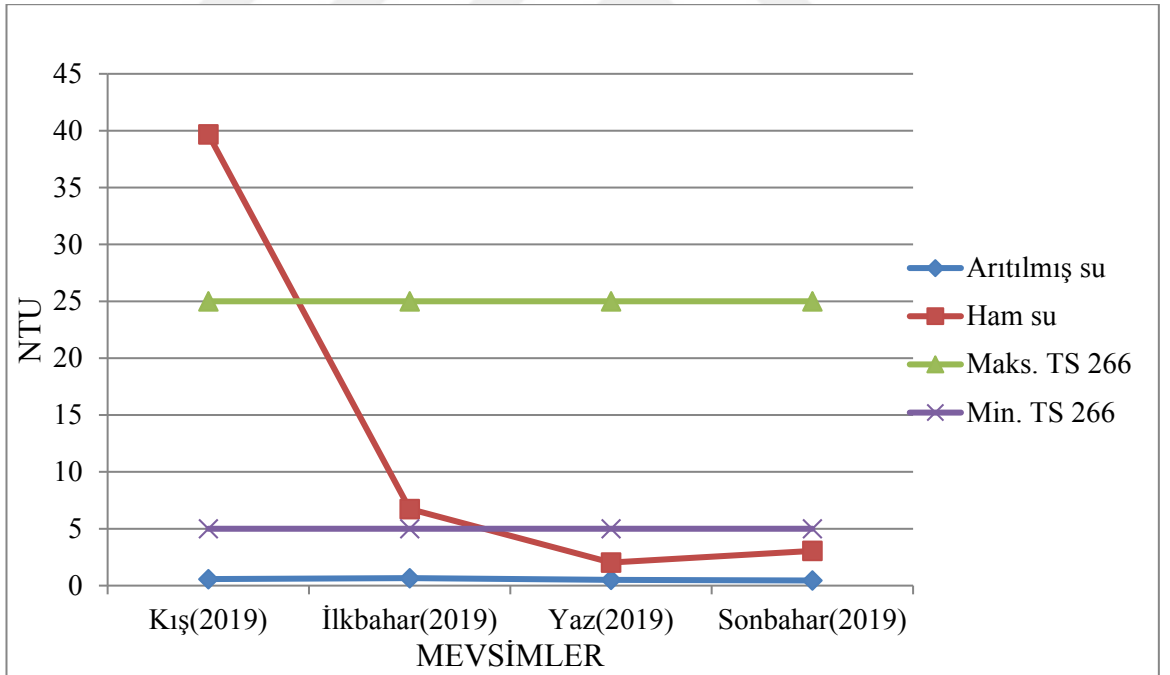
Arıtılmış su için, TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 25 NTU’dur [26]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun bulanıklık, TS 266 parametreleri açısından uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.7. 2017 yılı bulanıklık mevsimsel değişimi



Şekil 4.8. 2018 yılı bulanıklık mevsimsel değişimi



Şekil 4.9. 2019 yılı bulanıklık mevsimsel değişimi

4.5. Çözünmüş Oksijenin Mevsimsel Değişimi

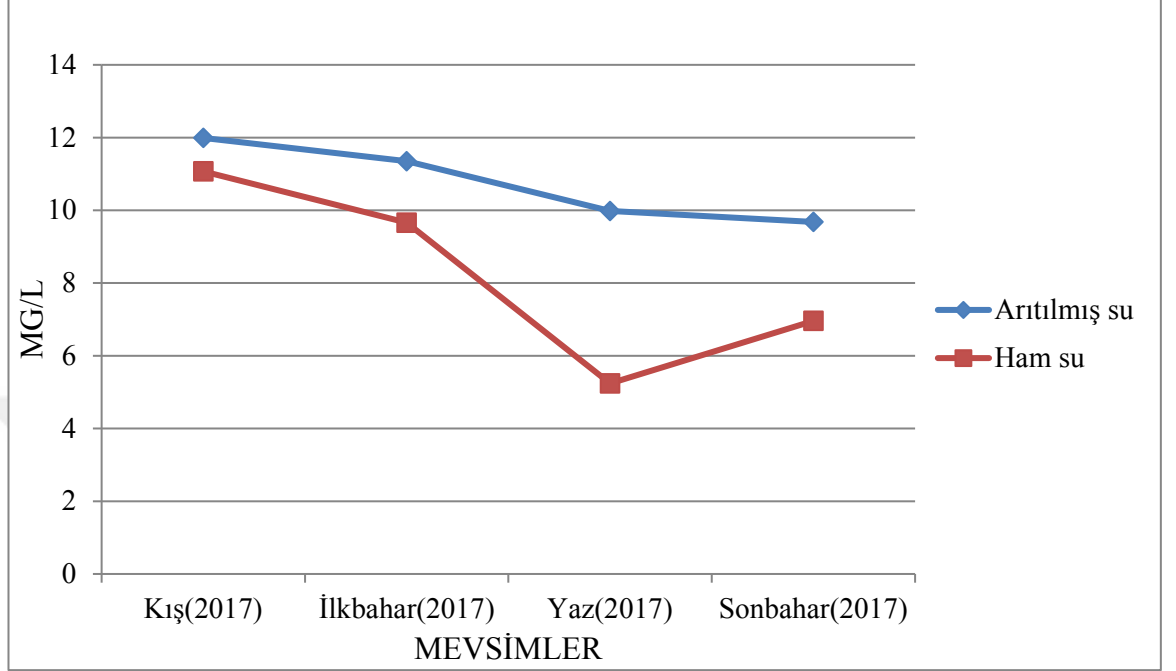
2017 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 11,99 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 11,35 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 9,98 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 9,68 mg/L çözünmüş oksijen konsantrasyonu saptanmıştır. 2018 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 11,36 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 10,41 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 10,03 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 9,45 mg/L çözünmüş oksijen konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 12,75 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 11,44 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 10,25 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 9,77 mg/L çözünmüş oksijen konsantrasyonu saptanmıştır.

Sıcaklık ve çözünmüş oksijen arasında ters orantı görülmüştür. Yaz mevsimlerinde sıcaklık arttıkça, çözünmüş oksijen konsantrasyonu düşerken, kış mevsiminde azalan sıcaklıklar ile birlikte çözünmüş oksijen konsantrasyonunda artış gözlemlenmiştir. Yaz mevsiminde görülen çözünmüş oksijen düşüşü, azalan su seviyesi, alg popülasyonu ve biyolojik mikroorganizma aktivitesinin artmasından dolayı kaynaklanmıştır [52]. Suyun çözünmüş oksijen konsantrasyonu, sıcaklık, arıtmadaki kimyasal ve biyolojik proseslere bağlıdır. Düşük konsantrasyonlu sularda, suyun estetik kalitesinin bozulmasının yanında borularda da korozyona sebep olabilir [53]. Sulardaki çözünmüş oksijen, su içerisinde bulunan canlıların, fotosentez olayı sonucu verdikleri oksijenden ve atmosferden difüzyon ile gelir. Oksijenin sudaki konsantrasyonu, su sıcaklığına, sudaki minerallerin konsantrasyonuna bağlıdır [7].

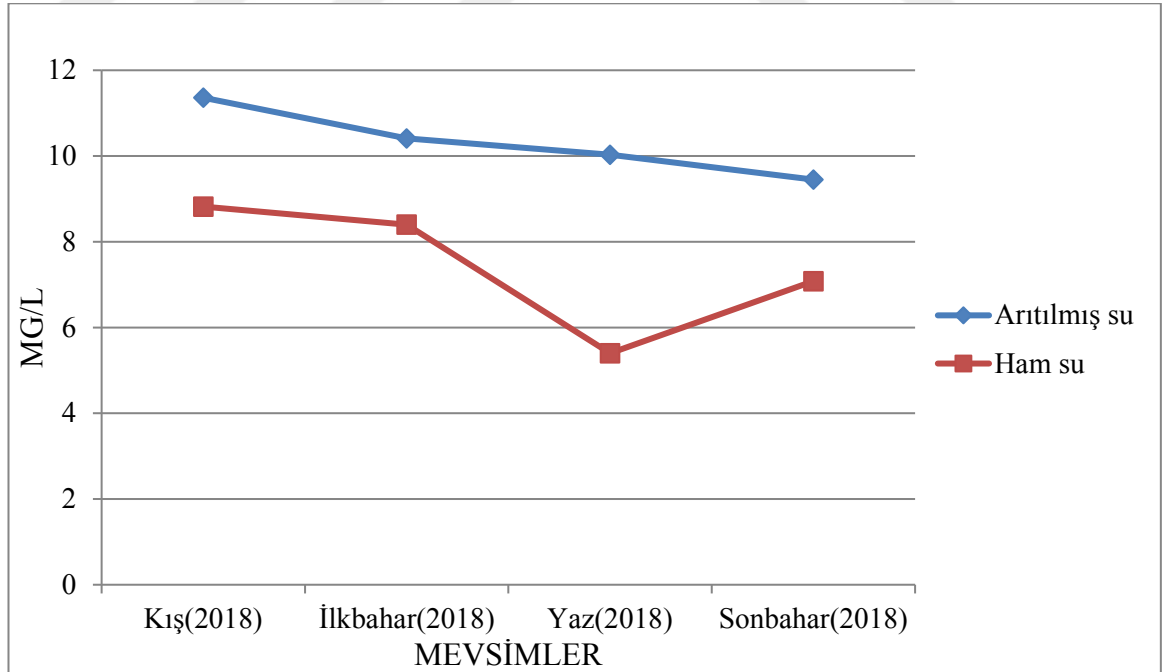
Hatay ilinde bulunan Hasan Çayı'nda yapılmış çalışmada ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış mevsimlerindeki çözünmüş oksijen seviyeleri sırası ile 10,9 mg/L, 7,1 mg/L, 8,2 mg/L, 11,8 mg/L olduğu görülmüştür [54]. Çalışmamızdaki çözünmüş oksijen konsantrasyonu değerlerimiz benzerlik göstermiştir.

Bu çalışmada arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, çözünmüş oksijen konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmemiştir. Sıcaklıklar arttıkça, ham suda ilkbahardan yaz mevsimine kadar, çözünmüş oksijende düşüş gözlenmiştir. Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de de görüldüğü üzere çözünmüş oksijen konsantrasyonu, yaz mevsimine yaklaştıkça, yani sıcaklıkların artmasıyla düşüş göstermiştir. Ham su içerisinde bulunan organik madde yükü ve kolloidal maddeler,

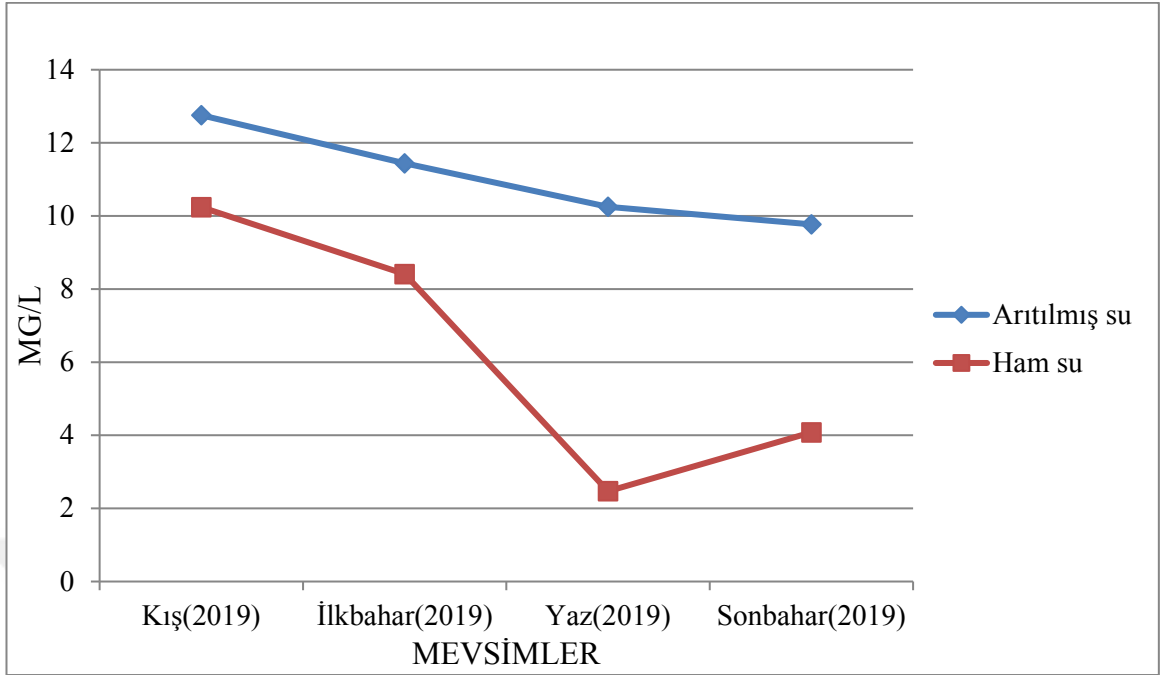
aynı zamanda yaz mevsiminde sıklıkla görülen düşük su seviyeleri, çözünmüş oksijen konsantrasyonu düşüşünde büyük bir rol aldığı görülmüştür.



Şekil 4.10. 2017 yılı çözünmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.11. 2018 yılı çözünmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.12. 2019 yılı çözülmüş oksijen konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

4.6. Demirin Mevsimsel Değişimi

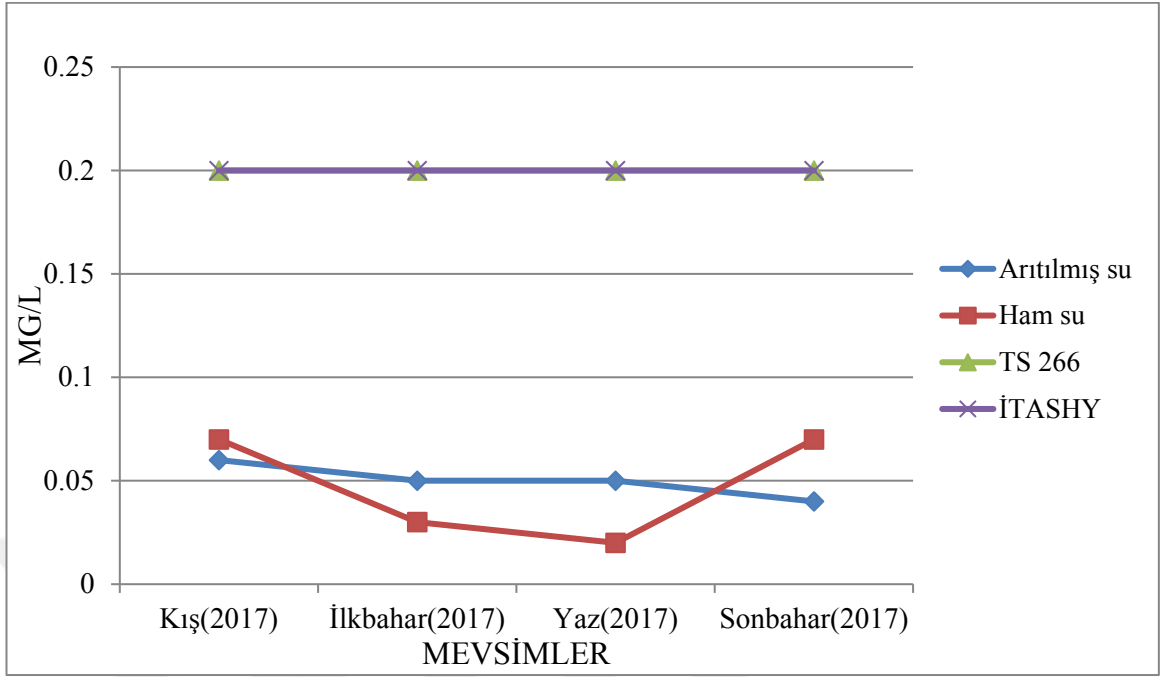
2017 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,06 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,05 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,05 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,04 mg/L demir konsantrasyonu saptanmıştır. 2018 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,04 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,04 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,04 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,05 mg/L demir konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılında arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,1 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,14 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,13 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,05 mg/L demir konsantrasyonu saptanmıştır.

Demir, mikroorganizmaların ve çoğunlukla alglerin canlılığında önemli rol oynar. İçme sularında 0,3 mg/L'den fazla demir konsantrasyonu olması, suyun tadını bozmuştur. Aynı zamanda suyun sertliğine etki eden, kalsiyum, magnezyumun yanı sıra, demir iyonları da etki etmiştir [21]. Evsel ve endüstriyel atıksu deşarjı, yüzeysel sulara demir taşımıştır [17]. Demir ve mangan yeryüzünde bol bulunan elementlerdir ve su kaynaklarında istenmez. Topraktan ve kayalardan sızma yoluyla sulara geçmiştir [55].

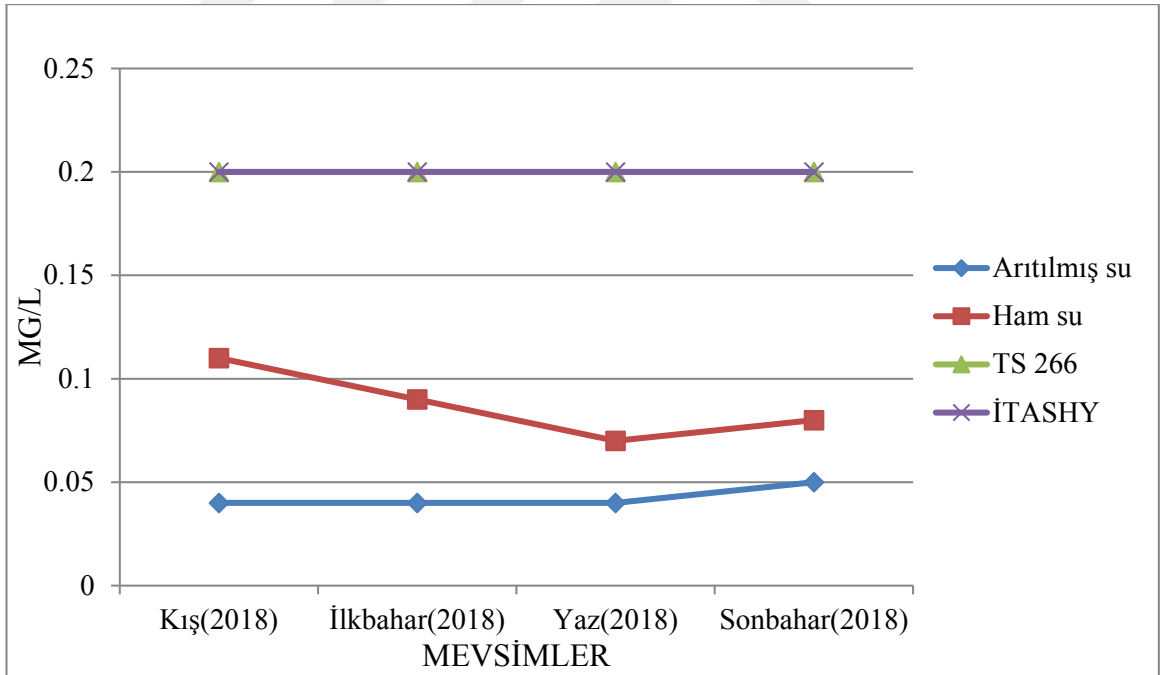
Çalışmamızda, Şekil 4.15'te görüldüğü üzere 2019 yılı kış mevsiminde, arıtma tesisine gelen ham suyun demir konsantrasyonu 0,4 mg/L'den yüksek olduğu saptanmıştır. Kış mevsiminde yapılmış olan bir evsel ya da endüstriyel atıksu deşarjı bu yükselişe neden olabilmıştır. Şekil 4.9'da, 2019 yılı bulanıklık değeri de kış mevsiminde yüksek değerler göstermiştir. Dolayısıyla demir ve bulanıklık parametreleri, atıksu deşarjı olduğunu kanıtlar nitelikte olduğu görülmüştür. Şekil 4.30 ve Şekil 4.32'deki renk konsantrasyonlarımızda, demirin okside olarak renk salması sebebi ile artış göstermiştir. Şekil 4.13 ve Şekil 4.15'te ise ilkbahar ve yaz mevsimlerinde arıtılmış suyun, ham sudan daha fazla demir konsantrasyonu içerdiği görülmüştür. Arıtma tesislerinde kullanılan ferrik klorür ($FeCl_3$), arıtılmış sudaki demir konsantrasyonu artışının sebebi olduğu görülmüştür.

Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'te ham su ve arıtılmış su kalitesi açısından, Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi'nin arıtım veriminin yüksek olduğu görülmüştür. Özellikle Şekil 4.15'te kış mevsimindeki ham suyun, 0,41 mg/L gibi yüksek bir demir konsantrasyonu olması ve arıtma sonucunda 0,1 mg/L'ye düşmesi, arıtım veriminin yüksekliğini açıkça ispatlamıştır.

