

ÇANKIRI KARATEKİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORTA TUZLU SU ARITIMININ TEORİK VE DENEYSEL OLARAK
İNCELENMESİ

Ruya Najat Abdulrahman ABDULRAHMAN

KİMYA ANABİLİM DALI

ÇANKIRI
2024

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Ruya Najat Abdulrahman ABDULRAHMAN tarafından hazırlanan “Orta Tuzlu Su Arıtımının Teorik ve Deneysel Olarak İncelenmesi” adlı tez çalışması 15/01/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ruken Esra DEMİRDÖĞEN

Eş Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Ghassan Hussein ALI

Jüri Üyeleri :

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Ruken Esra DEMİRDÖĞEN
Kimya Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza TÜFEKÇİ
Kimya Anabilim Dalı
Çankırı Karatekin Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. İbrahim Ender MÜLAZIMOĞLU
Kimya Anabilim Dalı
Necmettin Erbakan Üniversitesi

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hamit ALYAR

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum **“Orta Tuzlu Su Arıtımının Teorik ve Deneysel Olarak İncelenmesi”** konulu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı, tezin içerdiği yenilik ve sonuçları başka bir yerden almadığımı, tezde kullandığım eserleri usulüne göre kaynak olarak gösterdiğimi, tezin Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’nden başka bir bilim kuruluna akademik amaç ve unvan almak amacıyla vermediğimi ve bu çalışmanın Çankırı Karatekin Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını, “intihal içermediğini” beyan ederim. Çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması halinde ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm. Çankırı Karatekin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim (15/01/2024).

Ruya Najat Abdulrahman ABDULRAHMAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ORTA TUZLU SU ARITIMININ TEORİK VE DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Ruya Najat Abdulrahman ABDULRAHMAN

Çankırı Karatekin Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ruken Esra DEMIRDÖĞEN
Eş Danışman: Asst. Prof. Dr Ghassan Hussein ALI

Dünya nüfusunun hızla artması ve bu nüfusun sürdürülemez şekilde üretim (sanayi ve zirai), tüketim ve yaşam faaliyetlerini yürütmesi nedeniyle mevcut su kaynaklarında canlı ve çevre sağlığı açısından tehdit oluşturan kirliliğe su kaynaklarının kaybedilmesine neden olmuştur. Dünya Bankası verilerine göre ülkelerin evrensel güvenli su ve sanitasyon sağlamak için harcamalarını dört katına çıkartarak yılda 150 milyar ABD Doları harcamak zorunda olduğunu ve temiz suyun yüksek maliyetinin, ülkelerin Birleşmiş Milletler'in 2030 yılına kadar herkes için güvenli ve uygun fiyatlı sanitoryona erişim sağlama Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ni gerçekleştirme hedefini tehlikeye attığını belirttiğini bildirmiştir. Irak, Kerkük'te su kaynaklarının inorganik ve organik kirlleticilerle kontamine olması nedeniyle sorun yaşandığı bilinmektedir. Su kirliliğinin kanser, nörolojik bozukluklar, kardiyovasküler hastalıklar, solunum, dolaşım ve sindirim sistemi hastalıkları gibi hastalıklara neden olduğu göz önünde bulundurulduğunda su kaynaklarımızın temiz tutulması ve kirli su kaynaklarımızın ekoverimli şekilde temizlenerek kullanılabilir hale getirilmesinin birinci derecede önem arz ettiği görülmektedir. Bu çalışma, Kerkük ilinde bulunan Zab Nehrinin su arıtma işleminden önce ve sonra fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Filtrasyon aşamalarında ve su nihai kullanıcıya ulaştıktan sonra ham nehir suyundan örnekler alınmıştır. Tesisin performansını değerlendirmek için alınan su numunelerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik testler yapılmış ve filtrasyondan sonra elde edilen suyun standart içme suyunun sağlaması gereken kriterlere uygun olup olmadığı belirlenmiştir. İncelenen istasyonda su sıcaklığının 24,8-27,8°C; elektriksel iletkenliğinin 54,2-747,8 $\mu\text{S.cm}^{-1}$, bulanıklık oranının 0,0-0,04 NTU, toplam çözünmüş katı madde derişimi 27,1-373,5 mg.L^{-1} , pH değerinin 6,4-10,4, toplam su sertliğinin 21,0-89,5 mg./L^{-1} aralığında değiştiği görülmüştür. İncelenen numunelerde klorür iyon derişiminin 18,0-44,3 mg.L^{-1} sülfat derişiminin ise 1,6-26,2 mg.L^{-1} , sodyum derişiminin 4,70-37,2 mg.L^{-1} , potasyum derişiminin 0,20-1,20 mg.L^{-1} , kalsiyum derişiminin 14,1-63,3 mg.L^{-1} ve NaCl derişiminin 0,1-0,8 mg.L^{-1} aralığında değiştiği belirlenmiştir. Bu değerlerin de risk oluşturmadığı belirlenmiştir. İncelenen numunelerde yapılan biyolojik testlerde *E. coli* sayımı yapılmış ve toplam bakteri sayısı belirlenmiştir. Ancak elde edilen sonuçların

Dünya Sağlık Örgütü'nün yönergelerinin dışında kaldığı belirlenmiştir. Uygulanan filtrasyon işleminin su numunelerinin fiziksel özellikleri (sıcaklık ve bulanıklık) üzerindeki daha az etkili olduğu ancak, toplam çözünmüş katı, NaCl, elektriksel iletkenlik, pH, toplam sertlik, sodyum, potasyum, kalsiyum ve klorür iyonları değişimleri açısından daha önemli iyileştirme sağladığı belirlenmiştir.

2024, 69 sayfa

ANAHTAR KELİMELEER: Su arıtma, Ters osmoz, Elektriksel iletkenlik, Toplam sertlik, Toplam bakteri



ABSTRACT

Master of Science Thesis

THEORETICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF MODERATE SALINITY WATER TREATMENT

Ruya Najat Abdulrahman ABDULRAHMAN

Çankırı Karatekin University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Chemistry

Advisor: Asst. Prof. Dr Ruken Esra DEMİRDÖĞEN

Co-Advisor: Asst. Prof. Dr Ghassan Hussein ALI

The rapid increase in the world population and the unsustainable production (industrial and agricultural), consumption and living activities of this population caused a considerable pollution in the existing water resources which poses a threat to living and environmental health, has caused the loss of water resources. According to World Bank data, countries have to quadruple their spending to US\$150 billion annually to provide universally safe water and sanitation, and the high cost of clean water means countries have access to safe and affordable sanitation for all by 2030, according to the United Nations' Sustainable Development Goal. It is known that there are problems in Kirkuk, Iraq, due to the contamination of water resources with inorganic and organic pollutants. Considering that water pollution causes diseases such as cancer, neurological disorders, cardiovascular diseases, respiratory, circulatory and digestive system diseases, it is of primary importance to keep our water resources clean and to clean our dirty water resources in an eco-efficient way and make them usable. Hence, in this study the Zab River in the city of Kirkuk was used as the water source. This study was carried out for to develop a treatment system to be used in the water treatment process in a drinking water treatment plant in the region where the Zab River is used as a water source in the city of Kirkuk and for to evaluate the performance of this developed system. Samples were taken from the raw river water during the filtration stages and after the water reached the end user. In order to evaluate the performance of the facility, physical, chemical and biological tests were carried out on the water samples taken and it was determined whether the water obtained after filtration complies with the criteria that standard drinking water should provide. The water temperature of water samples obtained from the investigated station was 24.8-27.8°C; electrical conductivity ranged between 54.2-747.8 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, turbidity rate ranged between 0.0-0.04 NTU, total dissolved solids concentration ranged between 27.1-373.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, pH value ranged between 6.4-10.4. It was observed that the total water hardness ranged from 10.4 to 21.0-89.5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. In the samples examined, the chloride ion concentration ranged between 18.0-44.3 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, the sulfate concentration ranged between 1.6-26.2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, the sodium concentration ranged between 4.70-37.2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, the potassium concentration ranged between 0.20-1.20 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, calcium concentration ranged between 14.1-63.3 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ and NaCl concentration ranged between 0.1-0.8 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. It was determined that

these values do not pose a risk. E. coli counts were made in the biological tests performed on the examined samples and the total number of bacteria was determined. However, it was determined that the results obtained were outside the guidelines of the World Health Organization. It was determined that the applied filtration process had less effect on the physical properties (temperature and turbidity) of the water samples, but provided more significant improvement in terms of total dissolved solids, NaCl, electrical conductivity, pH, total hardness, sodium, potassium, calcium and chloride ions concentrations.

2024, 69 pages

Keywords: Water treatment, Reverse Osmosis, Electrical conductivity, Total hardness, Count bacteria



ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi RukenEsra DEMİRDÖĞEN'e sabrı, rehberliği ve anlayışı için teşekkür ederim.

Ruya Najat Abdulrahman ABDULRAHMAN

Çankırı, Ocak 2024



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	4
2.1 Su Kirliliği.....	4
2.1.1 Doğal Kirlilik.....	4
2.1.2 Kimyasal Kirlilik	4
2.1.3 Mikrobik Kirlilik	4
2.2 Su Kirliliğinin Temel Nedenleri.....	5
2.2.1 Pestisitler ve Herbisitler	5
2.2.2 Endüstriyel atık sular	5
2.2.3 Kanalizasyon atık sular	6
2.2.4 Petrol kirleticileri.....	7
2.3 İçme Suyun Filtrelemek ve İyileştirmek.....	7
2.4 Su Dağıtım Şebekesinin Sorunları.....	8
2.5 Su Arıtımında Kullanılan Esas İşlemler	9
2.5.1 Hızlı filtrasyon.....	9
2.5.2 Aktif karbon ile adsorpsiyon	10
2.5.3 Mikrofiltrasyon	10
2.5.4 Ultrafiltrasyon.....	11
2.5.5 Dolomit.....	11
2.5.6 Ters osmoz.....	11
2.5.7 Dezenfeksiyon.....	12
2.6 Suyun Fiziksel Parametreleri.....	12

2.6.1 Sıcaklık	12
2.6.2 İletkenlik.....	13
2.6.3 Toplam Çözünmüş katılar (TDS).....	13
2.6.4 Sodyum klorür (NaCl).....	13
2.6.5 Bulanıklık	13
2.7 Suyun Kimyasal Parametreleri	14
2.7.1 pH.....	14
2.7.2 Sülfat (SO ₄).....	14
2.7.3 Klorür	15
2.7.4 Toplam Sertlik	16
2.7.5 Sodyum (Na).....	16
2.7.6 Potasyum (K).....	17
2.7.7 Kalsiyum (Ca)	17
2.8 Suyun Bakteriyolojik Özellikleri.....	18
2.8.1 <i>E. coli</i>	18
2.8.2 Toplam Bakteri Sayısı	19
2.9 Alevli Emisyon Spektrofotometresi.....	19
2.9.1 Çalışma prensibi	20
2.9.2 Cihazın kısımları.....	21
3 MATERYAL VE METOT	23
3.1 Materyal.....	23
3.1.1 Araştırma alanı	23
3.1.2 Su numunelerinin alınması	23
3.1.3 Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar	24
3.2 Metod	25
3.2.1 Sıcaklık	25
3.2.2 Elektriksel iletkenlik.....	25
3.2.3 Toplam çözünmüş katılar	25
3.2.4 Sodyum klorür (NaCl).....	26
3.2.5 Bulanıklık	26
3.3 Suyun Kimyasal Özelliklerinin Tayini.....	26
3.3.1 pH fonksiyonu	26