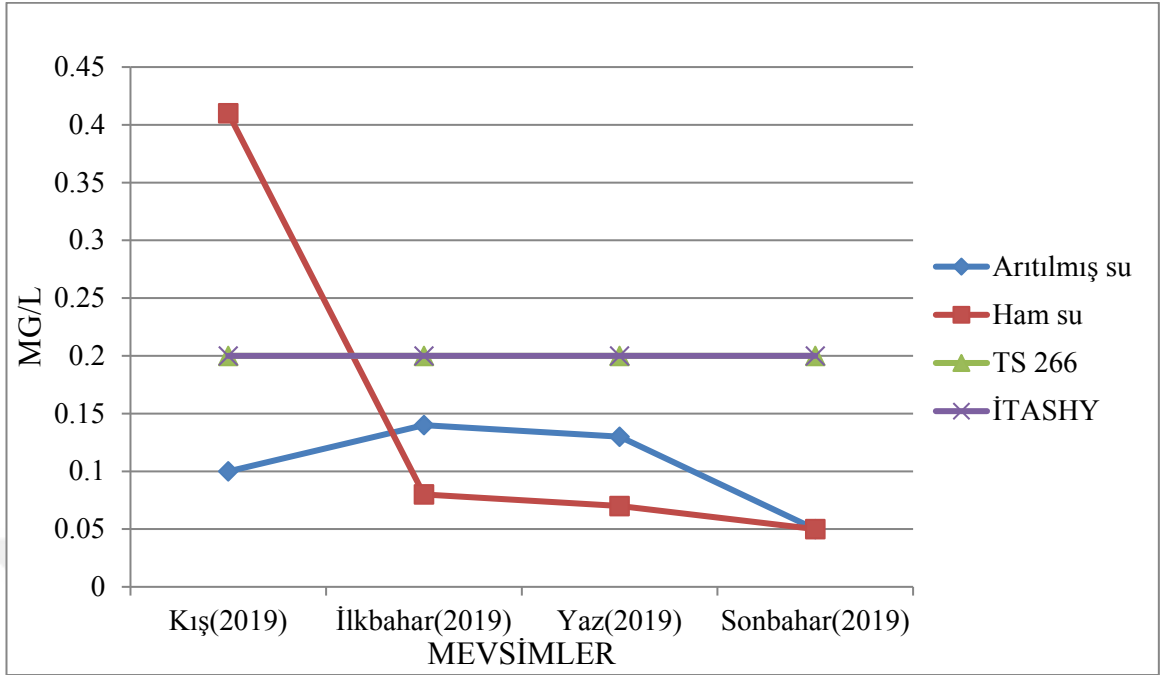
Arıtılmış su için, TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 0,2 mg/L, aynı zamanda İTASHY standartlarına göre de 0,2 mg/L'dir [26,24]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun demir konsantrasyonu, TS 266 ve İTASHY açısından uygun olduğu görülmüştür. Çalışmamızda arıtılmış suyun, demir konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmamıştır.



Şekil 4.13. 2017 yılı demir konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.14. 2018 yılı demir konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.15. 2019 yılı demir konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

4.7. Manganın Mevsimsel Değişimi

2017 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,05 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,05 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,06 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,037 mg/L mangan konsantrasyonu saptanmıştır. 2018 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,033 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,031 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,04 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,037 mg/L mangan konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,038 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,039 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,035 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,039 mg/L mangan konsantrasyonu saptanmıştır.

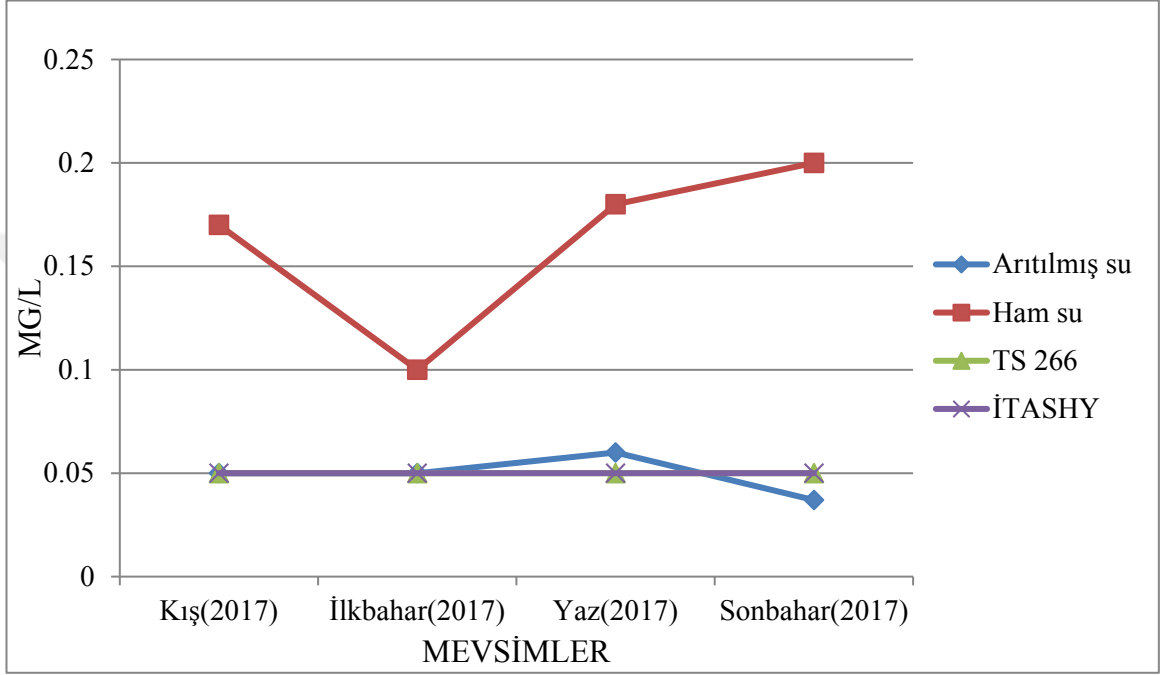
Afyonkarahisar'da bulunan Akarçay'da yapılmış çalışmada minimum 9 µg/L, maksimum 178 µg/L ve ortalama olarak 49 µg/L mangan konsantrasyonu saptanmıştır [56]. Konya'da yapılan çalışmada, mangan konsantrasyonu yüksek olan noktalardaki jeolojik yapıdan veya organize sanayi bölgesinden ve katı atık sahasından mangan karışmış olabileceği öngörülmüştür [45]. Mangan, toprak ve kayaların yüzeylerinde demir ile birlikte yaygın olarak bulunmuştur ve buradan çözünerek yer altı sularına taşınmıştır [18]. Kaliteli su bulunan su kuyularının yakınlarına organik atıklar deşarj edildikten sonra, bu kuyularda demir ve manganez konsantrasyonlarının arttığı

görülmüştür. Demir ve manganezin suda çözünmesi için anaerobik ve indirgeyici bir ortam oluşması gerekmiştir [35]. Mangan konsantrasyonu, pH ve bikarbonat içeriği ile ilişkilidir [57]. Bir başka çalışmada ise, mangan değerinin yüksek olmasının sebebinin Etna Yanardağı'ndan yayılmış olan maddelerin sulara karışması olarak değerlendirilmiştir [58]. Kars ilinde yapılmış çalışmada, ilkbahar aylarında karların erimesi ve yağışların toprağa daha fazla etki etmesi ile birlikte topraktan yüzeysel sulara karışması nedeniyle mangan konsantrasyonunda artış olduğu görülmüştür [59]. Toprakta çözünmemiş olarak bulunan mangan oksit bileşikleri, göl suyu altında kaldığında, bitkiler bozunmaya başlayarak sudaki çözünmüş oksijeni kullanırlar. Böylece manganın çözülebilir bileşikleri suya karışmıştır [60].

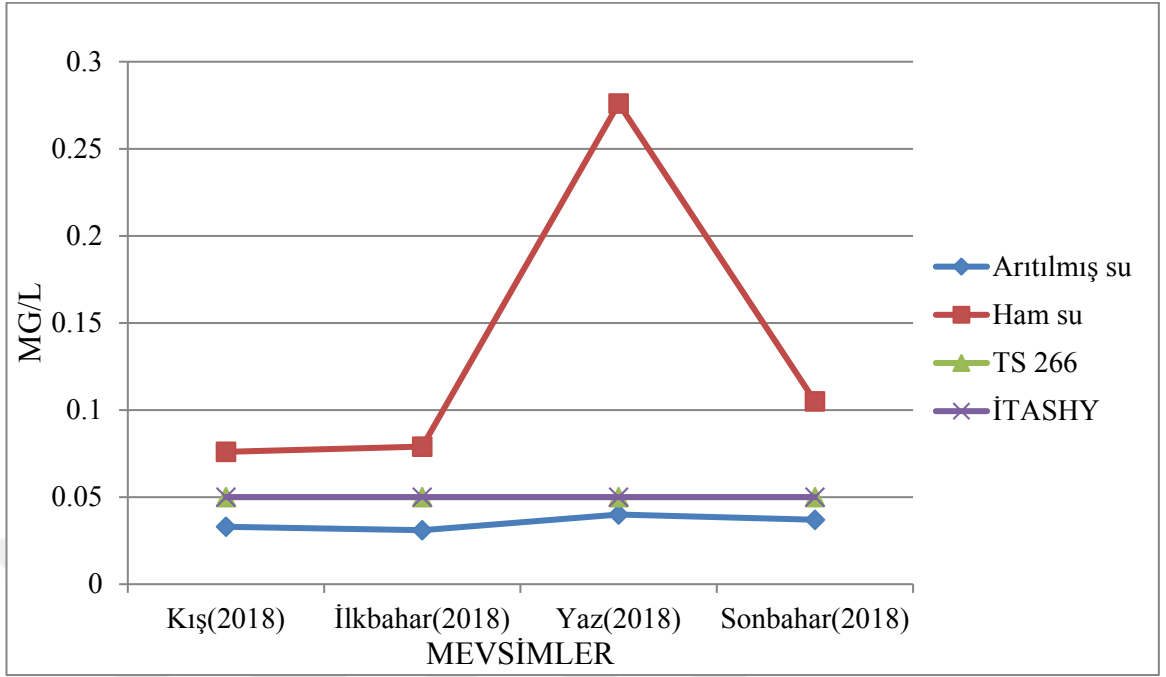
Ham su mangan konsantrasyonlarımızda, tüm mevsimlerde yüksek konsantrasyonlar ve salınımlar saptanmıştır. Özellikle, ilkbahardan sonbahar mevsimine kadar büyük bir yükseliş görülmüştür. Kış mevsiminde 0,161 mg/L, ilkbahar mevsiminde 0,066 mg/L, yaz mevsiminde 0,214 mg/L ve sonbahar mevsiminde ise 0,258 mg/L saptanmıştır. Ham su açısından bakıldığında, Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de görüldüğü üzere yüksek konsantrasyonlara çıkmıştır. Ham sudaki yüksek değerler, bölgenin jeolojik yapısından kaynaklı olduğunu veya karların erimesinden ve yağışlardan kaynaklandığı göstermiştir. Aynı zamanda bölgeye endüstriyel veya evsel atık deşarjı yapılmış olabileceği görülmüştür. Şekil 4.30 ve Şekil 4.32'de görülen, 2017 ve 2019 yılı kış mevsimi ham su renk konsantrasyonlarımızda, manganın oksitlenerek kahverengi-siyah bir renk vermesi ile artış saptanmıştır.

Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de ham su ve arıtılmış su kalitesi açısından, Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi'nin arıtım veriminin yüksek olduğu görülmüştür. Her üç şekilde görüldüğü üzere, 2017, 2018 ve 2019 yıllarında, tüm mevsimlerde ham su, çok yüksek konsantrasyonlar göstermiştir. Minimum ham su konsantrasyonumuz 0,066 mg/L, maksimum ham su konsantrasyonumuz ise 0,276 mg/L olduğu görülmüştür. Bu gibi yüksek bir mangan konsantrasyonlarımızın olması ve arıtma sonucunda 0,031 mg/L'ye kadar düşmesi, arıtım verimin yüksekliğini açıkça ispatlamıştır.

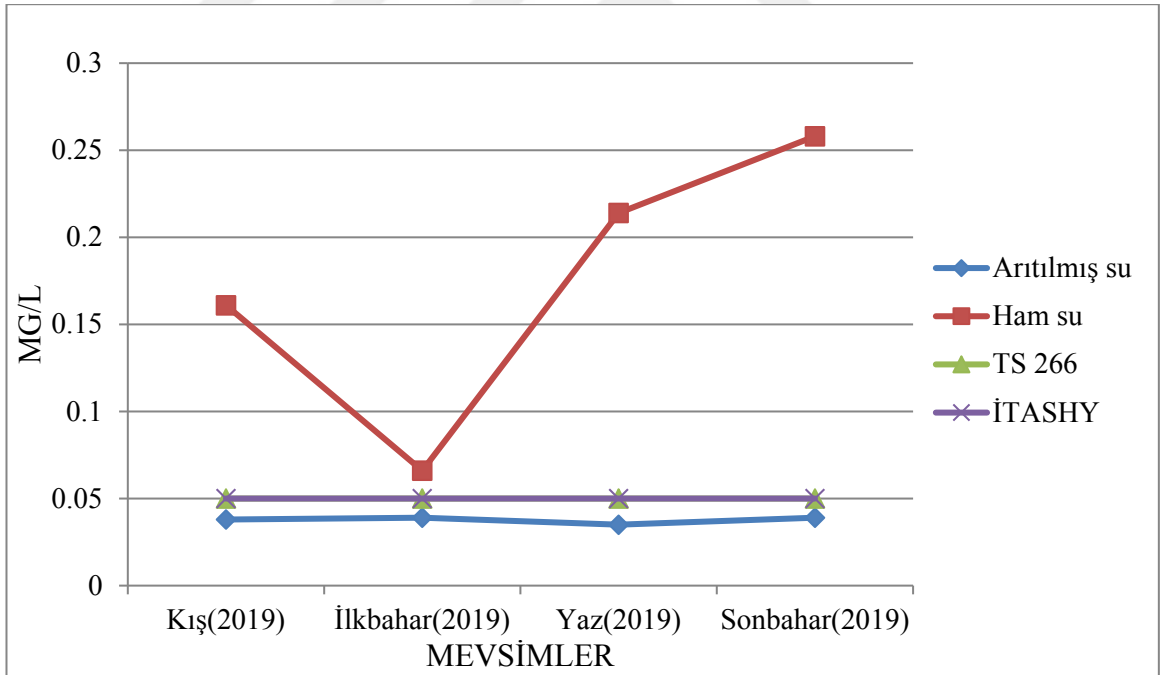
TS 266 standartlarına göre izin verilmiş maksimum değer 0,05 mg/L, aynı zamanda İTASHY standartlarına göre de 0,05 mg/L'dir [26,24]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun mangan konsantrasyonu, TS 266 ve İTASHY açısından uygun olduğu görülmüştür. Bu çalışmada arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, mangan konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmasıdır.



Şekil 4.16. 2017 yılı mangan konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.17. 2018 yılı manganez konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



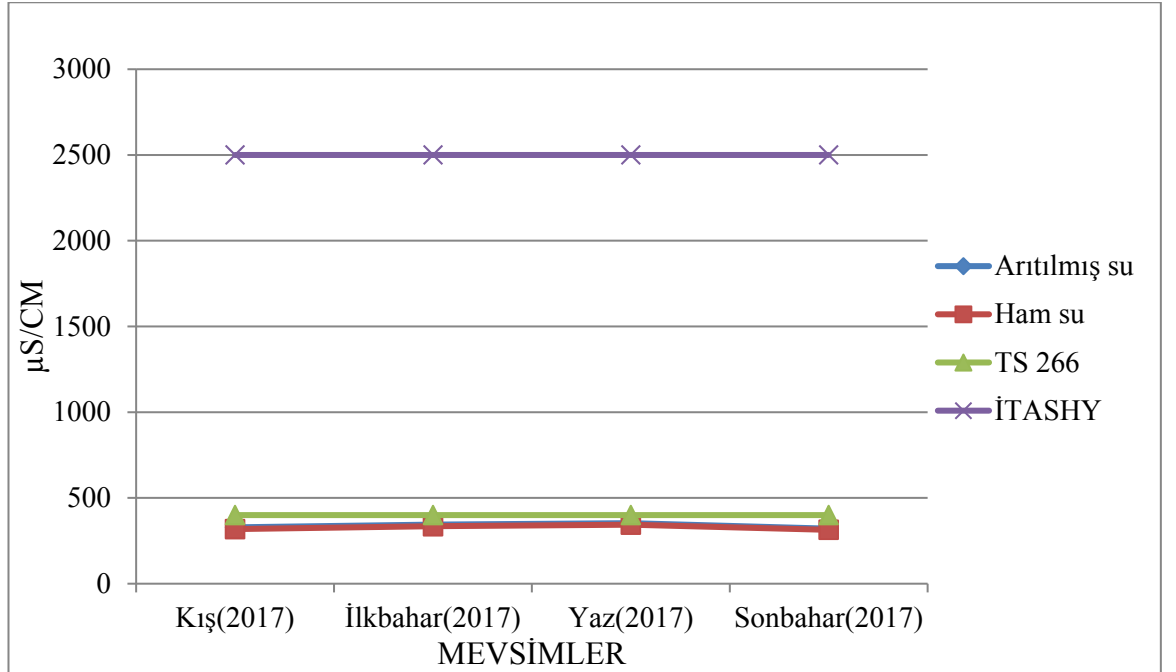
Şekil 4.18. 2019 yılı manganez konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

4.8. İletkenliğin Mevsimsel Değişimi

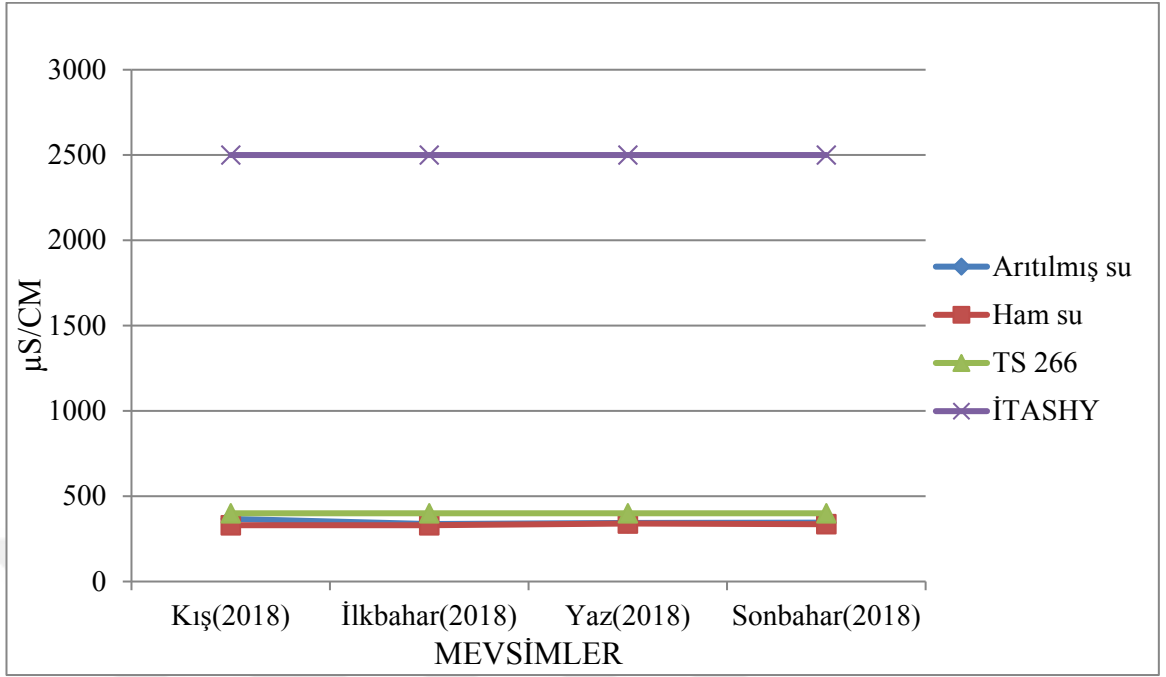
2017 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 329 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 345 $\mu\text{S}/\text{cm}$, yaz mevsiminde ortalama olarak 353 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sonbahar mevsiminde ise 321 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iletkenlik saptanmıştır. 2018 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 367 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 337 $\mu\text{S}/\text{cm}$, yaz mevsiminde ortalama olarak 343 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sonbahar mevsiminde ise 345 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iletkenlik saptanmıştır. 2019 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$, yaz mevsiminde ortalama olarak 325 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sonbahar mevsiminde ise 285 $\mu\text{S}/\text{cm}$ iletkenlik saptanmıştır.

Çözünmüş tuz içeriğine bağlı olarak elektriksel iletkenlik artmıştır. Yer altı sularında, 1°C sıcaklık artışı, elektriksel iletkenliği %2 arttırmıştır [55]. İyonik yük artışı, derişim ve sıcaklık artışı gibi etkenler, iletkenliğe etki etmiştir [19]. Çalışmamızda elektriksel iletkenlik açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmasıdır.