3.3.2 Toplam sertlik	26
3.3.3 Klorür iyon tayini	27
3.3.4 Sülfat iyon tayini	27
3.3.5 Sodyum (Na)	28
3.3.6 Potasyum(K)	29
3.3.7 Kalsiyum (Ca)	29
3.4 Su Örneklerinin Bakteriyolojik Tayini	31
3.4.1 Toplam bakteri sayısı tayini (TPC)	32
3.4.2 <i>Escherichia coli</i> Tayini	32
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	34
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	57
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	69

SİMGELER DİZİNİ

C	Santigrat derece
NaCl	Sodyum klorür
AgNO ₃	Gümüş nitrat
K ₂ CrO ₄	Potasyum kromat
Na ₂ EDTA	Di sodyum etilendiamin tetraasetik asid
Fe	Demir
mm	Milimetre
ppm	Milyonda bir
µs /cm	Mikrosiemens /santimetre
NTU	Nefelometrik bulanıklık birimi
pH	Hidrojen iyonu durumu
Mg/L	Miligram/litre

KISALTMALAR DİZİNİ

AKM	Askıda katı maddeler
WHO	Dünya sağlık örgütü
APHA	Amerikan halk sağlığı kuruluşu
EPA	Çevre koruma ajansı
<i>E. COLI</i>	<i>Escherichia coli</i>
FES	Flam emisyon spektrofotometresi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
RO	Ters ozmoz
ASTM	Amerikan madde derneği
TDS	Toplam çözünmüş katılar
TH	Toplam sertlik
EC	Elektriksel iletkenlik

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Elemente bağlı olarak edilen alev renkleri.....	20
Şekil 2.2 Uyarılmış halden temel duruma dönme hali.....	20
Şekil 2.3 Alev emisyon spektrofotometresinin genel şeması.....	21
Şekil 2.4 Alev fotometresinin şematik gösterimi.....	22
Şekil 3.1 Araştırma alanı.....	24
Şekil 3.2 Sülfat iyon kalibrasyon eğrisi	28
Şekil 3.3 Sodyum iyon Kalibrasyon eğrisi.....	29
Şekil 3.4 Kalsiyum iyon Kalibrasyon eğrisi	30
Şekil 3.5 Alev fotometresi	30
Şekil 3.6 Bakteriyolojik analizde kullanılan membran filtrasyon sisteminin bir diyagramı	31
Şekil 3.7 Analizden önce membran filtrasyon sistemini sterilize edilmesi	31
Şekil 3.8 Besin Agarda Gelişen Toplam Aerobik Bakteriler	32
Şekil 3.9 Agarda İncelenen E. coli Şüpheli Koloniler	33
Şekil 4.1 Su grupları arasında fiziksel parametrelerin ortalama seviyelerinin karşılaştırılması.....	41
Şekil 4.2 Su grupları arasında kimyasal parametrelerin ortalama düzeylerinin karşılaştırılması.....	48
Şekil 4.3 İşlem süresi ve fiziksel parametrelerin ortalama düzeylerinin karşılaştırılması	50
Şekil 4.4 Üretim ve musluk suyu arasındaki ortalama TPC, E. coli parametrelerinin karşılaştırılması (1)	55
Şekil 4.5 Üretim ve musluk suyu arasındaki ortalama TPC, E. coli parametrelerinin karşılaştırılması (2)	55

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Amerikan standartlarına göre klorür konsantrasyonu bazında suyun sınıflandırılması	16
Çizelge 2.2 Irak ortamının bazı koşullarının ülserli sınırları ve Uluslararası Dünya Örgütü'nün İçme Suyu Kotası tanımları göstermektedir	18
Çizelge 3.1 Kullanılan kimyasallar ve tedarik eden firmalar	24
Çizelge 3.2 Kullanılan cihazlar	25
Çizelge 4.1 ANOVA testi ile su grupları ve fiziksel parametrelerin ortalama seviyelerinin karşılaştırılması 1	34
Çizelge 4.2 ANOVA testi ile su grupları ve fiziksel parametrelerin ortalama seviyelerinin karşılaştırılması 2	34
Çizelge 4.3 ANOVA testi ile su grupları arasında kimyasal parametrelerin ortalama seviyelerinin karşılaştırılması	42
Çizelge 4.4 Anova testi ile fiziksel parametrelerin ortalama düzeyleri ile işlem süresinin karşılaştırılması 1	49
Çizelge 4.5 Anova testi ile fiziksel parametrelerin ortalama düzeyleri ile işlem süresinin karşılaştırılması 2	49
Çizelge 4.6 ANOVA testi ile TPC, E. coli parametrelerinin ortalama düzeylerinin üretim ve çeşme suyu arasında karşılaştırılması	51
Çizelge 4.7 ANOVA testi ile aylar arası Toplam bektrie sayısı ve <i>E. coli</i> parametrelerinin ortalama düzeylerinin karşılaştırılması	56

1. GİRİŞ

Su, yaşamın temel unsuru ve canlı hücrenin bileşimine giren en önemli bileşendir. Bu nedenle çeşitli yaşam, sağlık ve kalkınma açısından en önemli unsur olduğundan sosyo-ekonomik gelişme, enerji ve gıda üretimi, sağlıklı ekosistem ve insan yaşamının devamı açısından çok önemli rol oynamaktadır (Tsakiris and Alexakis 2012). Su kalite standartlarının yükselmesi ve kuraklığın, nüfusun ve iklim değişikliği tehditlerinin artması nedeniyle dünyada temiz suya olan talep her geçen gün daha da artmaktadır (Lee and Schwab, 2005). Modern toplumun gelişimi suya önemli derecede bağlıdır (Pimentel *et al.* 2004).