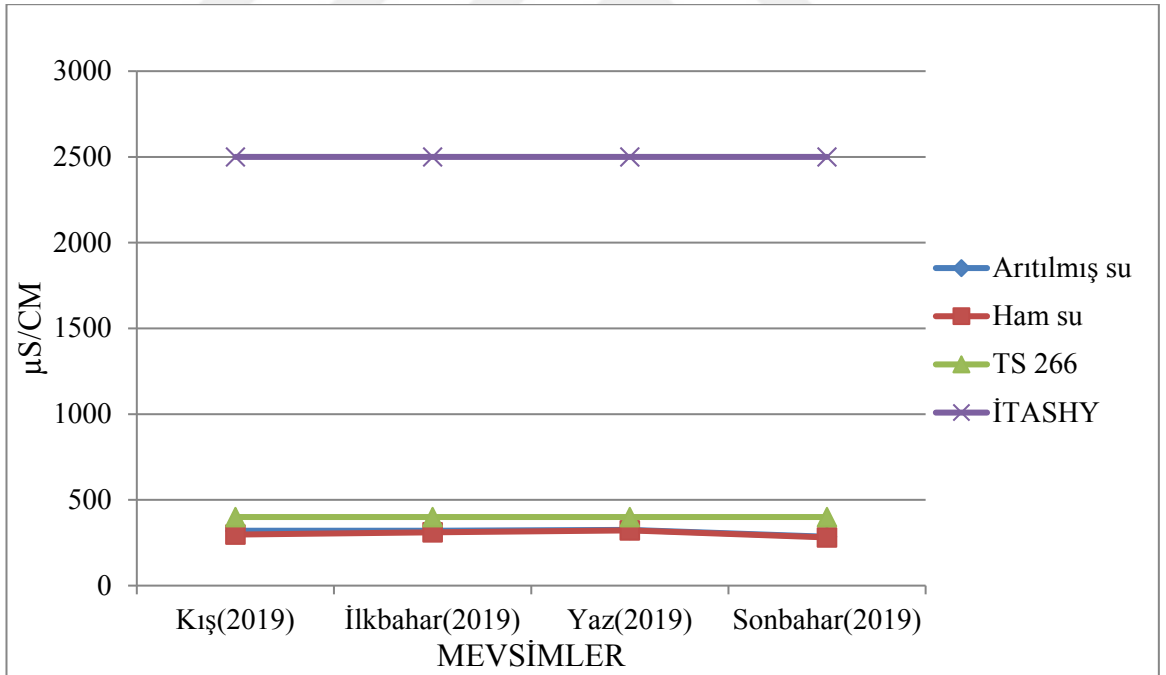
Arıtılmış su için, TS 266 standartlarına göre tavsiye edilen iletkenlik değeri 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, İTASHY standartlarına göre ise 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 'dir [26,24]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun iletkenliği, TS 266 ve İTASHY açısından uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.19. 2017 yılı iletkenlik mevsimsel değişimi



Şekil 4.20. 2018 yılı iletkenlik mevsimsel değişimi



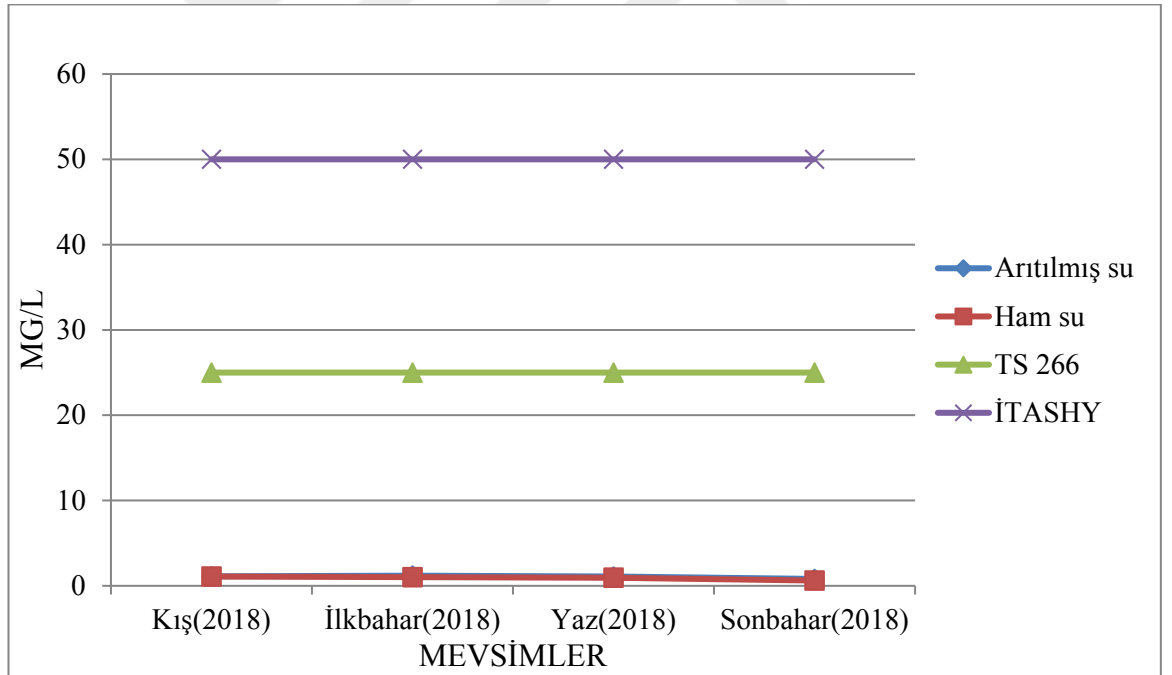
Şekil 4.21. 2019 yılı iletkenlik mevsimsel değişimi

4.9. Nitratın Mevsimsel Değişimi

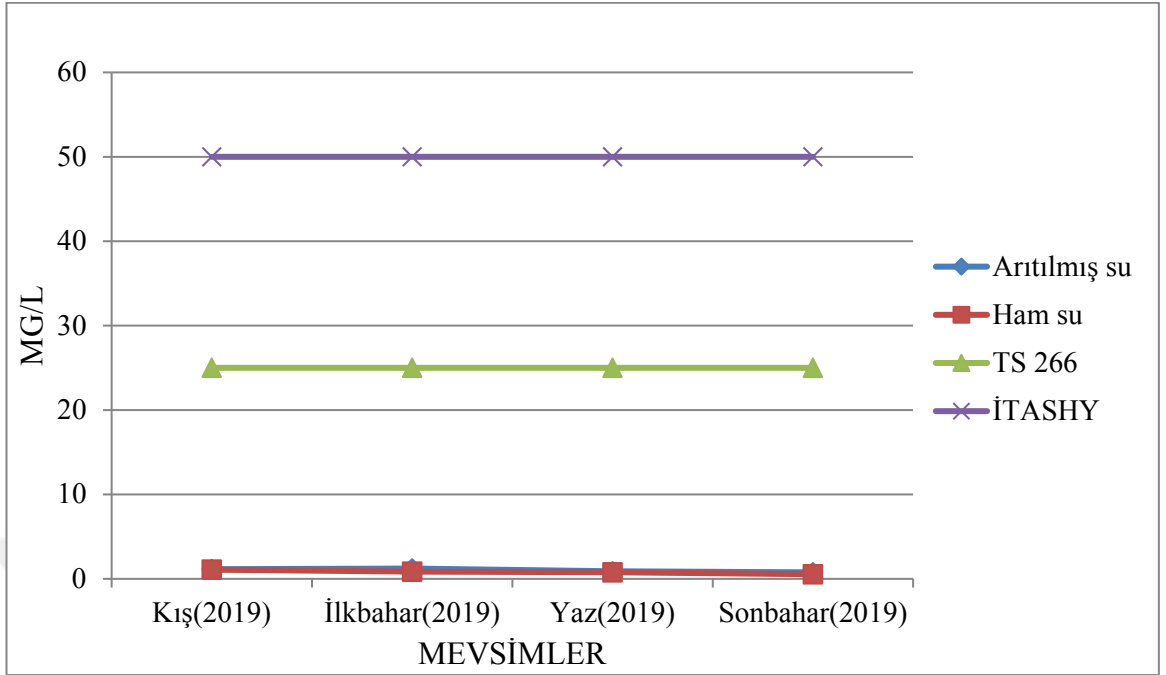
2018 yılı Arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 1,11 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 1,19 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 1,09 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,81 mg/L nitrat konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 1,15 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 1,22 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,89 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,77 mg/L nitrat konsantrasyonu saptanmıştır.

Bu çalışmada nitrat açısından, ham su ve arıtılmış su açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmemiştir.

Nitrat için, TS 266 standartlarına göre tavsiye edilen değer 25 mg/L, İTASHY standartlarına göre ise 50 mg/L'dir. [26,24]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun nitrat konsantrasyonu, TS 266 ve İTASHY açısından uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.22. 2018 yılı nitrat konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.23. 2019 yılı nitrat konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

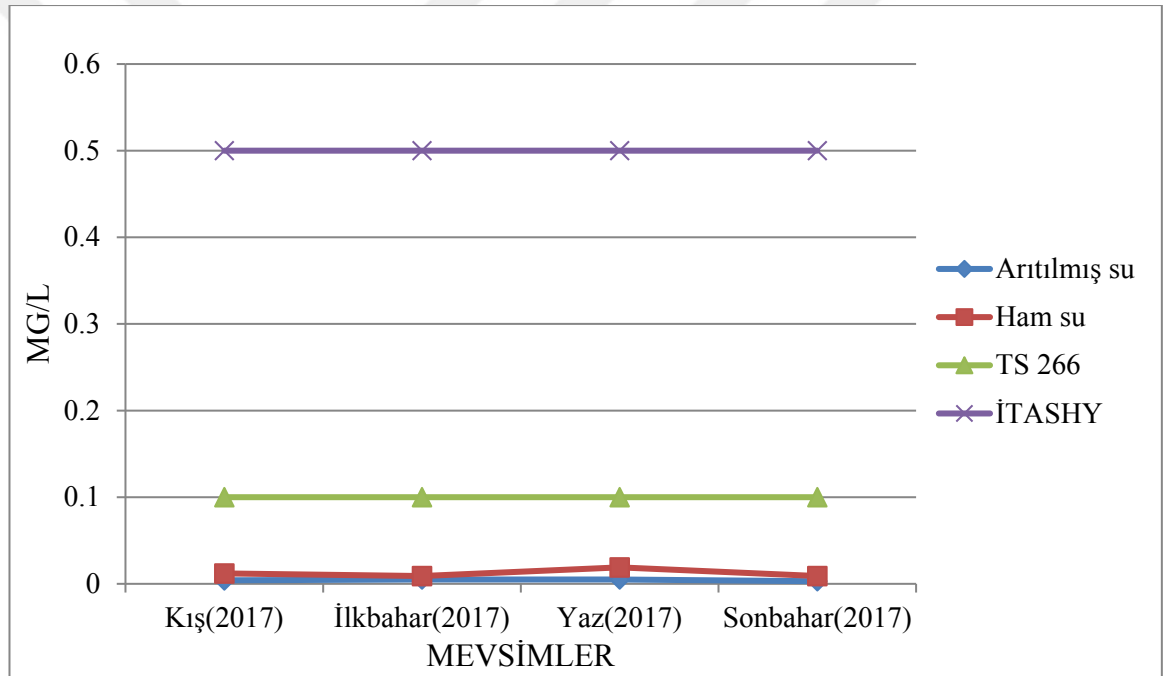
4.10. Nitritin Mevsimsel Değişimi

2017 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,004 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,005 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,005 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,003 mg/L nitrit konsantrasyonu saptanmıştır. 2018 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,004 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,005 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,004 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,004 mg/L nitrit konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 0,04 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 0,076 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 0,005 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 0,006 mg/L nitrit konsantrasyonu saptanmıştır.

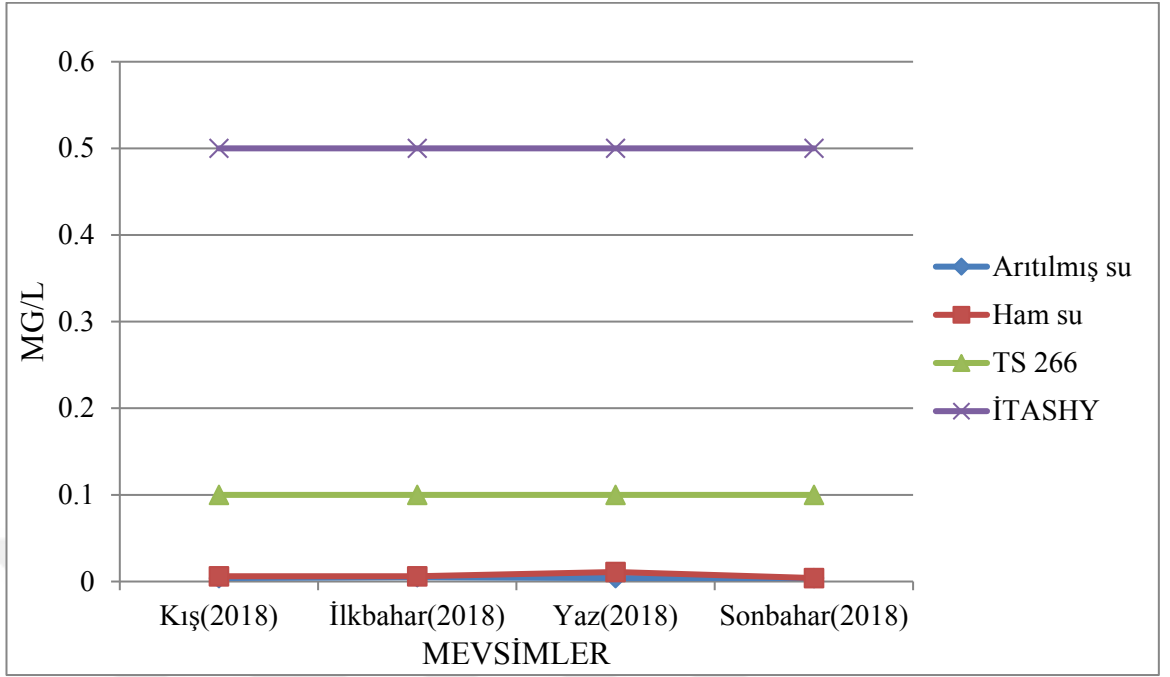
Azot ve amonyak ile aralarında oksidasyon sonucu nitrit meydana gelmiştir. Sudaki çözülmüş oksijen düşüşü ve ötrafikasyon sebebi ana karakterlerinden biridir. Sulardaki nitrat iyonları ise bitkisel ve hayvansal organik atıklardan ortaya çıkan amonyağın oksitlenmesi ve tarımsal gübre kaynaklı oluşmuştur [49]. Günümüzde nüfus artışı ve sanayileşme arttıkça nitrit ve nitratın sularda bulunma olasılığı sürekli artmıştır. Azot içeren atıksular, gübreler ve organik maddeler bu maddelerin önemli kaynaklarıdır [43]. Toprakta kullanılan gübreleme sonucunda, toprakta nitrat birikmiştir. Biriken nitrat yeraltı ve yerüstü sulara karışarak kirlilik oluşturmuştur [61]. Hasan Çayı'nda

yapılan çalışmada, maksimum nitrit konsantrasyonu 0,01 mg/L'nin üzerinde, minimum nitrit konsantrasyonu ise 0 mg/L olarak görülmüştür [54]. Gaga Gölü'nde ise ortalama 0,93 mg/L nitrat konsantrasyonu saptanmıştır [14]. Çalışmamızdaki nitrit ve nitrat konsantrasyonlarımızla benzerlik göstermiştir.

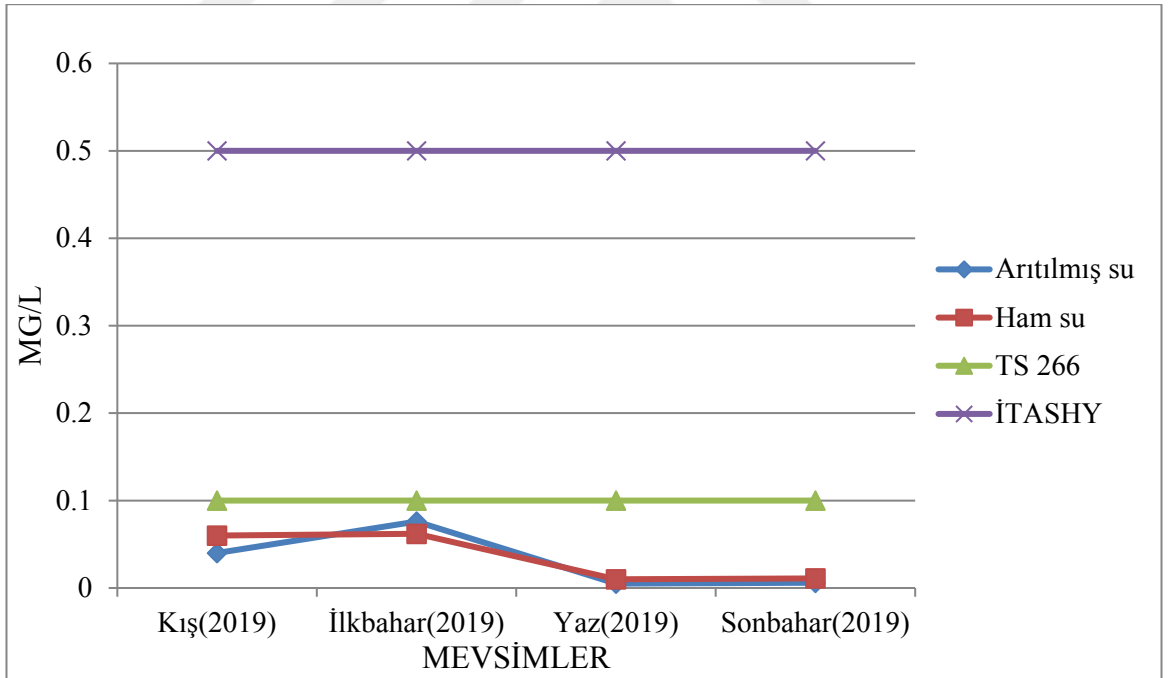
Bu çalışmada, ham suyun ve arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, nitrit ve nitrat konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılması. Nitrit için, TS 266 standartlarına göre izin verilen maksimum değer 0,1 mg/L, İTASHY standartlarına göre ise 0,5 mg/L'dir [26,24]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun nitrit konsantrasyonu, TS 266 ve İTASHY açısından uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.24. 2017 yılı nitrit konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.25. 2018 yılı nitrit konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

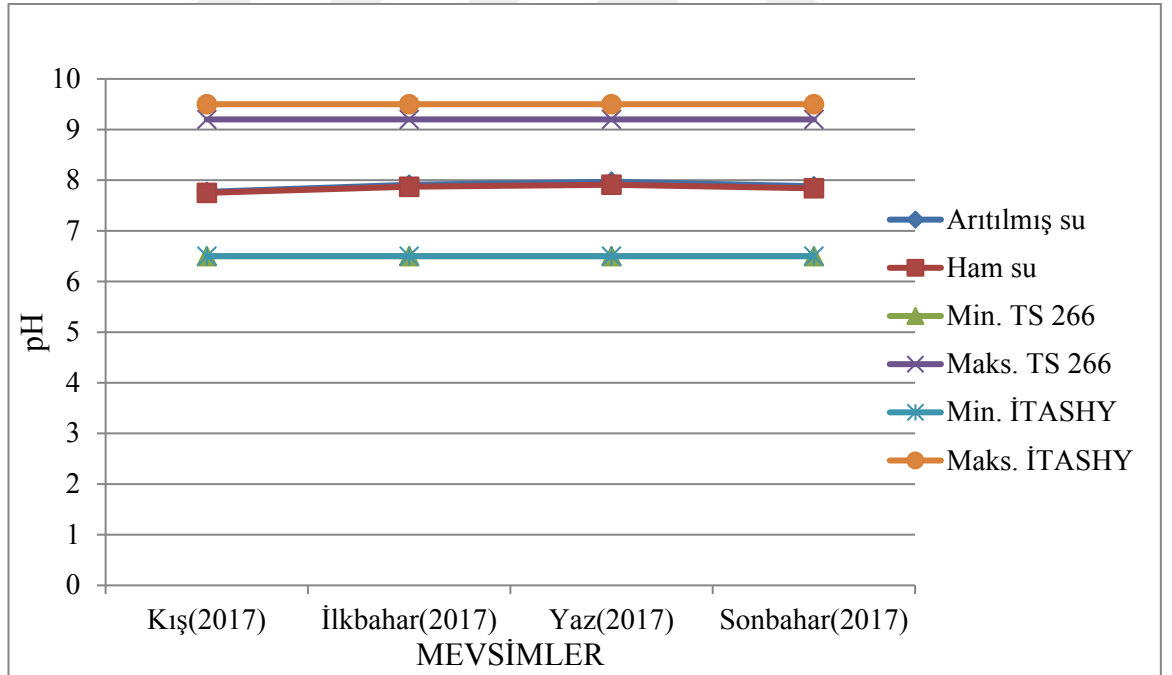


Şekil 2.26. 2019 yılı nitrit konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

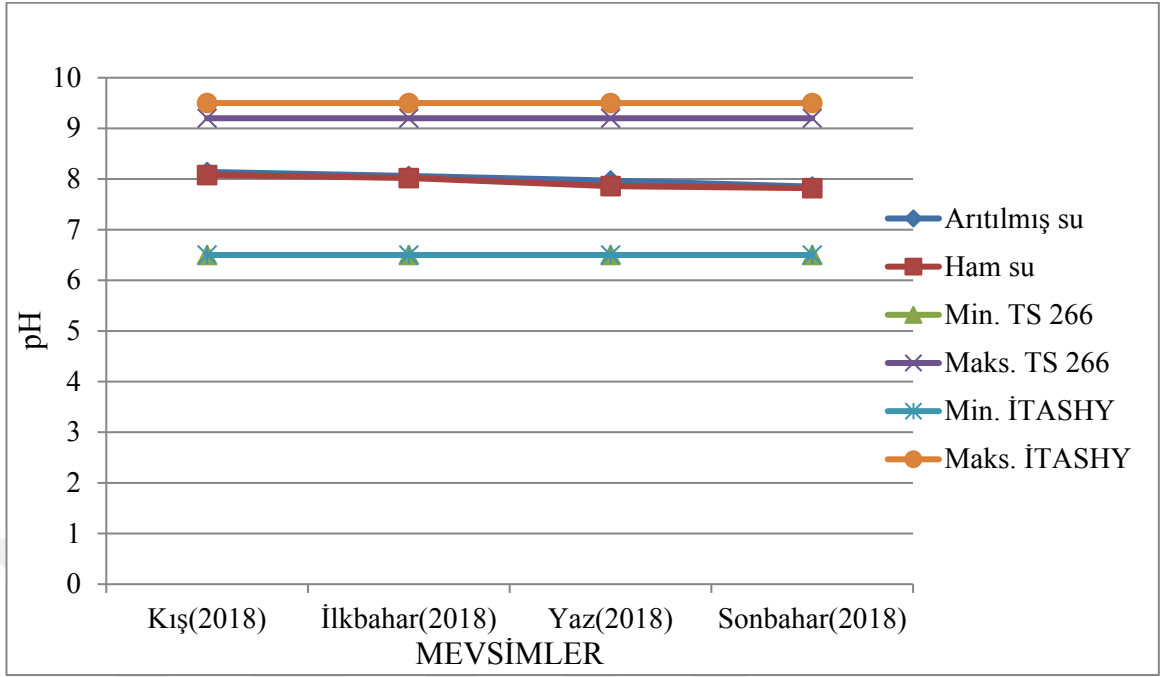
4.11. pH'ın Mevsimsel Değişimi

2017 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak pH 7,77, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak pH 7,91, yaz mevsiminde ortalama olarak pH 7,97, sonbahar mevsiminde ise pH 7,88 olarak saptanmıştır. 2018 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak pH 8,14, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak pH 8,06, yaz mevsiminde ortalama olarak pH 7,97, sonbahar mevsiminde ise pH 7,85 olarak saptanmıştır. 2019 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak pH 7,62, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak pH 8,01, yaz mevsiminde ortalama olarak pH 8,01, sonbahar mevsiminde ise pH 7,81 olarak saptanmıştır.

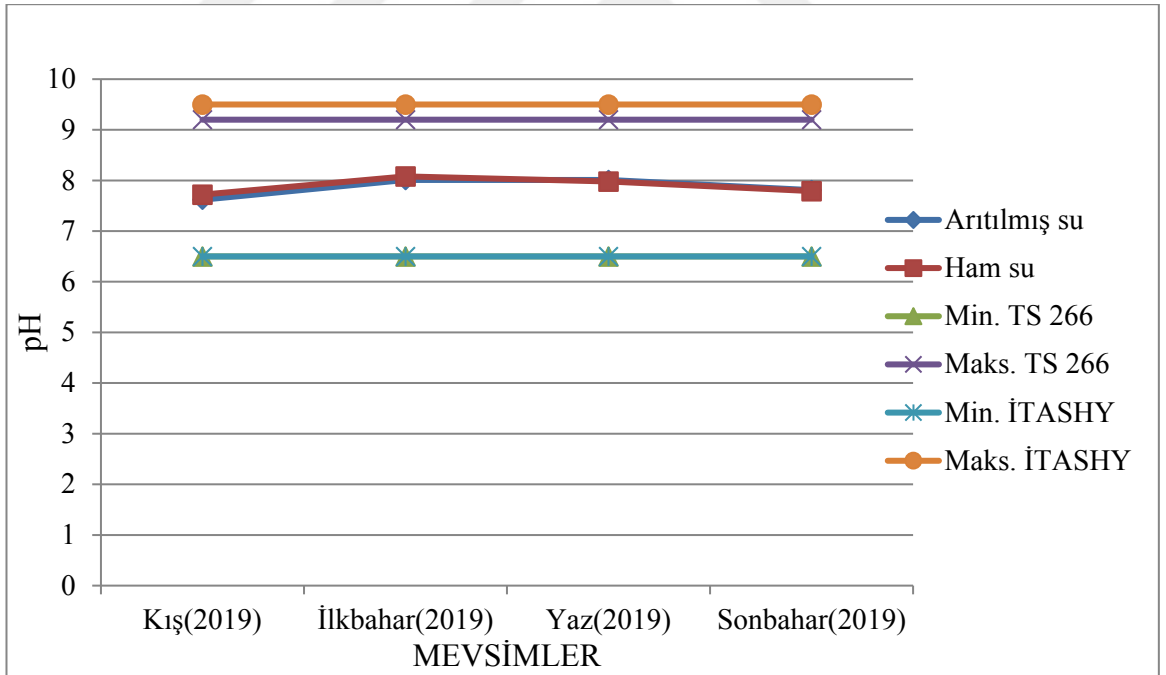
pH, TS 266 standartlarına göre tavsiye edilen değer 6,5 ile 8,5 aralığında olmuştur, İTASHY standartlarına göre ise 6,5 ile 9,5 aralığında olması yeterlidir [26,24]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun pH'ı, TS 266 ve İTASHY açısından uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.27. 2017 yılı pH'ın mevsimsel değişimi



Şekil 4.28. 2018 yılı pH'ın mevsimsel değişimi



Şekil 4.29. 2019 yılı pH'ın mevsimsel değişimi

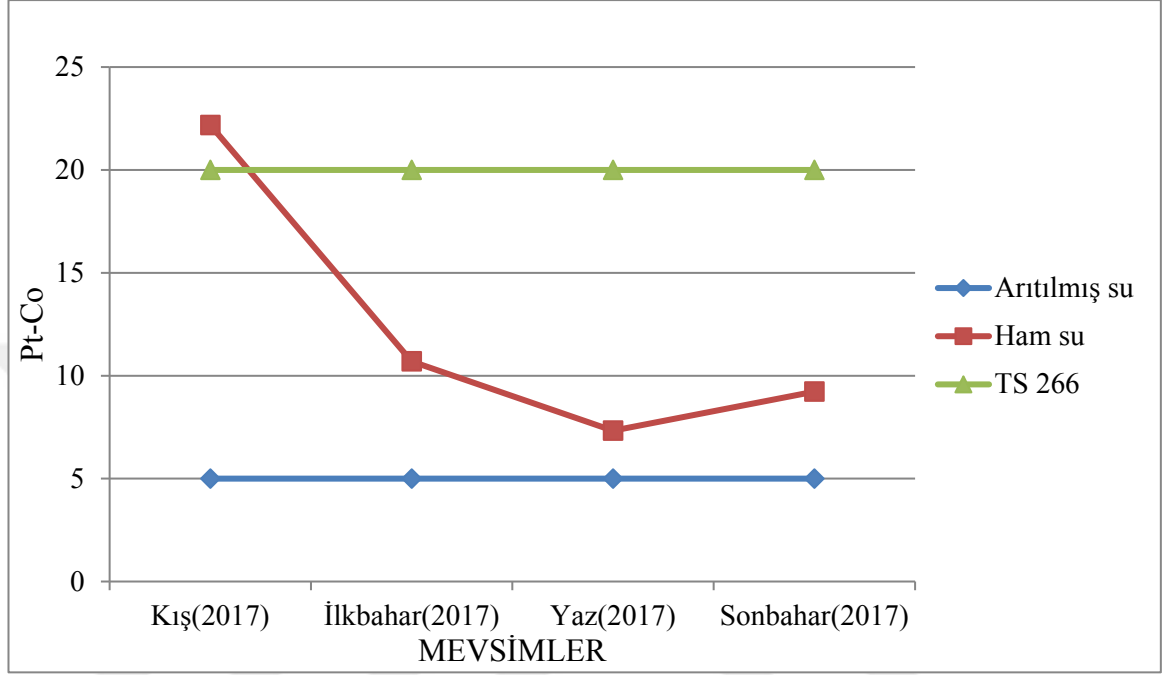
4.12. Rengin Mevsimsel Değişimi

2017 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, yaz mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, sonbahar mevsiminde ise 5 Pt-Co renk konsantrasyonu saptanmaktadır. 2018 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, yaz mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, sonbahar mevsiminde ise 5 Pt-Co renk konsantrasyonu saptanmaktadır. 2019 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 5,5 Pt-Co, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, yaz mevsiminde ortalama olarak 5 Pt-Co, sonbahar mevsiminde ise 5 Pt-Co renk konsantrasyonu saptanmaktadır.

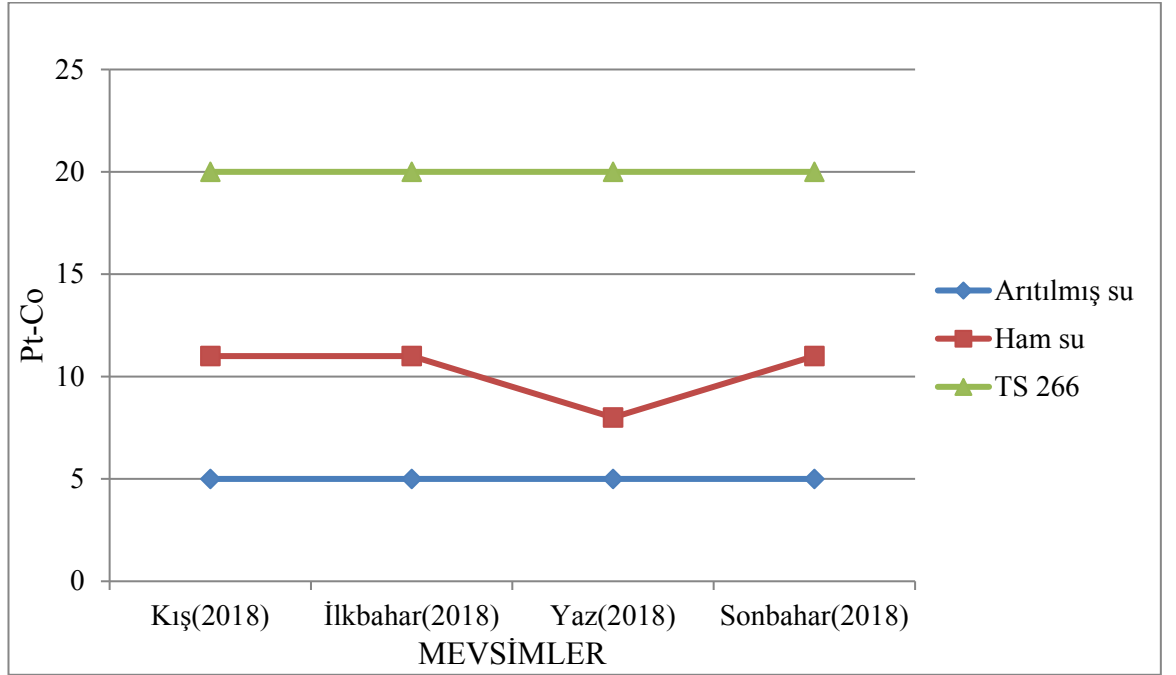
Şanlıurfa ilindeki Balıklı Göl'de yapılmış araştırmada renk değerleri tüm aylarda 5 Pt-Co olarak ölçülmüştür [62]. Suyun rengi, tüketici için sağlığa zararlı olmasa bile, estetik açıdan renksiz ve berrak olması tercih sebebidir. Suyu renk veren organik maddeler, serbest klor ile reaksiyona girip, sağlığa zararlı yan ürünler oluşması da olasıdır [23]. Demir, atmosfere maruz kaldığında oksitlenir ve suya kırmızı-kahverengi renk vermektedir [48]. Mangan ise yine demirde olduğu gibi oksitlenerek, Mn^{+4} haline yükseltgenir ve kahverengi-siyah bir renk vermektedir [31].

Çalışmamızda, ham suda 2019 yılı kış mevsiminde, renk konsantrasyonunda 49 Pt-Co, 2017 yılı kış mevsiminde ise 22,18 Pt-Co olarak yüksek bir değer saptanmaktadır. Şekil 4.30 ve Şekil 4.32'de ham su açısından bakıldığında, kış mevsiminde renk konsantrasyonu artış göstermektedir. Şekil 4.7 ve Şekil 4.9'da görülen, 2017 ve 2019 kış mevsimi bulanıklık değerleri göz önüne alındığında organik ve inorganik maddelerin, ham su rengini arttırdığı görülmüştür. Aynı zamanda Şekil 4.15'te, 2019 yılı kış mevsimi demir konsantrasyonu yüksek değerler göstermiştir. Demir, oksitlenerek +2'den +3 değerlikli hale geçmesi ve bununla beraber suya kırmızı ve kahverengi tonlarında renk vermesi sebebiyle, ham suda renk artışı görülmüştür. Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de ise mangan konsantrasyonlarımız yüksek değerler göstermiştir. Ham suda bulunan mangan da oksitlenerek, suya renk salmıştır. Dolayısıyla, evsel ve/veya endüstriyel atık ve atıksu deşarjları, renk parametremize de etki ettiği görülmüştür.

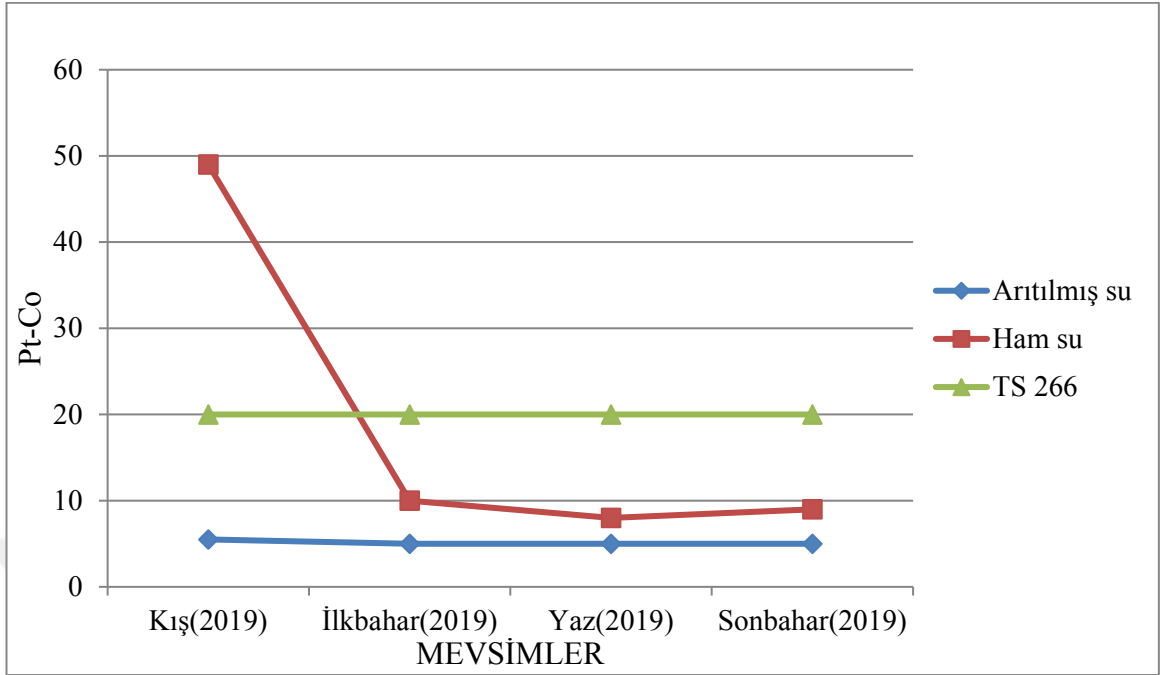
TS 266 standartlarına göre izin verilen maksimum değer 20 Pt-Co'dur [26]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun renk konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygun olduğu görülmüştür.



şekil 4.30. 2017 yılı renk mevsimsel değişimi



şekil 4.31. 2018 yılı renk mevsimsel değişimi



Şekil 4.32. 2019 yılı renk mevsimsel değişimi

4.13. Sertliğin Mevsimsel Değişimi

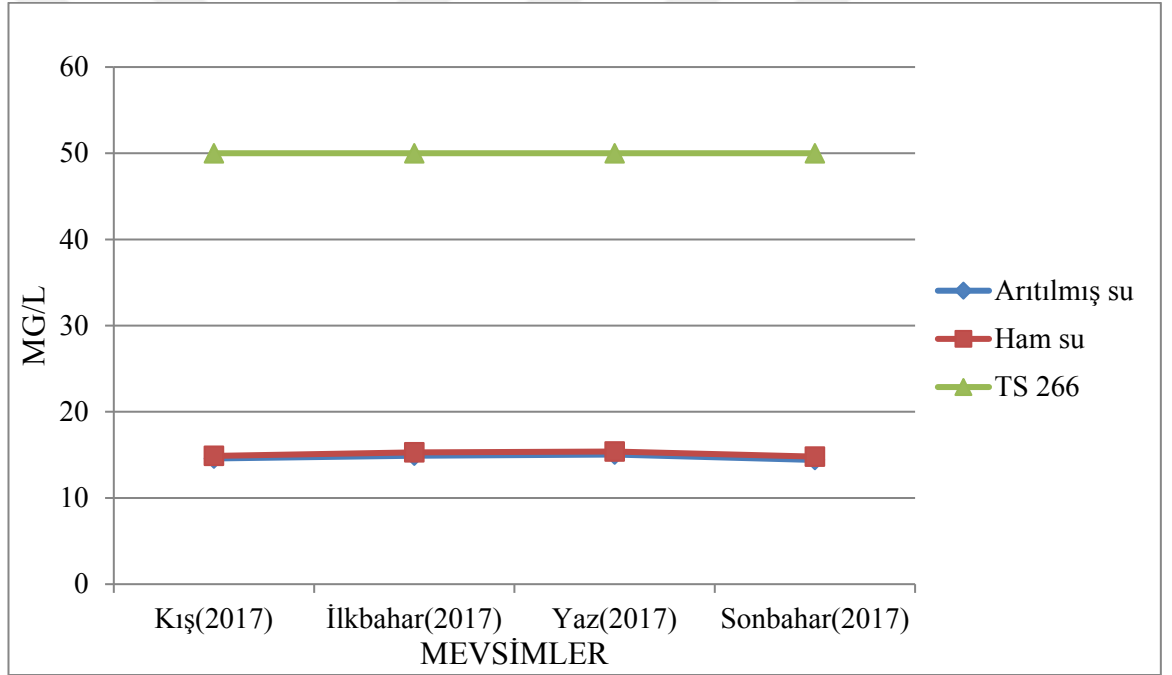
2017 yılı artılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 14,58 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 14,91 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 15,04 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 14,41 mg/L sertlik konsantrasyonu saptanmıştır. 2018 yılı artılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 14,88 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 15,42 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 15,67 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 14,89 mg/L sertlik konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılı artılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 12,25 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 12,39 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 12,97 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 13,28 mg/L sertlik konsantrasyonu saptanmıştır.

Sularda sertlik, genelde toprakta bulunan alkali metaller olan kalsiyum ve magnezyum sonucu oluşmuştur [63]. Suyun sertliğini, kalsiyum, magnezyum, stronsiyum, demir ve mangan iyonları oluşturmuştur. Çözünmüş olarak suyun içerisinde bulunan bu iyonlar, suyu, sert su olarak tanımlanmıştır [64]. Erciş ilçesinde yapılan çalışmada, ortalama toplam sertlik 169,63 mg/L iken en sert su 266,67 mg/L, en yumuşak su ise 80 mg/L konsantrasyona sahip olduğu görülmüştür [51].