Dünya yüzeyinin ~%71'i su ile kaplı olduğu halde bu suyun sadece %2,5-3 gibi çok küçük bir kısmı tatlı su, geri kalanı tuzludur ve deniz tabanlıdır. Ayrıca, bu %3'lük kısmın da üçte ikisi glasiyerlerde ve kar olarak saklı olduğundan kullanılamaz durumdadır. Tatlı suyun kalan üçte birlik kısmı insan tüketimine uygun olmakla birlikte dünya genelinde insanların gıda, sağlık, temizlik, içme, vb. temel ihtiyaçlarına yetmesi beklenmektedir. Bunun yanı sıra tatlı su kaynaklarının da sadece %1'i kullanılabilir su kaynaklarında bulunurken (nehirlerde, göllerde ve yeraltı sularında) (Adu-Manu *et al.* 2017). geri kalan kısmı kutup buzullarında, yeraltı kuyularında ve akiferlerinde bulunmaktadır. Bununla birlikte mevcut tatlı suyun yalnızca %0,036'sı kullanım için uygundur (Jayaswal *et al.* 2018).

İklim değişikliği ve çölleşmenin yanı sıra hızla artan nüfus, izlenen sürdürülemeyen üretim, tüketim ve yaşam modellerinin yanı sıra tüm sektörlerin suya olan talebinin artması zaten kısıtlı olan su kaynaklarının kalite ve miktar açısından zor bir duruma sokmuştur. Örneğin, son 70 yılda dünya nüfusu üç kat artarken su ihtiyacı altı kat artmıştır. Yani temiz su ihtiyacı nüfus artışından daha büyük bir hızla artmaktadır. Ayrıca Birleşmiş Milletlerin tahminine göre 2025 yılına kadar 8 milyar olması beklenen dünya nüfusunun 5 milyarının su kıtlığı çekeceği ve temel ihtiyaçlarını (sağlık, beslenme, vb.) bile karşılayabilecek miktarda su bulamayacağını öngörülmektedir. Bu durum temiz su kaynaklarına erişimin dünya genelinde güvenlik açısından da risk

oluşturabileceğini hatta tehdit arz edip savaşlara neden olabileceğini işaret etmektedir. Bu ciddi baskılar sosyo-ekonomik, politik, sağlık ve güvenlik sorunu olarak da algılanan "su krizi" olarak ifade edilen soruna neden olmuştur (Egbueri *et al.* 2020).

Bu nedenle su krizinin zmlenerek insanların temiz suya erişimlerinin bulunmasının, 2010 temmuz ayında yapılan Birleşmiş Milletler Genel Toplantısında sağlık ve insan hakları kapsamı altına alınmış ve herkesin yeterli miktarda (kişi başına günde 50-100 litredir) temiz suya erişiminin sağlanması gerektiği bildirilmiştir. Ayrıca su kaynağına fiziki erişimin uygun olması (su kaynağının evin çevresinde 1000 metrelik alan içinde olması ve toplama süresinin 30 dakikayı geçmemesi) ve bunun da maliyet etkin şekilde olması (toplam maliyetinin ailenin gelirinin %3'nden fazla olmaması) gerektiği de belirtilmiştir çünkü su krizini aşmanın ciddi bir ekonomik yönü de bulunmaktadır. TEPIC, Meksika (Thomson Reuters Vakfı) Dünya Bankası verilerine göre ülkelerin evrensel güvenli su ve sanitasyon sağlamak için harcamalarını dört katına çıkararak yılda 150 milyar dolar harcamak zorunda olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, su kirliliğinin neden olduğu hastalıkların iyileştirilmesi nedeniyle ve hasta kişilerin bulundukları toplumların üretim ve iç gücüne katılamamaları nedeniyle olan giderler ise kirli suların temizlenme giderinden çok daha fazladır. Kirli su kaynaklarındaki kirleticilerin giderilmesi, kirleticilerin bu ortamlarda neden olduğu yıkımı, su ortamı biotasını kurtaramayabilir. Bu da gıda döngüsü dhil doğal dengeleri olumsuz yönde etkileyerek geri dönüşü zor sorunlara neden olmaktadır. Kirli suların neden olabildiği bu olumsuzluklar da göz önünde bulundurularak ülkelerin Birleşmiş Milletler'in 2030 yılına kadar herkes için güvenli ve uygun fiyatlı sanıtasyona erişim sağlama Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi'ni gerçekleştirme hedefini tehlikeye attığı bildirmiştir.

Temiz su sorununa sürdürülebilir bir yaklaşım da geri dönüşüm veya kirli sulardan temiz su geri kazanımıdır. Yüksek verimliliğe sahip çeşitli arıtım yöntemleri geliştirilmiştir. Ancak temiz su elde edilmesinde geleneksel su/atık su muamelesi teknolojileri ve malzemelerin (aktif karbon, aktif sla, nanofiltrasyon, revers osmoz membranlar, vb.) farmastikleri kişisel bakım ürünleri, yüzey aktif maddeler, yağlar, farklı kimyasallar vb. kompleks ve komplike şekilde kirlenmiş olan suların muamele edilmesinde yeterli performansı sağlayamadıkları görülmüştür ve mevcut çalışmalar

tüm ihtiyaç sahipleri için su kalite standartlarına uygun su temin etmeye yetecek uygulamalar sunmamaktadır (Weber, 2002). Daha verimli, daha etkili su arıtma teknolojisine duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artıyor. Alternatif yöntemler, alternatif malzemelerin kullanımı artan öneme sahiptir (Dinka, 2018).

Suyun kalitesinin arttırılması yani suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametrelerinin uluslararası belirlenmiş standartlara kavuşturulması açısından mikro- ve nano- filtrasyon ve revers osmoz gibi membran proseslerin (basınçla çalışan proseslerin) etkinliğinin yüksek olduğu bildirilmektedir (Ahmad *et al.* 2004).