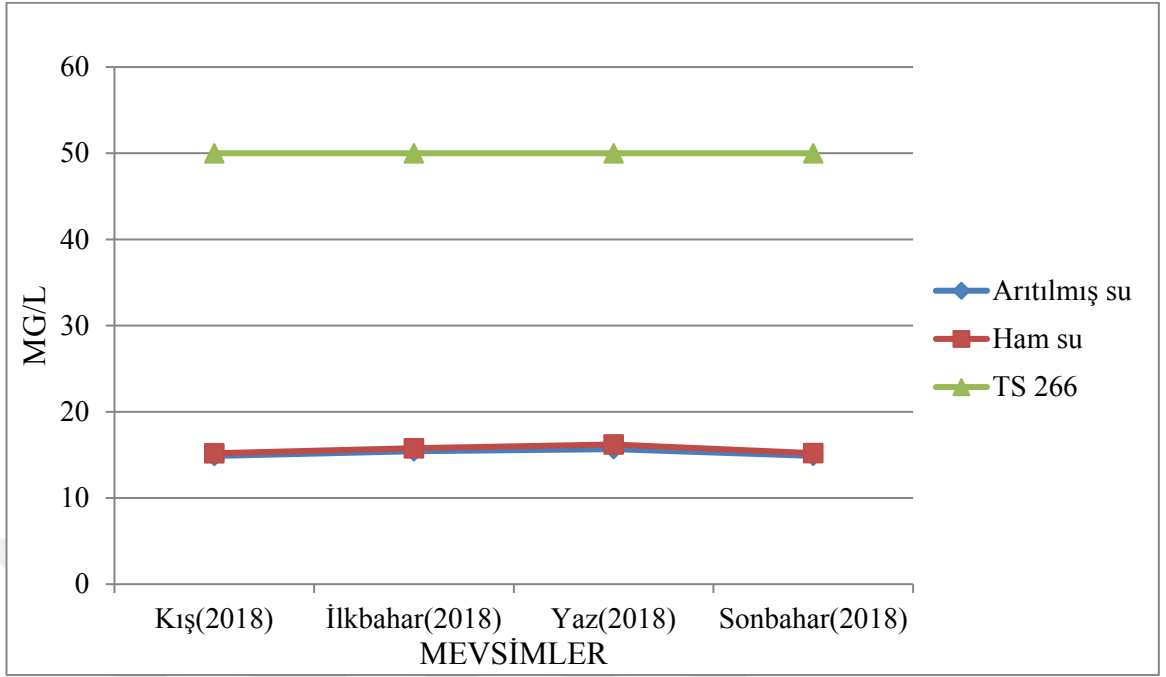
Bu çalışmada, ham su ve arıtma tesisinden çıkan arıtılmış suyun, toplam sertlik konsantrasyonu açısından herhangi bir uygunsuzluk durumuyla karşılaşılmasıdır.

Demir ve mangan iyonlarının, su sertliğine etkisi olması gerektiği halde, Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'teki demir konsantrasyonlarımızda ve Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'deki mangan konsantrasyonlarımızda, yüksek değerler ve salınımlar görülmüş olsa da, sertlik konsantrasyonlarımıza etki etmediği görülmüştür.

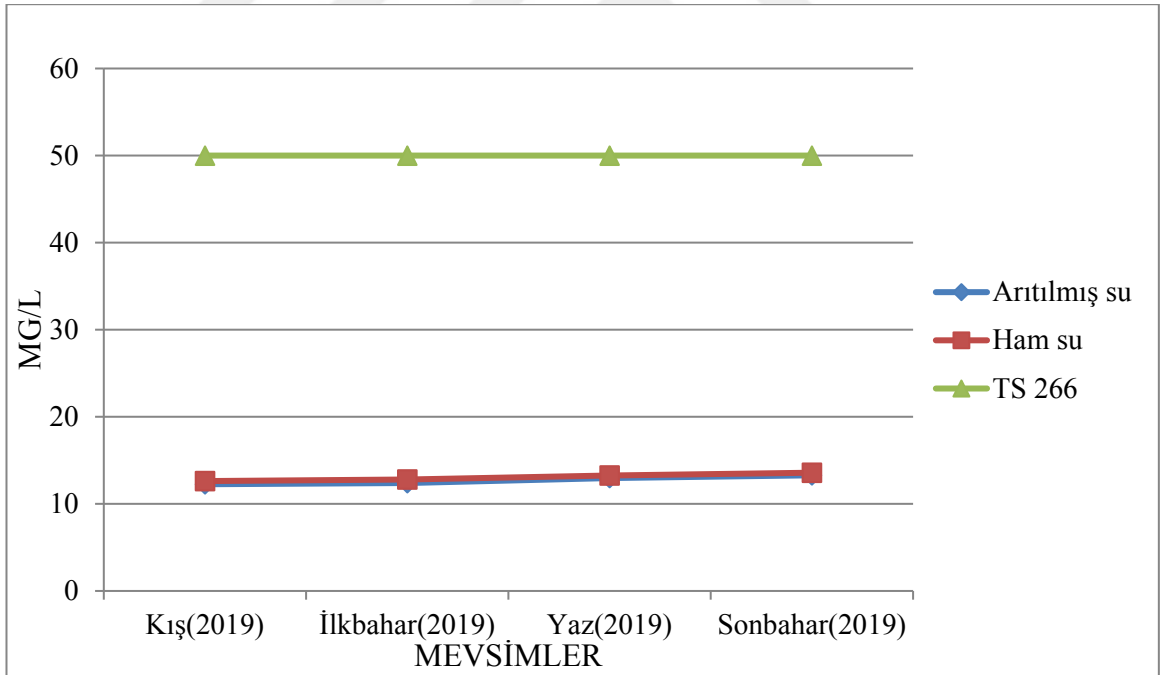
Sertlik için, TS 266 standartlarına göre izin verilen maksimum değer 50 mg/L'dir [26]. Tüm bu verilerin ışığında arıtılmış suyun sertlik konsantrasyonu, TS 266 parametreleri açısından uygun olduğu görülmüştür.



Şekil 4.33. 2017 yılı sertlik konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.34. 2018 yılı sertlik konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



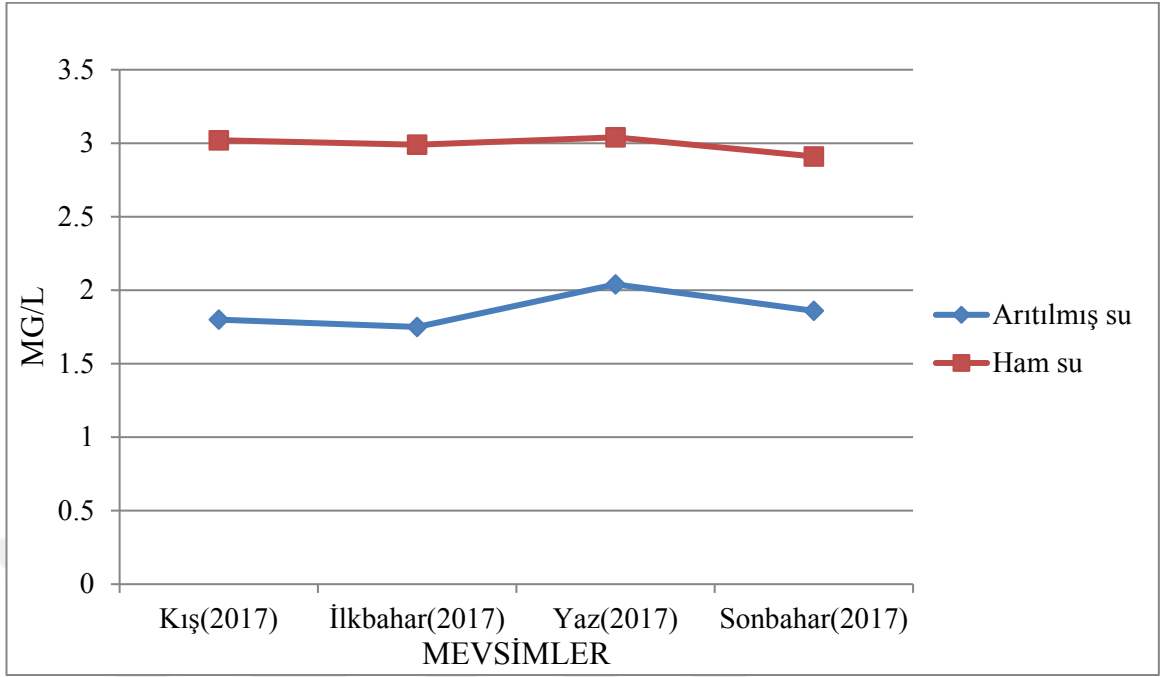
Şekil 4.35. 2019 yılı sertlik konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

4.14. Toplam Organik Maddenin Mevsimsel Değişimi

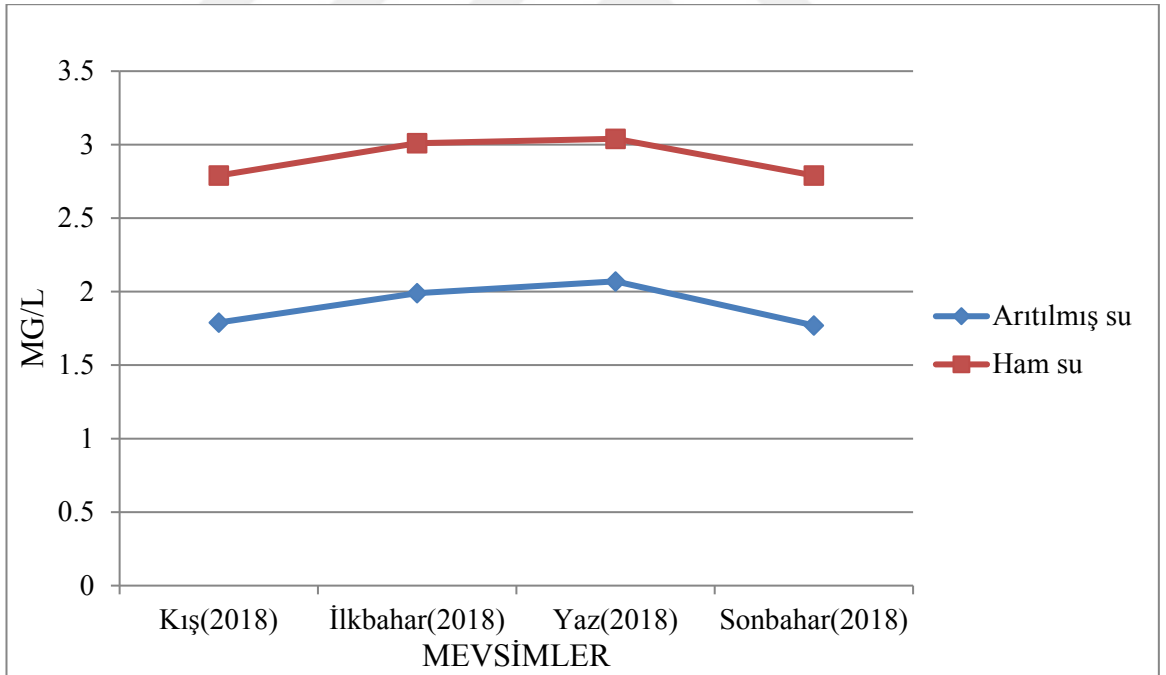
2017 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 1,8 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 1,75 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 2,04 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 1,86 mg/L toplam organik madde konsantrasyonu saptanmıştır. 2018 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 1,79 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 1,99 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 2,07 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 1,77 mg/L toplam organik madde konsantrasyonu saptanmıştır. 2019 yılı arıtılmış suda kış mevsiminde ortalama olarak 1,79 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama olarak 1,99 mg/L, yaz mevsiminde ortalama olarak 2,08 mg/L, sonbahar mevsiminde ise 2,02 mg/L toplam organik madde konsantrasyonu saptanmıştır.

İçme sularının kirlenmesinde önemli unsurlardan birisi de organik madde içeriğidir. İçme suyu arıtımında organik madde varlığı birçok probleme sebep olabilir. Su içerisinde bulunan organik maddeler arıtmada koagülant ve oksidant ihtiyacını artırır, suyun rengini değiştirir, filtre ömrünü kısaltır ve bakterilerin tekrar büyümesine sebep olurlar [65]. Yüzeysel sulardaki organik maddeler bitkisel, toprak, evsel veya endüstriyel kaynaklarından ötürüdür. Toprak ve bitki kalıntılarında bulunan organik madde, yağmur ve yüzeysel akış ile organik madde konsantrasyonunu yükseltmiştir [66].

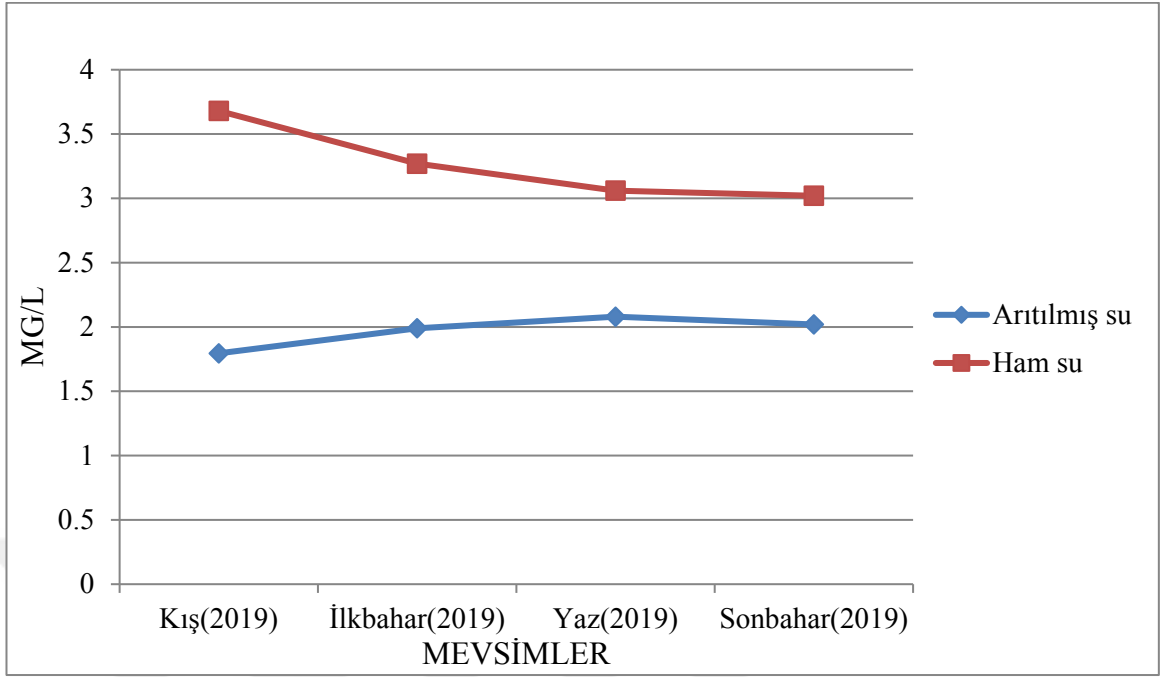
Şekil 4.4, Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da görülen amonyum konsantrasyonları, Şekil 4.7, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9'da görülen bulanıklık değerleri, Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de görülen çözünmüş oksijen konsantrasyonları, Şekil 4.13, Şekil 4.14 ve Şekil 4.15'te görülen demir konsantrasyonları, Şekil 4.16, Şekil 4.17 ve Şekil 4.18'de görülen mangan konsantrasyonları, Şekil 4.30, Şekil 4.31 ve Şekil 4.32'de görülen renk değerlerimizin yüksek değerler ve salınımlar göstermesi, evsel ve endüstriyel atık ve atıksu deşarjı kaynaklı olduğu görülmüştür. Dolayısıyla organik madde yükü artışı, Şekil 4.36, Şekil 4.37 ve Şekil 4.38'de görülen toplam organik madde konsantrasyonlarımızı etkilediği saptanmıştır.



Şekil 4.36. 2017 yılı toplam organik madde konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.37. 2018 yılı toplam organik madde konsantrasyonunun mevsimsel değişimi



Şekil 4.38. 2019 yılı toplam organik madde konsantrasyonunun mevsimsel değişimi

4.15. Arıtım Verimi

Balıkesir-Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi'nin, çalışmamızda incelenen alüminyum, amonyum, bulanıklık, çözünmüş oksijen, demir, mangan, iletkenlik, nitrat, nitrit, renk, sertlik ve toplam organik madde parametrelerinin 2017, 2018 ve 2019 mevsimsel arıtım verimleri yüzdelik olarak hesaplanmıştır. İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik'e göre, arıtma verimi hesaplamaları şu denklem (4.1) ile bulunmuştur [25].

$$\text{Arıtma Verimi (\%)} = \frac{\text{Giriş Kons.} - \text{Çıkış Kons.}}{\text{Giriş Kons.}} \times 100 \quad (4.1)$$

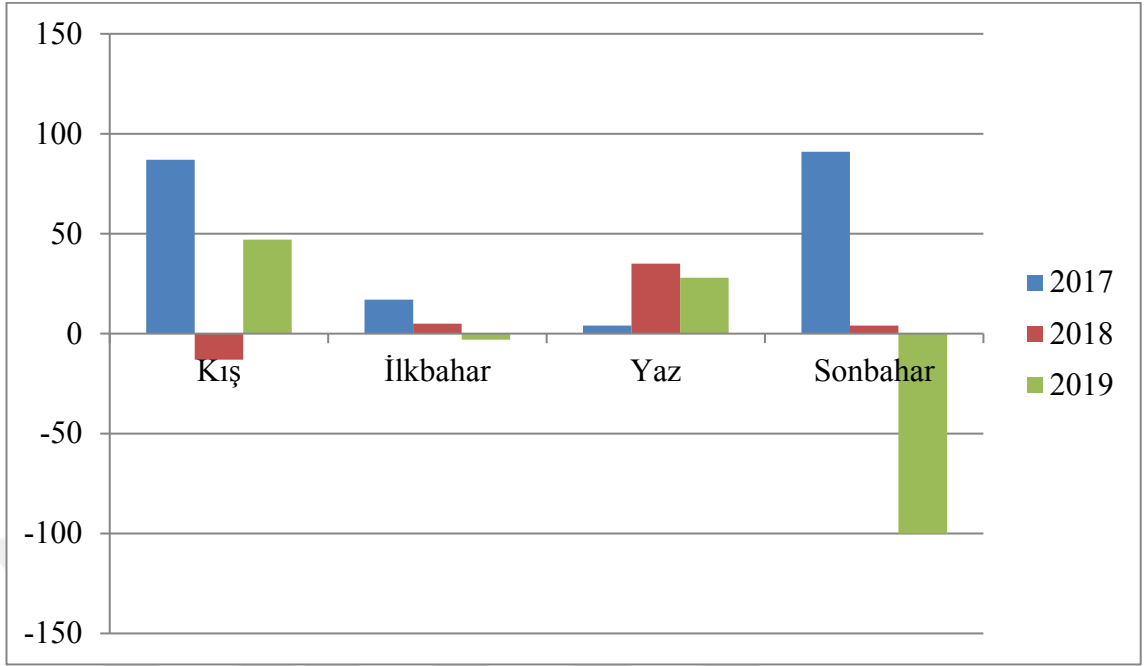
4.15.1. Alüminyumun arıtma verimi

2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %87, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %17, yaz mevsimi arıtma verimi %4, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %91 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.39).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi -%13, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %5, yaz mevsimi arıtma verimi %35, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %4 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.39).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %47, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%3, yaz mevsimi arıtma verimi %28, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise -%100 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.39).

Arıtma tesisinin alüminyum arıtımı açısından, 2017 yılı ilkbahar ve yaz mevsimlerinde arıtma veriminde düşüş gerçekleşmiştir. 2018 yılında özellikle kış mevsiminde arıtma tesisi verimi negatif değere düştüğü görülmüş, ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde ise yetersiz verim alınmıştır. 2019 yılında ise özellikle ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde, arıtım veriminin negatif olduğu saptanmıştır. Arıtım verim yüzdesinin negatif olması, arıtma tesisi açısından istenilen bir durum olmadığı anlaşılmıştır. Maksimum arıtım verimi, %91'lik değer ile 2017 yılı sonbahar mevsiminde, minimum arıtım verimi ise, -%100'lük değer ile 2019 yılı sonbahar mevsiminde gözlenmiştir.



Şekil 4.39. 2017, 2018 ve 2019 yılları alüminyum arıtım verimi

4.15.2. Amonyumun arıtma verimi

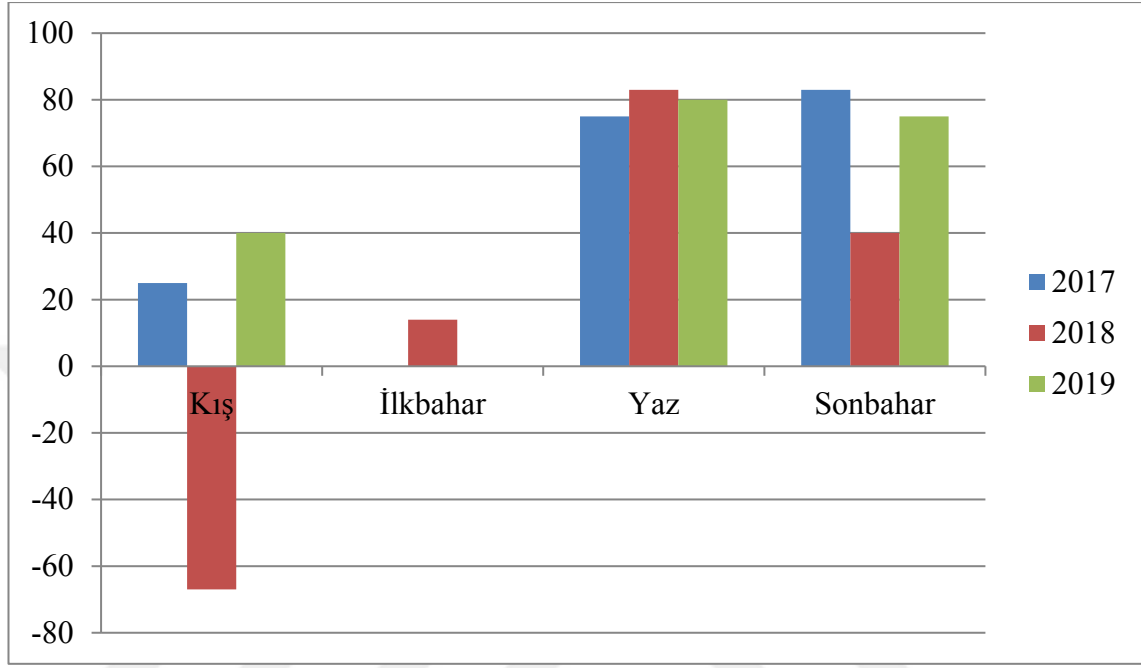
2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %25, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %0, yaz mevsimi arıtma verimi %75, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %83 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.40).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi -%67, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %14, yaz mevsimi arıtma verimi %83, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %40 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.40).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %40, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %0, yaz mevsimi arıtma verimi %80, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %75 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.40).

Arıtma tesisinin amonyum arıtımı açısından, 2017 yılı kış mevsiminde arıtma verimi düşmüş olup, ilkbahar mevsiminde ise arıtmanın verim açısından amonyuma etkisi görülmemiştir. 2018 yılı kış mevsiminde arıtma verimi negatif değere düştüğü görülmüş, ilkbahar mevsiminde ise düşük bir arıtma performansı saptanmıştır. 2017 ve 2019 yılında ise ilkbahar mevsiminde, arıtmanın verim açısından etkisi olmadığı görülmüştür. Arıtım verim yüzdesinin negatif olması veya arıtmanın etkisinin olmaması, arıtma tesisi açısından istenilen bir durum olmadığı anlaşılmıştır. Maksimum

arıtım verimi, %83'lük verim değerleri ile 2017 yılı sonbahar mevsimi ve 2018 yılı yaz mevsimine ait, minimum arıtma verimi ise, -%67'lik verim ile 2018 yılı kış mevsiminde ait olduğu görülmüştür.



Şekil 4.40. 2017, 2018 ve 2019 yılları amonyum arıtım verimi

4.15.3. Bulanıklığın arıtma verimi

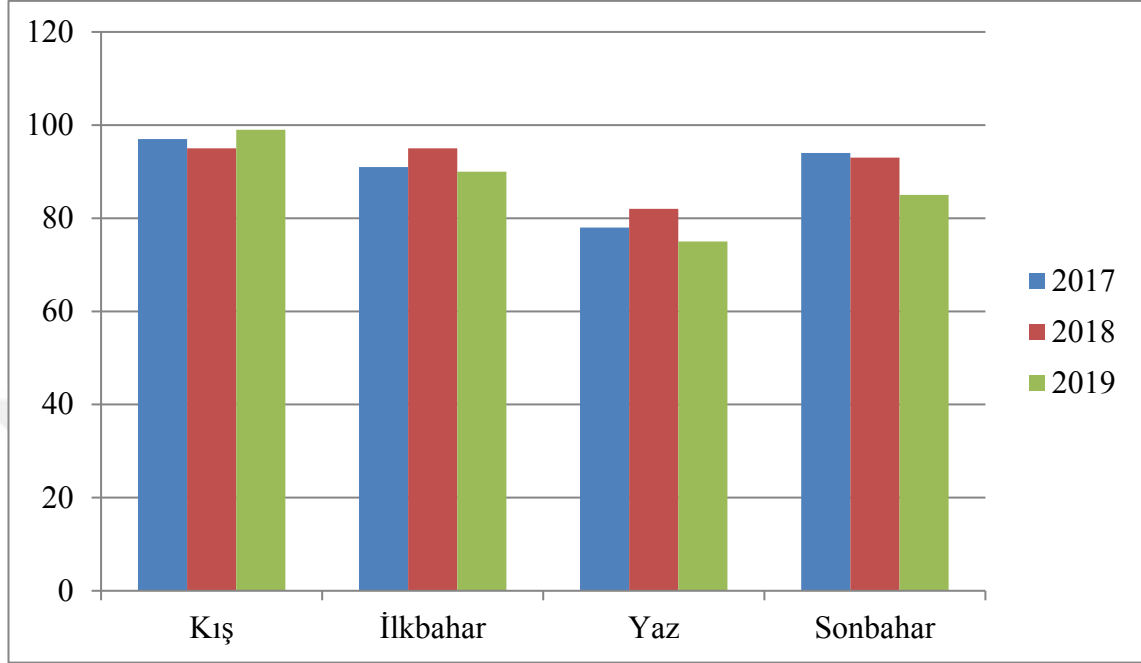
2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %97, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %91, yaz mevsimi arıtma verimi %78, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %94 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.41).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi %95, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %95, yaz mevsimi arıtma verimi %82, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %93 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.41).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %99, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %90, yaz mevsimi arıtma verimi %75, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %85 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.41).

Arıtma tesisinin bulanıklık değerlerimiz için, 2017, 2018 ve 2019 yıllarında tüm mevsimlerde verim açısından yüksek performanslı olarak arıtım yapıldığı görülmüştür.

Maksimum arıtım verimi, %99'luk verim ile 2019 yılı kış mevsiminde, minimum arıtım verimi ise, %75'lik verim ile 2019 yılı yaz mevsiminde görülmüştür.



Şekil 4.41. 2017, 2018 ve 2019 yılları bulanıklık arıtım verimi

4.15.4. Çözünmüş oksijen değişimi verimi

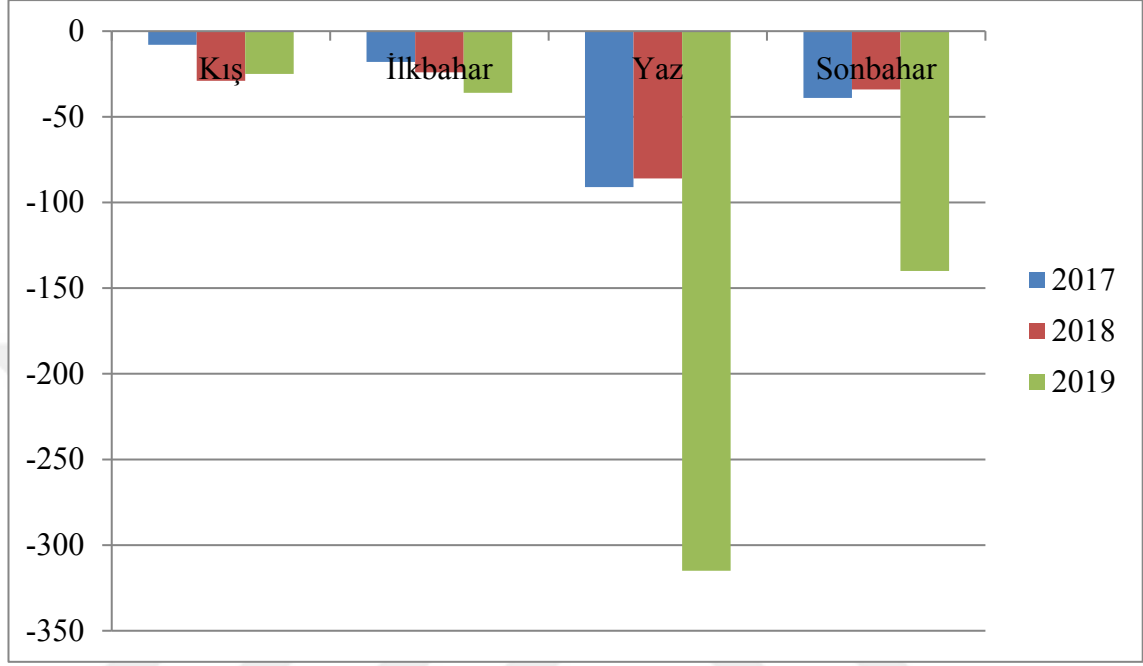
2017 yılı kış mevsimi değişim verimi -%8, ilkbahar mevsimi değişim verimi -%18, yaz mevsimi değişim verimi -%91, sonbahar mevsimi değişim verimi ise -%39 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.42).

2018 yılı kış mevsimi değişim verimi -%29, ilkbahar mevsimi değişim verimi -%24, yaz mevsimi değişim verimi -%86, sonbahar mevsimi değişim verimi ise -%34 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.42).

2019 yılı kış mevsimi değişim verimi -%25, ilkbahar mevsimi değişim verimi -%36, yaz mevsimi değişim verimi -%315, sonbahar mevsimi değişim verimi ise -%140 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.42).

Çözünmüş oksijeninin değişim su değerleri, ham su değerlerinden yüksek olduğu için, arıtma verimi denklemimizde (4.1) yerlerine yerleştirildiğinde negatif sonuç vermesi gerekmiştir. Negatif yüzdellik verim, çözünmüş oksijen için diğer parametrelerimizin aksine olumludur. Özellikle, 2019 yılı yaz ve sonbahar mevsimlerinden yüksek

performanslı değişim verimi gözlenmiştir. Maksimum değişim verimi, -%315 ile 2019 yılı yaz mevsimine ait iken, minimum değişim verimi -%8 ile 2017 yılı kış mevsimine ait olduğu görülmüştür.



Şekil 4.42. 2017, 2018 ve 2019 yılları çözünmüş oksijen değişim verimi

4.15.5. Demirin arıtım verimi

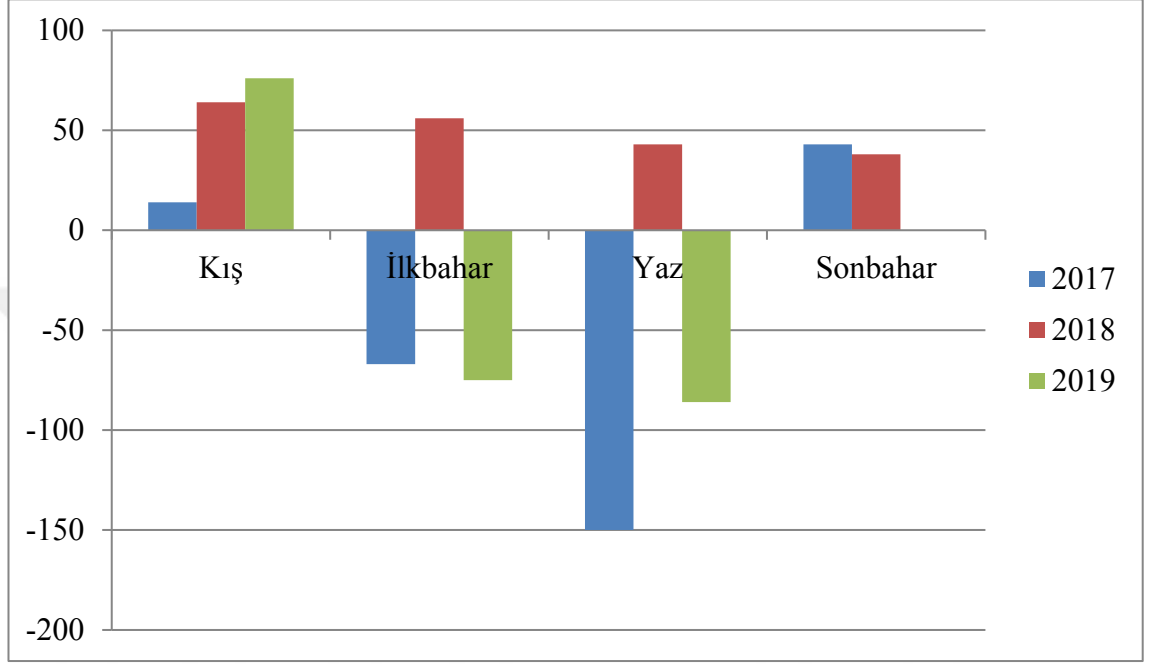
2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %14, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%67, yaz mevsimi arıtma verimi -%150, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %43 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.43).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi %64, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %56, yaz mevsimi arıtma verimi %43, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %38 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.43).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %76, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%75, yaz mevsimi arıtma verimi -%86, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %0 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.43).

Arıtma tesisinin demir arıtımı açısından, arıtma verimi performansı düşük olduğu görülmüştür. 2017 yılı ilkbahar ve yaz mevsimlerinde, arıtma verimi negatif olup, kış mevsiminde ise bir hayli düşük olduğu saptanmıştır. 2019 yılında ise ilkbahar ve yaz mevsimlerinde, arıtma verimi negatif değerler gösterirken, sonbahar mevsiminde ise

arıtmanın verim açısından hiç etki etmediği saptanmıştır. Arıtım verim yüzdesinin negatif olması, arıtma tesisi açısından istenilen bir durum olmadığı anlaşılmıştır. Maksimum arıtım verimi, %76'lık verim ile 2019 yılı kış mevsiminde, minimum arıtım verimi ise, -%150'lik verim ile 2017 yılı yaz mevsiminde görülmüştür.



Şekil 4.43. 2017, 2018 ve 2019 yılları demir arıtım verimi

4.15.6. Manganın arıtım verimi

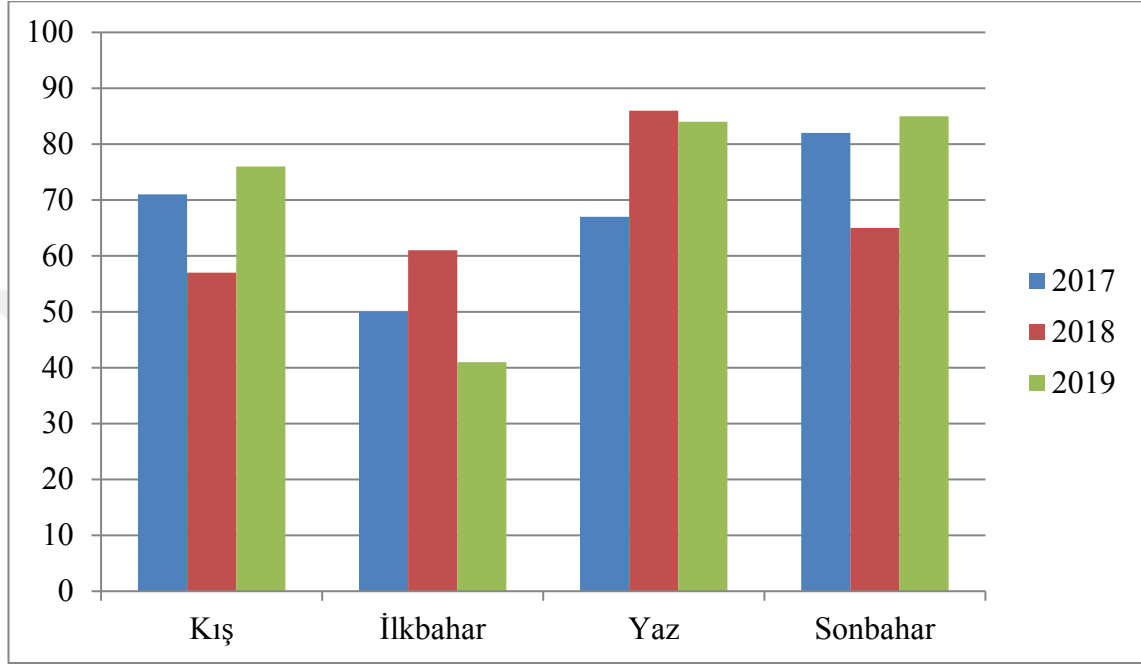
2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %71, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %50, yaz mevsimi arıtma verimi %67, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %82 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.44).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi %57, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %61, yaz mevsimi arıtma verimi %86, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %65 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.44).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %76, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %41, yaz mevsimi arıtma verimi %84, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %85 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.44).

Arıtma tesisinin mangan arıtımı açısından, 2017, 2018 ve 2019 yıllarında tüm mevsimlerde arıtım performansı yüksek olduğu görülmüştür. En düşük arıtma verimi,

2019 yılı ilkbahar mevsiminde görülen %41 değeri olsa da, genel olarak tesisin arıtım performansı açısından uygun bir verim yüzdesi olduğu saptanmıştır. Maksimum arıtım verimi, %86'lık değer ile 2018 yılı yaz mevsiminde, minimum arıtım verimi ise, %41'lik değer ile 2019 yılı ilkbahar mevsiminde görülmüştür.



Şekil 4.44. 2017, 2018 ve 2019 yılları mangan arıtım verimi

4.15.7. İletkenliğin arıtım verimi

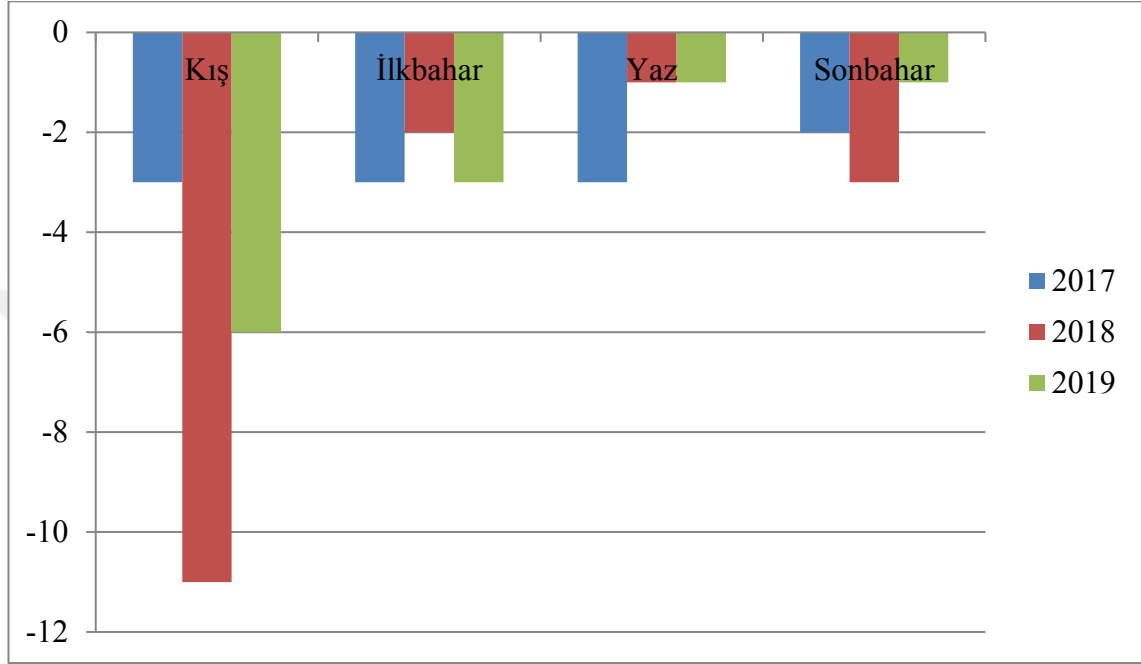
2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi -%3, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%3, yaz mevsimi arıtma verimi -%3, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise -%2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.45).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi -%11, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%2, yaz mevsimi arıtma verimi -%1, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise -%3 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.45).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi -%6, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%3, yaz mevsimi arıtma verimi -%1, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise -%1 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.45).

Arıtma tesisinin iletkenlik değerlerimiz açısından, 2017, 2018 ve 2019 yıllarında tüm mevsimlerde, verim negatif değerler göstermiştir. Arıtım verim yüzdesinin negatif

olması, arıtma tesisi açısından istenilen bir durum olmadığı anlaşılmıştır. Minimum arıtma verimi, -%11 ile 2018 yılı kış mevsiminde, maksimum arıtma verimi ise, -%1'lik değerler ile 2018 yılı yaz mevsimi ve 2019 yılı yaz ve sonbahar mevsimlerinde görülmüştür.