Bu çalışmanın amacı, belirli örnekleme noktalarında alınacak suyun fizikokimyasal ve Bakteriyolojik yönden İçme Suları Standartlarına uygunluğunu araştırmak ve İnsan sağlığı açısından potansiyel bir risk oluşturunp oluşturmadiğının tespit edilmesi, Mevcut bazı kirletici madde türlerinin belirlenmesi ve sudaki bazı değişikliklerin incelenmesi amacıyla yapılmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1 Su Kirliliği

Su kirliliği, insan faaliyetlerinden do layı suyun fiziksel, kimyasal veya bi-yolojik özelliklerinde meydana gelen olumsuz değişim şeklinde tanımlanmaktadır. Atık suların önceden arıtılmadan deşarj edilmesinin tarımı, su yaşamını etkilediği bilinmektedir (de Medeiros *et al.* 2021).

Su kirliliğinin çeşitleri 3 kategoriye ayrılabilir.

2.1.1 Doğal Kirlilik

Suyun özelliklerinin değişmesi sonucu oluşur. Buharlaşmaya bağlı artan su tuzluluğu gibi veya sıcaklıkta bir değişiklik, inorganik maddelerden veya alg, plankton ve çürüyen malzeme gibi organik maddelerde arttırmak. (Kuloğlu *et al.* 2020).

2.1.2 Kimyasal Kirlilik

Endüstriyel çiftliklerde ve enerji santrallerinde seri üretim olması nedeniyle su kaynaklarına çok fazla kimyasal akışı olmaktadır. Metaller, çözücüler fabrikalardan suya verilir, suyu kirletir. Kimyasal kirleticiler arasında organik veya inorganik bileşikler bulunmaktadır.

2.1.3 Mikrobik Kirlilik

Arıtılmamış suyun içerisindeki mikroorganizmaların sebep olduğu bir kirliliktir. Kolera, tifo gibi ciddi hastalıklara sebep olabilen zararlı bakteri veya virüslerdir. Varlığı, sıcaklık ve insan faaliyetleri gibi birçok faktör tarafından belirlenmektedir (Appannagari 2017).

2.2 Su Kirliliğinin Temel Nedenleri

Belediyelerin kanalizasyon ve katı atıkları, endüstri ve ticari faaliyetler sonucu oluşan sıvı veya katı atıklar, toksik maddeler, tarımsal gübre ve ilaçlar (pestisitler) ve hayvansal atıklar, su kirliliğine neden olan temel kirleticilerdir. Su kirliliğinin temel nedenleri pestisit ve herbisitler, endüstriyel atık sular, kanalizasyon atık sular ve petrol kirleticileri olarak dört ana başlık altında incelenmektedir.

2.2.1 Pestisitler ve Herbisitler

Yabancı otları ve zararlıları kontrol etmek için herbisitler ve pestisitler kullanılır. Her ikisi de su kirliliğine katkıda bulunur. Bu pestisitlerin bazıları organoklorlar gibi çok kalıcıdır ve uzun süreler boyunca (birkaç yıla kadar) çevrede kalırlar. Bununla birlikte, bu özellik, pestisitlerin bazı koşullar altında su kaynaklarına girecek kadar uzun süre kalması ve suda yaşayan organizmalar üzerinde daha uzun süre toksisiteye neden olmaya devam etmesi anlamına gelir. Uygulama alanlarından gelen pestisitler, yıkayabildikleri için yağış ve sulama ile farklı su kütlelerine ulaşırlar. Farklı herbisitler, su kaynaklarına girme potansiyelleri açısından büyük farklılıklar gösterir. Bazı herbisitler, yağış veya sulama suyu ile çözeltiye girecek kadar suda çözünür. Nispeten çıplak bir toprak yüzeyine uygulandıklarında, aşağı doğru sızabilir veya toprak parçacıklarının erozyonu ile hareket edebilirler. Bu olaylardan herhangi birinin meydana gelme derecesi hem toprağın hem de herbisitinin çeşitli fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlıdır. Bu pestisitler omurgasızlarda ve balık türlerinde biyolojik olarak birikebilir ve besin zincirinden kuşlara ve nihayetinde insanlara geçebilir (Anju *et al.* 2010).

2.2.2 Endüstriyel atık sular

Endüstriyel atık su, sadece petrol ve gaz veya madencilik ve kimyasal üretim şirketlerinin bir yan ürünü değil, aynı zamanda yiyecek ve içecek işleme endüstrilerinin bir yan ürünü olup, bu endüstriyel atıklar suyu, havayı ve toprağı kirleterek büyük çevresel tahribatlara neden olmaktadır. Ağır metaller, doğada kalıcı ve biyolojik olarak

parçalanamayan başlıca su kirleticilerinden biridir. İnsan ve su yaşamı ile tarım üzerinde tehlikeli etkileri olan birçok kirletici içerir. Bu tür kirleticiler arasında alkanlar ve kloroalkanlar gibi, petrokimya endüstrileri tarafından üretilen bir dizi zayıf refrakter kirletici atıksuda mevcuttur (Azimi *et al.* 2017).

Termal kirlilik olarak adlandırılan farklı bir endüstriyel kirlilik türü vardır oda çevre suyunun sıcaklığını değiştiren herhangi bir işlem ile suyun kalitesinin bozulmasıdır. Termal kirliliğin yaygın sebebi kaynağı fabrikalar ve elektrikli santraller olan soğutucu sulardır. Su soğutucu olarak kullanıldığında, doğal çevreye yüksek sıcaklıklarda geri döner. Bu sıcaklık değişimi oksijen miktarını düşürür ve ekosistemin yapısını etkiler. Belli bir sıcaklık aralığına adapte olmuş balık ve diğer organizmalar, sudaki ani bir sıcaklık değişimi ile hem hızlı bir yükselişte hem de düşüşte, ölebilirler. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre (WHO), hastalıkların yaklaşık %80'i su kaynaklıdır. Endüstriyel atık suların yarattığı çevre ve sağlık sorunlarını ele almak için, su tasarrufu için geri dönüştürülebilmesi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik yollarla yeterli arıtma ile toksisitesini ortadan kaldırmak kesinlikle gereklidir (Madhav *et al.* 2020).

2.2.3 Kanalizasyon atık sular

Kanalizasyon atıksuları evsel faaliyetlerden kaynaklanan deşarjları içerir. Evler, okullar, hastaneler, oteller, restoranlar vb. yerlerden üretilen atıksular. Vücut atıkları içeren atıksular kanalizasyona girer. Fabrikalardan ve endüstriyel tesislerden kaynaklananlar gibi ticari faaliyetlerden üretilen diğer tüm atık su türleri kanalizasyon dışı atık su olarak adlandırılır. Kanalizasyon atıkları, kimyasal, fiziksel ve biyolojik kirleticiler ve bazı bakteriler içerir. Şehir ve kasabalardan gelen tüm kanalizasyonların bir tür patojen içermesi ve potansiyel olarak halk sağlığına doğrudan bir tehdit oluşturması muhtemeldir. Bozulabilir organik madde, su kalitesi için farklı türde bir tehdit oluşturur. Organikler, bakteriler ve diğer mikroorganizmalar tarafından kanalizasyonda doğal olarak parçalandığından, suyun çözünmüş oksijen içeriği tükenir. Anaerobik organizmalardaha sonra organik atıkları metabolize ederek, metan ve hidrojen sülfür gibi yaşam biçimlerine zararlı gazları serbest bırakırlar (Shah 2017).

2.2.4 Petrol kirleticileri

Çevreye en büyük zararlardan biridir ve yerel ekosistemlerde hem kısa hem de uzun vadeli yan etkilere neden olabilir. Petrol kirliliği, dizel, yakıt ve diğer petrol bazlı ürünlerin denize dökülmesi, kazaları ve sızıntıları yoluyla gerçekleşir. Ham petrol çok sayıda kimyasal ve ağır metaller içerir bataklık ve gelgit altı çökellerine bir kez sızdığında, on yıllarca orada kalarak bataklık bitki örtüsünü, deniz solucanlarını ve tortunun içinde, üzerinde veya yakınında yaşayan diğer suda yaşayan yaşam formlarını olumsuz yönde etkileyebilecektir. Bitki ve hayvanların beslenmesine doğrudan zarar verilmesi insan sağlığını da etkiler. Azot içeren bitki besin maddeleri, Sucul bitki yaşamının büyümesini destekleyen fosfor ve diğer maddeler suyun kokusuna, tadına ve bazen de rengine sahip olmasını sağlar. Sonuçta, bir su kütesinin ekolojik dengesi değiştirilir (Owa 2014).

2.3 İçme Suyun Filitrelemek ve İyileştirmek

Büyük miktarlarda kullanılan su, farklı dönemlerde uygar yaşam biçiminin vazgeçilmez bir parçası olarak kabul edilmiştir. Suyun kalitesi duyularla kontrol ediyordu: tat, koku, görünüm ve sıcaklık. Antik çağ boyunca, lezzetli veya tatsız, serin, kokusuz ve renksiz su en iyisi olarak kabul edildi ve durgun, bataklık sudan kaçınıldı. Bu fikirler antik çağın sonuna kadar devam etti. Yunanlılar ve Romalılar, kalite gereksinimlerini karşılamadığı takdirde suyun kalitesini iyileştirmek için Antik çağda çöktürme tankları, elekler, filtreler ve suyu kaynatma gibi farklı yöntemler kullandılar (Alig 2018).

Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra, Avrupa'da su temini sistemlerinde köklü değişiklikler yaşandı. Sanayileşmenin başlaması ve buna bağlı olarak şehirlerin büyümesi, halk sağlığı ve çevre sorunlarının şehir yönetimlerini eskisinden daha fazla ezdiği ve yeni teknolojinin genellikle çözüm olarak görüldüğü bir durum yarattı (Judd *et al.* 2001).

Yüzyılda Büyük Britanya, modern su temini ve sanitasyon sistemlerinin öncüsü olarak görülüyordu, ancak yenilikler kısa sürede Almanya'ya, Avrupa'nın diğer bölgelerine, ABD'ye ve daha sonra başka yerlere de yayıldı. Yüzyıl boyunca, kolera, dizanteri, tifo ve ishal gibi birçok önemli hastalığın bulaşmasında suyun rolü anlaşıldı. Son kanıt, bu hastalıklara neden olan mikroplar keşfedildiğinde geldi. Özellikle kolera (Judd and Hillis 2001).

Yüzyılda, bir kasabanın tüm su kaynağının filtrelenmesi tanıtıldı ve 20. yüzyılın başlarında içme suyunun sistematik olarak klorlanması başladı (Abdulagatov *et al.* 2020).

Yüzyılın başlarında, klorlama ve diğer su arıtma tekniklerinin geliştirilip yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıyla, sanayileşmiş ülkelerde su kirliliğine bağlı sağlık sorunları çözülmüş gibi görünüyordu. Su temini ve sanitasyon seviyesinin, toplumun vatandaşlarının yaşam ortamını geliştirme sorumluluğunu üstlenme kapasitesi kadar zamana ve yere bağlı olmadığını göstermektedir (Shah 2017).

2.4 Su Dağıtım Şebekesinin Sorunları

Özel ağda, kalitesini ve özelliklerini olumsuz olarak dağıtan çeşitli sorunlar vardır, örneğin: Dağıtım cihazlarında bazı mikroorganizmaların büyümesine ve üremesineneden olan suda bulunan inorganik ve organik maddelerin türü ve oranı (Liu *et al.* 2016). Kalan klor miktarının yanı sıra, kimyasal işlemlerden veya alg ve bakteri türlerinden kaynaklanan korozyon sonucu şebekenin borularına zarar vermesi ve çözünmüş oksijenin tükenmesine neden olabilecek boruların iç korozyonunun yanı sıra su akış hızında bir azalmaya yol açar, bakteri üremesi Korozyon ürünlerinin birikmesine ve ardından boruların tıkanmasına neden olur (Cantor *et al.* 2003) ve ayrıca ağ boruları arasında gevşek bir bağlantıya yol açabilecek şekilde ağın dış çevresinde mikroorganizmalarla kontaminasyon oluşturur (Besner *et al.* 2011).