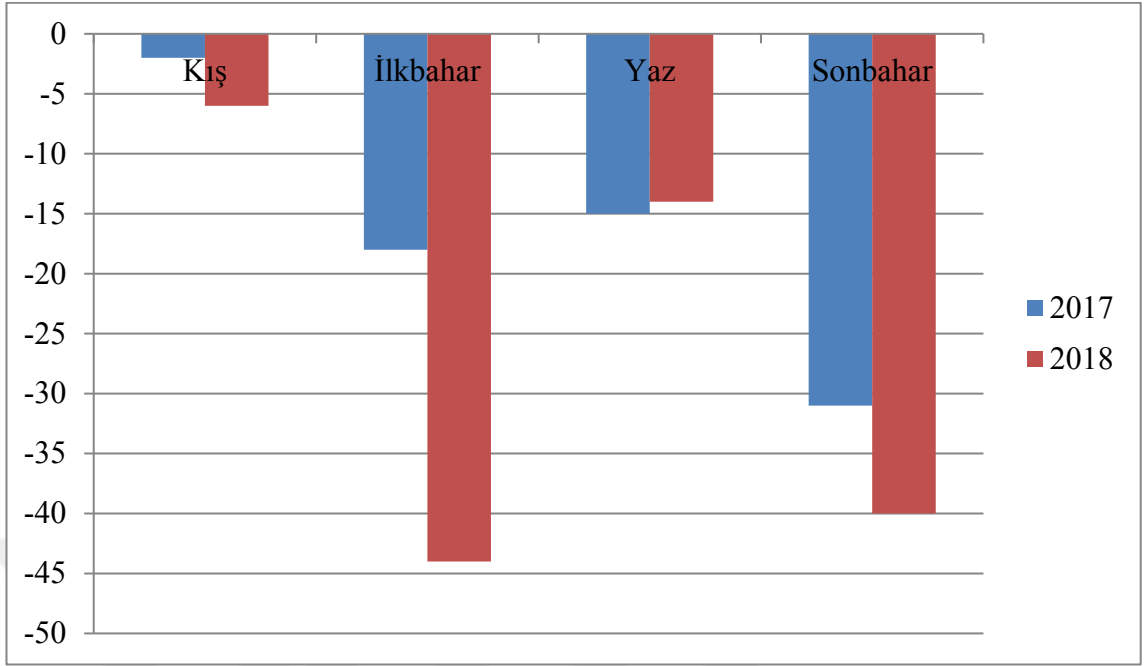
Şekil 4.45. 2017, 2018 ve 2019 yılları iletkenlik artım verimi

4.15.8. Nitratın arıtım verimi

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi -%2, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%18, yaz mevsimi arıtma verimi -%15, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise -%31 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.46).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi -%6, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%44, yaz mevsimi arıtma verimi -%14, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise -%40 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.46).

Arıtma tesisinin nitrat arıtımı açısından performansı düşük kalmıştır. 2018 ve 2019 yıllarında tüm mevsimlerde, verim, negatif değerler göstermiştir. Arıtım verim yüzdesinin negatif olması, arıtma tesisi açısından istenilen bir durum olmadığı anlaşılmıştır. Minimum arıtma verimi, -%44 ile 2018 yılı ilkbahar mevsiminde, maksimum arıtma verimi ise -%2 ile 2017 yılı kış mevsiminde görülmüştür.



Şekil 4.46. 2017, 2018 ve 2019 yılları nitrat arıtım verimi

4.15.9. Nitritin arıtım verimi

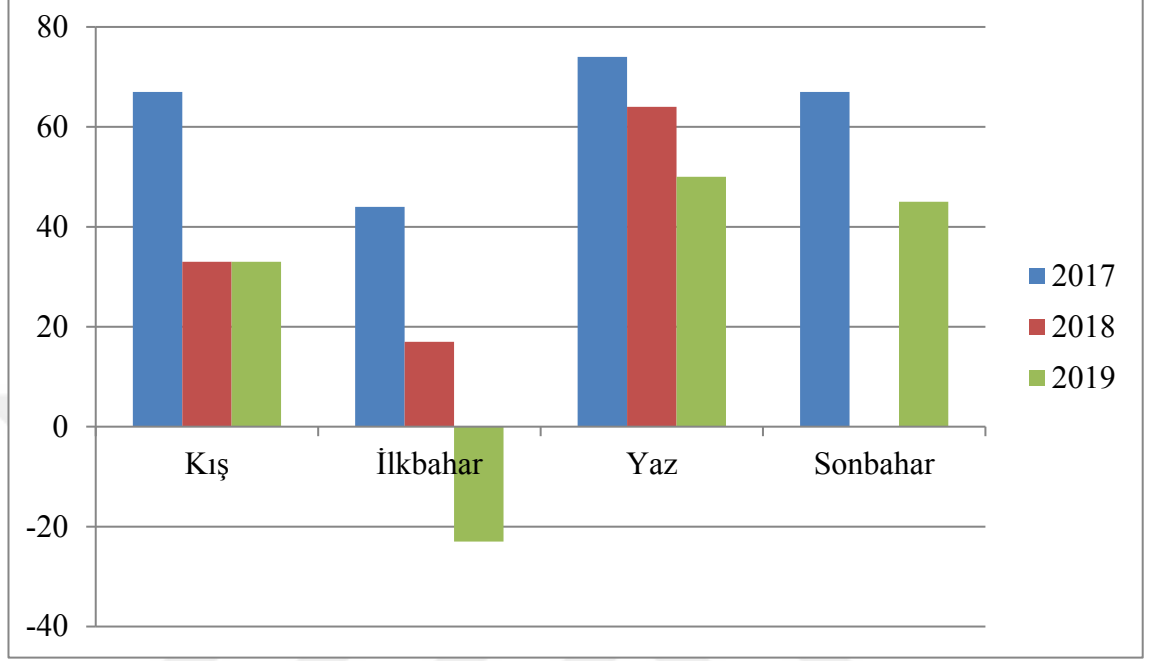
2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %67, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %44, yaz mevsimi arıtma verimi %74, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %67 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.47).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi %33, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %17, yaz mevsimi arıtma verimi %64, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %0 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.47).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %33, ilkbahar mevsimi arıtma verimi -%23, yaz mevsimi arıtma verimi %50, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %45 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.47).

Arıtma tesisinin nitrit arıtımı açısından, 2018 yılı kış ve ilkbahar mevsimlerinde verim düşmüştür, sonbahar mevsiminde ise arıtımın nitrat açısından bir etkisi görülmemiştir. 2019 yılında ise kış mevsiminde, verim düşüklüğü gözlenmiş olup, ilkbahar mevsiminde ise verim negatif değere düşmüştür. Arıtım verim yüzdesinin negatif olması veya arıtmanın etkisinin olmaması, arıtma tesisi açısından istenilen bir durum olmadığı anlaşılmıştır. Maksimum arıtım verimi, %74'lük değer ile 2017 yılı yaz

mevsiminde, minimum arıtım verimi ise -%23'lük değer ile 2019 yılı ilkbahar mevsiminde gözlenmiştir.



Şekil 4.47. 2017, 2018 ve 2019 yılları nitrit arıtım verimi

4.15.10. Rengin arıtım verimi

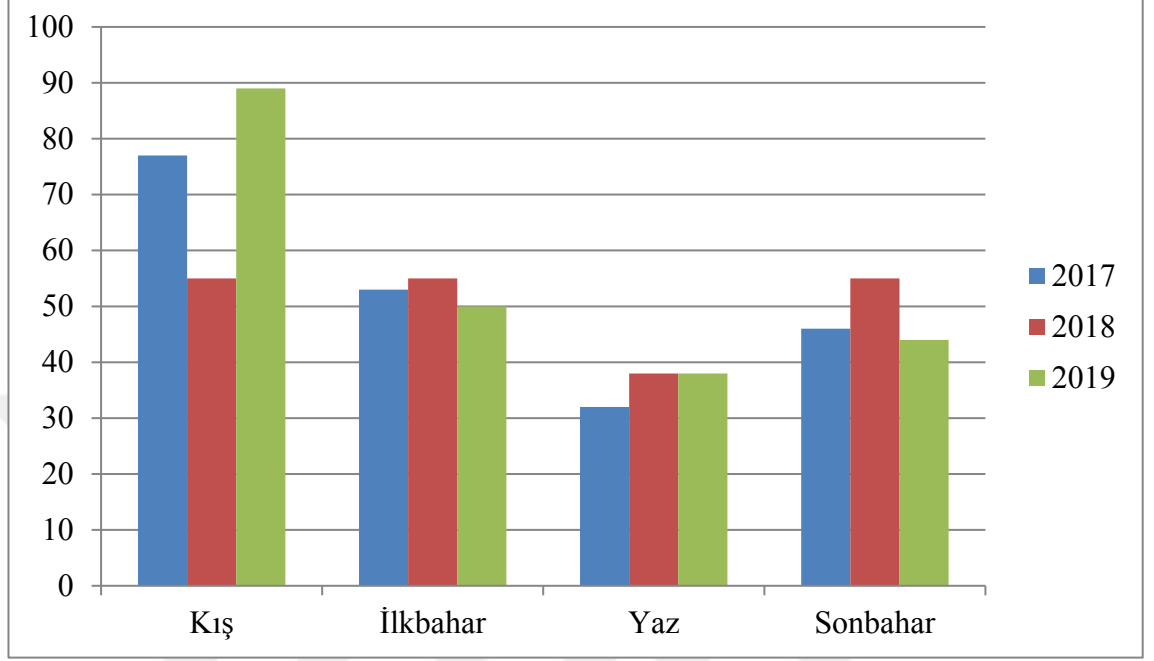
2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %77, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %53, yaz mevsimi arıtma verimi %32, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %46 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.48).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi %55, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %55, yaz mevsimi arıtma verimi %38, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %55 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.48).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %89, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %50, yaz mevsimi arıtma verimi %38, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %44 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.48).

Arıtma tesisinin renk değerlerimiz açısından arıtma performansı ideal olduğu görülmüştür. En düşük arıtma verimi değerleri, 2017, 2018 ve 2019 yıllarının yaz mevsimlerinde saptanmış olup, sırasıyla %32, %38 ve %38 olmak üzere verim

yüzdeleri görülmüştür. En yüksek arıtma verimi ise, %89'luk verim ile 2019 yılı kış mevsiminde görülmüştür.



Şekil 4.48. 2017, 2018 ve 2019 yılları renk arıtım verimi

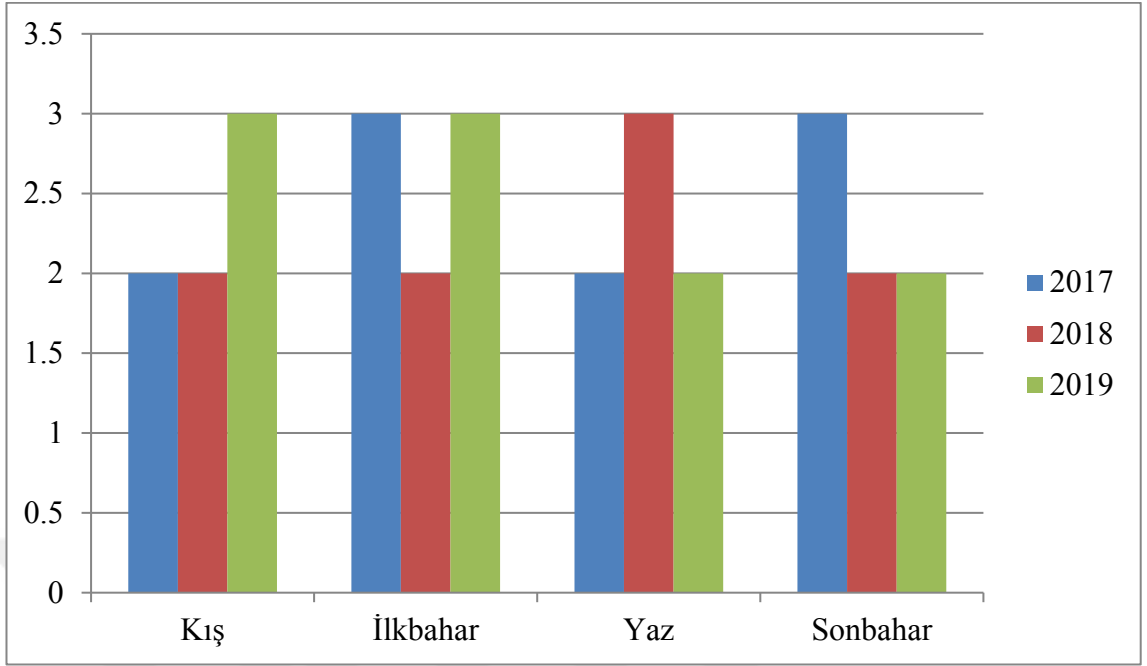
4.15.11. Sertliğin arıtımı verimi

2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %2, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %3, yaz mevsimi arıtma verimi %2, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %3 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.49).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi %2, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %2, yaz mevsimi arıtma verimi %3, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.49).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %3, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %3, yaz mevsimi arıtma verimi %2, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %2 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.49).

2017, 2018 ve 2019 yılları tüm mevsimlerde, arıtma verim yüzdesi pozitif olsa da %3'ün üzerine çıkmamıştır.



Şekil 4.49. 2017, 2018 ve 2019 yılları sertlik arıtım verimi

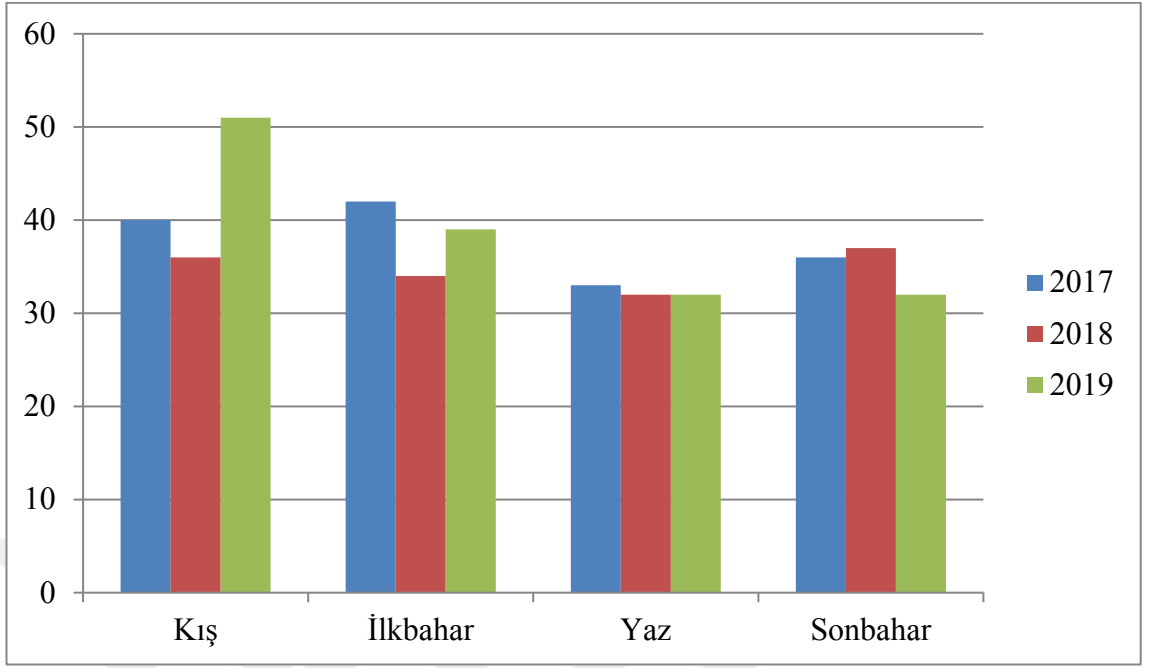
4.15.12. Toplam organik maddenin arıtım verimi

2017 yılı kış mevsimi arıtma verimi %40, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %42, yaz mevsimi arıtma verimi %33, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %36 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.50).

2018 yılı kış mevsimi arıtma verimi %36, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %34, yaz mevsimi arıtma verimi %32, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %37 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.50).

2019 yılı kış mevsimi arıtma verimi %51, ilkbahar mevsimi arıtma verimi %39, yaz mevsimi arıtma verimi %32, sonbahar mevsimi arıtma verimi ise %32 olarak hesaplanmıştır (Şekil 4.50).

2019, 2018 ve 2017 yılları tüm mevsimlerde, organik madde arıtımı verim açısından ideal olduğu görülmüştür. Maksimum arıtım verimi, %51 ile 2019 yılı kış mevsiminde, minimum arıtım verimi ise %32 ile 2018 ve 2019 yıllarının yaz mevsimlerinde saptanmıştır.



Şekil 4.50. 2017, 2018 ve 2019 yılları toplam organik madde arıtım verimi

4.16. Balıkesir’de Görülen Asit Yağmurları ve Etkileri

Ülkemizin Tarım ve Orman Bakanlığı’na bağlı olan Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından Balıkesir ili Balya ilçesinde yağış örneği toplama merkezi mevcuttur. Balya ilçesi, bu çalışmada söz konusu olan İkizcetepeler barajının kuzey-batısında yer almaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü’nün 2018 yılındaki asit yağmurları teknik raporuna göre, yağış örnekleri mevsimlik olarak kıyaslandığında, sonbahar ve yaz mevsimlerinde asit yağmurları sınır değerler üzerindedir. Aynı zamanda kış mevsiminde en düşük pH değeri, pH 5,07 saptanmıştır. Bu ortalamalara göre ilçe, asit yağmurları sınırının üzerinde görülmüştür. Bu yağış örnekleri ölçümleri, Hysplit geri yörünge modellemesi yapılarak, kirleticilerin atmosferik dolaşimleri incelendiğinde Trakya, Bulgaristan, Romanya, Norveç, Orta Avrupa, Balkanlar, Kuzey Avrupa, Rusya ve Ukrayna yönlerinden hareket ettiği belirlenmiştir. Aynı zamanda Ege ve Akdeniz’den gelen hava kütlelerinin etkisi altında olmasıyla beraber, Türkiye’nin Ege kıyıları olan Akdeniz, Mısır ve Kuzey Afrika hava kütlelerinin de etkisinde olduğu görülmüştür [67]. Asit yağmurlarının pH’ı oldukça düşük olduğundan dolayı, direkt olarak yüzeysel su kaynaklarının pH dengesini bozmuştur.

pH’ın 4,5 altında olması ve pH’ın 7,5 üzerinde olması koşullarında ise alüminyum çözünürlüğü artar ve asidik sularda 0,5 mg/l ile 1 mg/l arasında konsantrasyonlar gözlemlenmiştir [53]. Alüminyum, aşırı asidik ve alkali pH konsantrasyonlarında çözünür, ancak nötr pH’da çözünmez niteliktedir. Su, alüminyumu en fazla taşıma potansiyeli olan ortamlardan biridir. Asit yağmurları, toprak pH konsantrasyonunu düşürür ve böylece toprakta çözülen alüminyum, yeraltı sularına karışmasına sebep olur. İçme sularının alüminyum konsantrasyonu, ham sudaki miktarına, dağıtım borularında oluşan sızıntılara ve su arıtımındaki alüminyum tuzlarına göre değişir [68]. Asit yağmurları, toprağı kimyasal ve biyolojik olarak etkiler. Kükürt ve azot, yağışlarla birlikte toprağı geçerek, toprak pH’ının düşmesine sebep olmuştur. Topraktaki pH’ın düşmesiyle birlikte, toprakta bulunan demir, mangan, çinko, alüminyum gibi ağır metallerin çözünürlüğü ve konsantrasyonları artmıştır [69].

4.17. Revizyon Önerileri

Mevsimsel açıdan değerlendirilmiş olan tüm bu veriler, arıtma tesisi ve baraj hakkında bilgiler vermiştir. Yüksek konsantrasyonların ve salınımların düşürülmesi için yapılabilecek çözüm önerileri şu şekilde sıralanmıştır.

1. Ham su bulanıklığı, 2019 yılı kış mevsiminde yüksek konsantrasyon göstermiştir. Kış mevsimlerindeki yoğun yağışlar buna neden olabilmıştır. Aynı zamanda evsel ve endüstriyel atık deşarjları da bulanıklığın ana sebeplerinden sayılmıştır. Dolayısıyla bu tehditlere karşı havzanın korunması gerektiği görülmüştür.

Alüminyum veya demir tuzları, bulanıklığa sebep olan maddelerin yüzeyine tutunup yumak oluştururlar ve çöktürme tanklarında veya filtrelerde sudan ayrılırlar [70]. Alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$) ve ferrik klorür ($FeCl_3$), bulanıklık gideriminde etkili olabilir.