2.5 Su Arıtımında Kullanılan Esas İşlemler

2.5.1 Hızlı filtrasyon

Hızlı filtrasyon, tamamen fiziksel bir içme suyu arıtma yöntemidir. Hızlı kum filtreleri, nispeten büyük asılı parçacıkların hızlı ve verimli bir şekilde çıkarılmasını sağlar. Güvenli içme suyu sağlamak için, Hızlı kum filtreler yeterli ön arıtma (genellikle pıhtılaşma-flokülasyon) ve son arıtma (genellikle klor ile dezenfeksiyon) gerektirir. Hem inşaat hem de işletme maliyetlidir. Hızlı filtrasyon, arazinin güçlü bir şekilde sınırlayıcı bir faktör olduğu ve malzeme, vasıflı işgücü ve sürekli enerji kaynağının mevcut olduğu büyük miktarlarda suyun arıtılması için gelişmiş ülkelerde yaygındır. Doğru uygulandığı takdirde bulanıklığı gidermek için oldukça etkili bir yöntemdir. İyi çalışan bir Hızlı filtrasyon, bulanıklığı 1 NTU'nin altına ve genellikle 0,1 NTU'nun altına düşürür (WHO 1996).

Bu işlemler sırasında, filtre ortamında giderek daha fazla partikül birikir, bu da filtrelerin tıkanmasına ve performansın düşmesine neden olur. İlk filtreleme performansı, filtre yatağının temizlenmesiyle yeniden elde edilebilir. Bu genellikle geri yıkama yoluyla gerçekleştirilir: su akışı tersine çevrilir ve filtre yatağı kabartılır ve temizlenir.

Filtreler geri yıkanırken arıtılmış su kullanılmalıdır. Çoğu zaman, temizleme sürecini desteklemek için ek olarak hava enjekte edilir. Hava kullanılmıyorsa geri yıkamada su hızları filtre malzemesini %20-50 akışkanlaştırmak için yeterince yüksek olmalıdır. Geri yıkama sırasında iyi temizlenmeyen filtre malzemesinde zamanla topaklar ve çatlaklar oluşur. Sonuç olarak, filtrasyon verimliliği düşer ve çıkış su kalitesi bozulur. Hastalığa neden olan mikroorganizmalar bu çatlaklardan geçer ve filtreler tarafından iyi tutulmazlar (Akhmedova-Azizova *et al.* 2022).

2.5.2 Aktif karbon ile adsorpsiyon

İstenmeyen maddeleri sudan tamamen fiziksel bir şekilde uzaklaştıran aktif karbon ile adsorpsiyona odaklanmaktadır. Bütün sene süren tad ve koku problemlerine karşı daneli aktif karbon (“granular activated carbon=GAC”) kullanımı daha iktisadlıdır. Hızlı filtrelerdeki kumun bir kısmı veya tamamı yerine daneli aktif karbon yerleştirilebilir. Bu tip uygulamada aktif karbon hem bulanıklığı hem de organik menşeli tad ve kokuları giderme vazifesi görür. Diğer bir alternatif, hızlı filtrasyondan sonra ikinci bir filtrasyon kademesi olarak aktif karbon filtreleri inşa etmektir. Bu tür bir tesiste aktif karbon yatağı yeterince derin tutulursa, suyun aktif karbon ile temas süresi yüksek olacağı için daha çok miktarda organik madde tutulabilir. Kum filtreleri bulanıklığı giderir, aktif karbon filtreleri de çözünmüş organik maddeleri tutar. Bu arıtma usulü daha pahalı olmakla beraber, aktif karbon filtreleri daha çok miktarda ve daha çok çeşitte organik maddeyi tutacağı için daha iyi bir arıtma gerçekleştirilmiş olur. Ev ve işyerlerinde monte edilen küçük arıtma birimlerinde aktif karbon kloru tutmak (klor tadını ve kokusunu gidermek) için kullanılmaktadır. Bu gibi karbon filtrelerinde çok uzun süre veya çok miktarda organik madde tutulması beklenmemelidir. Aktif karbon filtresinin organik maddeleri tutma kapasitesi kalmadıktan sonra da kloru gidermeye devam eder. Yüksek klor konsantrasyonları ters osmoz membranlarına zarar verir. Bundan dolayı klorlu şebeke suyunu ham su olarak kullanan ters osmoz sistemlerinde ön arıtma olarak aktif karbon filtresi kullanılmaktadır (Bhatnagar *et al.* 2013).

2.5.3 Mikrofiltrasyon

Makromoleküllerin, kolloidlerin ve süspansiyon halindeki parçacıkların çözeltiden konsantre edilmesinde, saflaştırılmasında veya ayrılmasında yaygın olarak kullanılan basınçla çalışan bir ayırma işlemidir. Genellikle su arıtma işlemi için uygulanır. Farklı askıda katı maddeler veya koloidal bileşenler, bir giriş sıvısı akışından 0,1-2 bar aralığında uygulanan basınçlarla mikro gözenekli membrandan geçer. Standart bir MF membranı, 0,1 ila 10 mikron arasında gözenek boyutu aralığına sahiptir. Ultrafiltrasyon (UF), nanofiltrasyon (NF) ve ters ozmoz (RO) öncesi ön arıtma filtresi olarak membran bazlı prosesler. Diğer yüksek membran filtrasyonlarına kıyasla MF'de işletme basıncı en

düşük, akı en yüksek ve maliyet de en düşüktür. MF'de beklenen saflaştırma karşılanabildiği ve daha yüksek ayırma derecesinin daha önemli olduğu yerlerde, ultrafiltrasyon (UF)membranları, mikrofiltrasyon (MF)membranlarının yerini alır (Judd ve Hillis 2001).