2. Demir içeren topraklar zamanla göl altında kaldığı zaman, tabandaki bitkiler sudaki çözülmüş oksijeni kullanır ve tabandaki sular oksijensiz kalmıştır. Dolayısıyla topraktaki demir Fe(II)'ye dönüşür ve demirin suya karışmasına sebep olmuştur [60]. 2019 yılında ham suda, kış mevsimindeki demir konsantrasyonu yüksek görülmüştür. Evsel ve endüstriyel atık deşarjları, yüzeysel sularda demir konsantrasyonunu arttırmıştır. Yine demir açısından bakıldığında havza koruması gerektiğini göstermiştir. 2019 ve 2017 yıllarında bazı mevsimlerde arıtılmış su, ham sudan daha fazla demir içermiştir. Bunun ana sebebi arıtmada kullanılan ferrik klorür ($FeCl_3$) olabileceği görülmüştür.

Kimyasal oksidasyon metotları, demir ve mangan arıtımında önemli bir rol almaktadır, oksijen, hava, ozon, hidrojen peroksit, potasyum permanganat, klor ve klordioksit gibi maddeler oksidasyonu sağlar [55].

3. Evsel ve endüstriyel atık deşarjları, jeolojik yapı, bölgedeki yağışlar ve karların erimesi gibi etkenler, su ortamındaki mangan varlığının ana sebeplerindendir. 2017, 2018 ve 2019 yıllarında ham suda yüksek konsantrasyonlar görülmüştür. Baraj gölü havzasının mangan açısından korunması bir kez daha görülmüştür.

Arıtma tesisinde, havalandırma, ön klorlama, potasyum permanganat gibi yöntemler, özellikle demir ve mangan oksidasyonu açısından faydalı olabileceği görülür.

4. 2019 ve 2017 yıllarında kış mevsiminde ham suda görülen renk yüksek konsantrasyonlara çıkmıştır. Renk estetik açıdan önemli bir faktördür. Sudaki renklenme metal iyonları (demir, mangan, krom, nikel) sebebiyle olabileceği görülmüştür. Verilerimizde de görüldüğü üzere demir ve mangan kış mevsimlerinde daha fazla gözlemlenmiştir.

Koagülasyon, flokülasyon ve filtrasyon renk gideriminde önemli bir rol almaktadır. Bunlarla birlikte ozonlama, klorlama, ultraviyole yöntemleri de ayrıca etki gösterir [53].

5. Ham suda bulunan alüminyum, 2017 yılında kış ve sonbahar mevsiminde yüksek konsantrasyonlar göstermiştir. Jeolojik yapı ve asit yağmurları sularda alüminyum konsantrasyonunu arttırmıştır [71]. Koagülasyon, flokülasyon ve filtrasyon yöntemleri ile alüminyum giderimi mümkün olur [53].

6. Organik maddeler, koagülasyon ve adsorpsiyon prosesleri ile gideriminin yanı sıra reçineler, membran teknolojileri, ozonlama, ileri oksidasyon prosesleri ile de arıtımı mümkün olur. Aktif karbon adsorpsiyonu, organik madde arıtımında sıklıkla kullanılan proseslerin başında gelir [66].

7. Ülkemizde birçok havza koruma planları mevcuttur. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yayınlanan ve faaliyete geçirilen, Elmalı 1-2 Barajı ve Kartalkaya Baraj Gölü havza koruma planlarını inceleyecek olursak; baraj göllerini besleyen dereler ve yeraltı sularına tehlikeli atıklar ve atıksu deşarjı yapılmaması, hayvancılık faaliyetlerinden kaynaklı olan katı ve sıvı atıkların kompostlaştırma işleminden sonra havza dışına taşınması, tarımsal faaliyetlerde kullanılacak olan gübrelerin depolanması için inşa edilen depoların potansiyel kirliliğini en aza indirmek amacıyla ile konumlandırılmasının doğru yapılması, gübre kullanımının kademeli olarak azaltılması ve satışının kontrol altına alınması gibi koruma önlemleri saptanmıştır [74,75]. Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisinin arıtma yükünü azaltmak için, İkizcetepeler Baraj Gölü için havza koruma planlamasının yapılması gerekliliği görülmüştür.

BÖLÜM 5

SONUÇ

İçme suyu amacıyla kullanılacak olan su kaynaklarının önemi günden güne artmıştır. İnsan faktörünün artışı bunun ana sebeplerinden sayılmıştır. İnsan sağlığı açısından belirsiz bir su kaynağını kullanmak kötü sonuçlara sebep olabileceği görülmüştür. Dolayısıyla geçmişten günümüze birçok çalışma yapılmıştır. Arıtma seçenekleri çoğalmış olup, biyolojik, kimyasal ve ileri arıtma teknikleri ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmada Balıkesir ilinde bulunan Balıkesir İçme Suyu Arıtma Tesisi'nde arıtılmış su verileri ve bu tesise ham su olarak gelen İkizcetepeler Barajı'ndaki suların verileri incelenmiştir.

Amonyum, bulanıklık, çözülmüş oksijen, demir, mangan, iletkenlik, nitrit ve nitrat, pH, renk, sertlik, toplam organik madde ve alüminyumun arıtılmış su konsantrasyonları TS 266 ve İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik standartlarınca uygunluğu tespit edilmiştir. Ayrıca arıtma tesisinin ham su ve arıtılmış su açısından, yüzdeler arıtım verimi performansları değerlendirilmiştir.

Ham suda renk, bulanıklık, demir, mangan ve alüminyum parametrelerinde görülen yüksek salınımların evsel ve endüstriyel atıksu deşarjı sebebi ile olabileceği öngörülmüştür. Ayrıca asit yağmurlarının bölgedeki etkisinin yüksek olduğu görülmüştür. Dolayısıyla baraj gölü havzasının korunmasının önemli olmasının yanı sıra asit yağmurlarının ana sebeplerinden biri olan fosil yakıt tüketimini sınırlandırmamız gerektiği görülmüştür. Aynı zamanda endüstriyel faaliyetlerde ortaya çıkan ve atmosfere yayılan baca gazları da bu konuda çok büyük bir rol almıştır. İnsani ihtiyaç açısından kullanılan deodorant ve parfüm kullanımını da sınırlandırmamız gerekmiştir. Ham sudaki problemlerin giderilmesi açısından, revizyon ve arıtma iyileştirme önerileri yapılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Yarma, Z., “Balıkesir içme suyu arıtma tesisi performans değerlendirilmesi ve iyileştirme önerileri”, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.1, Bursa, 2017.
2. Çiçek, A., Köse, E., Tokatlı, C., “İçme ve kullanma suyu kalitesi”, *Uluslararası Türk Dünyası Çevre Sorunları Sempozyumu*, 2, 23-28, 2013.
3. Tekeli, T., Yücel, Y., Tekeli, Y., “Hatay’da kullanılan kuyu sularının içme suyu kalite parametreleri bakımından incelenmesi ve kemometrik yöntemlerle karakterizasyonu”, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8(2), 70-83, 2018.
4. Çavuş, A., Atıcı, A. A., Şen, F., “Van-Merkez içme sularının su kalite kriterlerinin incelenmesi”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 326-336, 2017.
5. Aliğaoğlu, A., Mirioğlu, G., “Balıkesir şehrinde su tüketimi: Coğrafi bir yaklaşım”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 17(2), 260-280, 2019.
6. Aydın, D., Akça, L., “İçme suyu dağıtım sistemlerinde coğrafi bilgi sistemi tabanlı su kalitesi yönetimi- İstanbul örneği”, *İTÜ Dergisi*, 17(3), 45-54, 2007.
7. Aras, S., Fındık, Ö., “Nevşehir ili için Kızılırmak Nehri’nin içme suyu potansiyelinin araştırılması”, *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 214-222, 2018.
8. İrdemez, Ş., Özger, H., Torun, F. E., Kul, S., “Kars ili Sarıkamış ilçesi içme suyu arıtma tesisi giriş ve çıkış su kalitesinin aylara göre değişiminin incelenmesi”, *BEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 10(1), 235-248, 2021.
9. Dökmeci, İ., Dökmeci, A., “Toksikoloji Zehirlenmelerde Tanı ve Tedavi, 4.Baskı”, *Nobel Tıp Kitapevleri*, İstanbul, 2005.
10. Abuelgasim, Z.M.A., “Effect of Dumping Waste Sludge from Mogran Water Treatment Plant (MWTP) on Residual Aluminum in Water and Soil in Blue Nile”, *Sudan University of Science and Technology, MSc thesis*, Sudan, 2016.
11. İnternet: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, “Suların Analiz Parametreleri”.

http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/sular%C4%B1n%20analiz%20parametreleri.pdf

12. World Health Organization, “Aluminium in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality”, Geneva, 1998.
13. Alexandrov, P. N., Pogue, A. I., Lukiw, W. J., “Synergism in aluminum and mercury neurotoxicity”, *Integr Food Nutr Metab.*, 5(3), 2018.
14. Taş, B., “Gaga Gölü (Ordu, Türkiye) su kalitesinin incelenmesi”, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 2(1), 43-61, 2011.
15. Dedeakayaoğulları, H., Önal, A. E., “Çevre-insan sağlığı ilişkisi açısından su ve su analizinin önemi”, *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 72(2), 65-70, 2009.
16. Akgiray, Ö., “İçme suyu kalitesi parametreleri”, *Tesisat Dergisi*, 2003.
17. Kayıkçı, S., “Akkaya Barajı havzasındaki su kirliliğinin havza yönetimi yaklaşımıyla değerlendirilmesi”, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.71-77, Niğde, 2015.
18. American Ground Water Trust, “Solutions To Manganese Problems”, *The American Well Owner*, v.1, 2002.
19. Hem, J. D., “Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water”, *U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2254*, Virginia, 1985.
20. Ağaoğlu, S., Alişarlı, M., Alemdar, S., Dede, S., “Van bölgesi içme ve kullanma sularında nitrat ve nitrit düzeylerinin araştırılması”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18(2), 17-24, 2007.
21. Abercrombie, F.N., Caskey, A.L., “The Spectrofotometric Determination of Nitrate in Water”, *Res.Rep. Univ. III. Urbana-Champaign.*, 49, 1-79, 1972.
22. Scorer, R., “Nitrogen: a problem of decreasing dilution”, *New Scientist*, 62(4), 182-184, 1974.

23. Özden, S., “İçme sularında trihalometan oluşumu ve organik maddelerin giderilmesi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.5, İstanbul, 2002.
24. İnternet: T.C. Resmi Gazete, “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik”, *Sayı: 25730*, Ankara, Tarih: 17/02/2005.
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/02/20050217-3.htm>
25. İnternet: T.C. Resmi Gazete, “İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi Ve Arıtılması Hakkında Yönetmelik”, *Sayı: 30823*, Ankara, Tarih: 06/07/2019.
<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190706-8.htm>
26. Türk Standartları Enstitüsü, “TS 266, Sular-İnsani Tüketim Amaçlı Sular”, Ankara, Nisan 2005.
27. Süphandağ, Ş.A., Uyguner, C.S., Bekbölet, M., “İstanbul’da tüketilen ticari ve şebeke bazlı içme sularının kimyasal ve spektroskopik profilleri”, *İTÜ Dergisi*, 17(2), 23-25, 2007.
28. İnternet: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, “Su arıtma tesislerinin tasarım ve işletme esasları”, Ankara, 2013.
https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/ar%C4%B1tma%20norm%20rehberi/Su%20arıtma_tesislerinin_tasarm_isletme_esaslari.pdf
29. Kısa, H. G., “İçme suyu arıtma tesisi işletme ve bakımı”, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Bitirme Tezi*, Samsun, 2016.
30. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, “İçmesuyu arıtma tesisi tasarımı ve projesi dersi notları”.
31. Saatçi, A. M., Akgiray, Ö., Soyer, E., Erdim, E., Huncce, S. Y., “Su arıtma tesisleri işletimi: El kitabı”, *Türkiye Belediyeler Birliği*, s.152, Ankara, 2015.
32. Tillman, G. M., “Water Treatment: Troubleshooting and Problem Solving”, *CRC Press; 1 edition*, 1996.

33. Samsunlu, A., “Çevre Mühendisliği Kimyası, 7. Baskı”, *Birsen Yayınevi*, s.124-209, İstanbul, 2011.

34. İnternet: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, “Kondüktometre“.

http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kond%C3%BCKtometre.pdf

35. İnternet: Balıkesir Üniversitesi, “Çevre Mühendisliği Bölümü, Çevre Analiz Laboratuvarı Deney Föyü”.

<http://cevre.balikesir.edu.tr/wp-content/uploads/2018/10/analiz-lab-f%C3%B6yler.pdf>

36. İnternet: Karadeniz Teknik Üniversitesi, “Kimya Bölümü, Nicel Analiz Laboratuvarı Uygulamaları”.

https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/ormanmuhendisligi_00095.pdf

37. Şengül, F., Küçükgül, E. Y., “Çevre mühendisliğinde fiziksel-kimyasal temel işlemler ve süreçler”, *Birleşik Matbaacılık*, İzmir, 2012.

38. İnternet: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, “İçme sularının arıtılması dersi: İçme suyu arıtma tesisi projesi taslağı”.

<https://cev-muhendislik.omu.edu.tr/tr/belgeler/proje-tasarim-dersleri/%C3%87MB341%20%C4%B0%C3%A7me%20Sular%C4%B1n%C4%B1n%20Ar%C4%B1t%C4%B1lmas%C4%B1%20Dersi%20-%20%C4%B0%C3%A7me%20Suyu%20Ar%C4%B1tma%20Tesisi%20Proje%20Taslama%C4%9F%C4%B1.pdf>

39. İnternet: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, “Su Arıtma”.

http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Su%20Ar%C4%B1tma.pdf

40. Şahin, S., “Su arıtma teknolojisinde yer alan yumaklaştırma işleminin teknolojik esasları”, *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 37-59, 2010.

41. Eroğlu, V., “Su Tasfiyesi”, *Çevre ve Orman Bakanlığı, Başak Matbaacılık*, s.314, Ankara, 2008.
42. Akgiray, Ö., “İçme sularının dezenfeksiyonunda temel prensipler”, *Tesisat Dergisi*, 2003.
43. Şekerdağ, N., “Atıksu arıtma tesislerinin projelendirilmesi, 1. Baskı”, *Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık Tic. Ltd. Şti*, s.200, Ankara, 2016.
44. Güneş, G., “Bartın Nehri’nin fizikokimyasal özelliklerinin yağışlı ve kurak dönemlerdeki değişimi”, *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 21(63), 761-774, 2019.
45. Kahraman, Ü. C., “Konya garnizon birliklerindeki kuyu suları ile şehir şebeke sularının su kalitesi ve ağır metaller yönünden karşılaştırılması”, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.44, Konya, 2007.
46. Karaoğlu, M. H., Balcı, A., Uğurlu, M., “Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki kaynak sularının fizikokimyasal açıdan incelenmesi”, *Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 32, 53-61, 2008.
47. Egemen, Ö., Sunlu, V., “Su Kalitesi”, *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları*, s.14, İzmir, 1996.
48. Nordstrom, D. K., “Worldwide occurrences of arsenic in ground water”, *Science*, 296(5576), 2143-2145, 2002.
49. Dayıoğlu, H., Özyurt, M. S., Bingöl, N., Yıldız, C., “Kütahya ili içme sularının bazı fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri”, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7, 71-90, 2004.
50. Snoeyink, V. L., Schock, M. R., Sarin, P., Wang, L., Chen, A. S. -C., Harmon, S. M., “Aluminium-containing scales in water distribution systems: Prevalence and composition”, *J Water Suplly Res T.*,52(7), 455-74, 2003.

51. Atıcı, A. A., Gültekin, A., Şen, F., Elp, M., “Erciş (Van) ilçesi içme sularının su kalitesi özellikleri”, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26(4), 517-528, 2016.
52. İleri, S., Karaer, F., Katip, A., Onur, S., “Sığ göllerde su kalitesi değerlendirmesi, Uluabat Gölü örneği”, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1), 47-58, 2014.
53. Oğuz, T. C., “İçme suyu arıtımında yaygın olarak karşılaşılan su kalite problemleri ve arıtımı için çözüm önerileri”, *T.C. Orman Ve Su İşleri Bakanlığı, Uzmanlık Tezi*, s.35-46, Ankara, 2015.
54. Tepe, Y., Ateş, A., Mutlu, E., Töre, Y., “Hasan Çayı (Erzin-Hatay) su kalitesi özellikleri ve aylık değişimleri”, *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23, 149-154, 2006.
55. Dönderici, Z. S., Dönderici, A., Başarı, F., “Kaynak sularının fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma”, *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 67(4), 167-172, 2010.
56. Gümüş, N. E., “Akarçay Akarsu (Afyonkarahisar) su kalitesi ve ağır metal kirliliğinin belirlenmesi”, *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 120-127, 2021.
57. Özgün, H., “Oksidasyon ve filtrasyon aşamalarında suların mangan giderimini etkileyen bazı faktörlerin araştırılması”, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.6, İstanbul, 2007.
58. Roccaro, P., Barone, C., Mancini, G., Vagliasindi, F. G. A., “Removal of manganese from water supplies intended for human consumption: a case study”, *Desalination*, 210 (1-3), 205-214, 2007.
59. Özger, H., “Kars ili Sarıkamış ilçesi içme suyu arıtma tesisi su kalitesinin mevsimsel değişiminin incelenmesi”, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.33, 2019. Erzurum.

60. Ormancı, T., “İçme suyunda fulvik asit varlığında Fe(II) ve Mn(II)’nin batık membran sistemiyle giderilmesi”, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.3-5, İstanbul, 2011.
61. Kaplan, M., Sönmez, S., Tokmak, S., “Antalya-Kumluca yöresi kuyu sularının nitrat içerikleri”, *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 23, 309-313, 1999.
62. Dişli, M., Akkurt, F., Alicılar, A., “Şanlıurfa Balıklıgöl suyunun fiziksel parametreler yönüyle değerlendirilmesi”, *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 18(4), 81-88, 2003.
63. Avcı, B., “Doğal kaynak sularında sertlik, iletkenlik ve askıda katı madde gideriminin araştırılması”, *Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.5-6, Bursa, 2021.
64. Boysan, F., Şengörür, B., “Su sertliğinin insan sağlığı için önemi”, *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 13(1), 7-10, 2009.
65. Özyonar, F., Karagözoğlu, B., Atmaca, E., “İçme suyundan elektrokoagülasyon prosesi ile doğal organik madde giderimi”, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 27(4), 309-316, 2011.
66. Gümüş, D., Akbal, F., “Removal of natural organic matter in drinking waters and prevention of trihalomethanes formation”, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Sigma 31, 529-553, 2013.
67. İnternet: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, “2018 Asit Yağmurları Teknik Raporu”.
- <https://mgm.gov.tr/FILES/genel/raporlar/asityagmurlariteknikraporu.pdf>
68. Doğar, M. M., “Adana ilinde içilen içme sularının alüminyum düzeylerinin belirlenmesi”, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.4-18, Ankara, 2018.
69. Kant, C., Kızıloğlu, T., “Asit yağmurlarının canlılar üzerine etkileri”, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 217-221, 2003.

70. Akgiray, Ö., “İçme suyu arıtma teknolojileri”, *Tesisat Dergisi*, 2003.
71. Yavuz, C.I., Vaizoğlu, S.A., Güler, Ç., “İçme Suyunda Alüminyum”, *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 12(5), 589-596, 2013.
72. Dölgen, D., Sarptaş, H., Alpaslan, M. N., “Merkezi içme ve kullanma suyu arıtma sistemlerinde uygulanan yöntemlerin değerlendirilmesi: İzmir örneği”, *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu*, 391-402, 2009.
73. Gürsakal, H., “İçmesuyu arıtma tesisleri yapımında proje yönetimi”, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, s.42, İstanbul, 2007.
74. İnternet: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, “Kartalkaya Baraj Gölü Havza Koruma Planı”.
- <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/Kartalkaya%20Baraj%20G%C3%B6l%C3%BC%20Havza%20Koruma%20Plan%C4%B1.pdf>
75. İnternet: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, “Elmalı 1-2 Barajı Havzası Koruma Planı”.
- <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/elmal%C4%B1%20duyuru/Elmal%C4%B1%201-2%20Baraj%C4%B1%20Havzas%C4%B1%20Taslak%20Koruma%20Plan%C4%B1.pdf>

EKLER

EK-1 Balıkesir Merkez İçme Suyu Arıtma Tesisi Veri Kullanım İzni



T.C.
BALIKESİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
Baski Genel Müdürlüğü
Arıtma Tesisleri Dairesi Başkanlığı



Sayı : 91830588-600-19128
Konu : bilgi belge talebi

25/08/2020

Sayın Hüseyin GEDİKOĞLU

İlgi : 25.08.2020 tarihli ve sayılı yazınız

İlgi yazıda, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi öğrencisi için yüksek lisans tezine esas her biri en az 3 yılı (2017-2018-2019) kapsayan İkizcetepeler Barajı verileri, hamsu ve arıtılmış su temel parametre ve laboratuvar analiz sonucu verileri istenmektedir.

Söz konusu veriler ekteki CD'de gönderilmiştir.
Bilgilerinizi arz ederim.

(e-İmzalıdır)
Erdoğan GÜZGÜN
Genel Müdür Yardımcısı

Ek: 1- CD (1 Adet)