2.5.4 Ultrafiltrasyon

Ultrafiltrasyon bir sıvı içindeki maddeleri bir basınç farkı yardımıyla uzaklaştırır. Mikrofiltrasyonun yalnızca sıvılardaki bakterileri azaltabildiği durumlarda, bir ultrafiltrasyon membranı sıvılardan çözülmemiş virüsleri de azaltabilir. Ultrafiltrasyonun membran filtresi, 0,01 ila 0,10 mikron büyüklüğünde gözenekler içerir. 0,5 ila 2,5 bar'lık gerekli bir basınçla, kirlenmiş sıvı membrandan preslenir. Sisteminin özelliklerinin başında kimyasal herhangi bir işlem kullanmadan arıtma işlemini gerçekleştirmesi gelir. Birçok farklı alanda primer işlem olarak kullanılan ultrafiltrasyon, özellikle yeryüzü ve yeraltı sularının arındırılması işleminde son derece kaliteli sular sağlanır (Konieczny *et al.* 2009).

2.5.5 Dolomit

Dolomit mineralleri, içme suyunun filtrasyonu için yaygın olarak kullanılır: ters ozmoz sisteminden sonra arıtılmış suyun pH değerini arttırmak. Filtrede su yukarıdan aşağıya doğru süzülürken dolomit minerali çözünerek suya kalsiyum, magnezyum ve karbonat gibi doğal mineraller sağlamaktadır (Aziz ve Smith, 1996).

2.5.6 Ters ozmoz

Bu arıtma yöntemi, tuzlu sudan (deniz suyu dahil) yüksek kaliteli içme suyu üretir. Ters ozmoz ile tuzluluk, sertlik ve diğer tüm katyonlar ve iyonlar, çözünmüş organ madde, renk, toplam çözünmüş katılar, Mikroorganizmalar vb. Kirleticiler ve neredeyse tüm istenmeyen maddeler Giderilebilir (Piemonte *et al.* 2015). Bu Süreçteki yüksek elektrik tüketimi ve maliyetine rağmen, Teknolojik gelişmeler sayesinde, ters ozmoz işletme

maliyetleri büyük ölçüde azaltılmıştır. Ters ozmoz cihazlarında kullanılan membranlar pahalı ve hassastır. Suda bulanıklık, askıda katı maddeler ve mikroorganizmalar Membranların hızla tıkanmasına neden olur ve yenileriyle değiştirilmesi gerekir. Membranları korumak ve bu arıtma yöntemini ekonomik hale getirmek için ön arıtma İşlemler gereklidir. Ön arıtma, çökertme, aktif karbon amacıyla Organik madde ve klor giderme, hızlı filtrasyon ve dezenfeksiyon gibi geleneksel işlemler kullanılmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte ters osmoz işlemi giderek daha ekonomik hale gelmekte ve İçme suyu arıtımında önemi giderek artmaktadır. Klasik işleme prosesleri (filtreleme gibi) ön arıtmada kullanıldıkları için önemini koruyacaktır (Jun *et al.* 2014).

2.5.7 Dezenfeksiyon

Sedimentasyon ve filtrasyon işlemleri sırasında sudaki mikroorganizmalar Çoğu ortadan kaldırılır. Su arıtma işleminin en son basamağı olan dezenfeksiyon işlemi, temiz su eldesinin en önemli basamağıdır. İşlemin amacı, içme ve kullanma sularındaki mikroorganizmaların yok edilmesidir. Dünyada en yaygın kullanılan dezenfektan serbest klordur (Jun *et al.* 2014).

2.6 Suyun Fiziksel Parametreleri

2.6.1 Sıcaklık

Sıcaklık, su kalitesini değerlendirirken dikkate alınması gereken önemli bir faktördür. Sıcaklık, kendi etkilerine ek olarak, diğer birçok parametreyi de etkiler ve suyun fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirebilir. Suyun sıcaklığı, suyun bazı önemli fiziksel özelliklerini etkiler: termal kapasite, yoğunluk, özgül ağırlık, viskozite, yüzey gerilimi, özgül iletkenlik, tuzluluk vb. Sıcaklık iklim faktörlerine ve çevresel etkilere bağlıdır. Örneğin endüstri atıkları, fabrika atıkları karışımı gibi. Suyun sıcaklığının değişimi kullanımlarına göre etkili olur (Krieger, 2003).

2.6.2 İletkenlik

Elektriksel iletkenlik sudaki çözünmüş katı madde konsantrasyonu ile ilgilidir. İletkenlik, suyun elektrik akımını iletme kapasitesini ölçer. İletkenlik göreceli bir terimdir ve Toplam Çözünmüş katılar (TDS) konsantrasyonu ile iletkenlik arasındaki ilişki, belirli bir su numunesine ve belirli bir Toplam Çözünmüş katılar konsantrasyon aralığında benzersizdir. Toplam Çözünmüş katılar konsantrasyonu ve sıcaklık arttıkça iletkenlik artar. Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliğine göre kalite sınıflandırmasında II. kalite su sınıfında yer almaktadır (Madhav *et al.* 2020).

2.6.3 Toplam Çözünmüş katılar (TDS)

Toplam çözünmüş katılar (TDS), mg/L olarak ifade edilen belirli bir su hacminde çözünen mineral, metal, organik madde ve tuz miktarını ifade eder. Özellikle su arıtma sistemlerinde suyun kalitesi ve saflığı ile doğrudan ilişkilidir (Sun *et al.* 2021).

2.6.4 Sodyum klorür (NaCl)

Deniz suyu tuzluluk oranına göre, tuzlu su ve tatlı su olarak ikiye ayrılmaktadır, buna ek olarak, çok küçük sularda dahi bulunsa bile konsantrasyon oranına göre bakteri gibi birçok organizmanın büyümesini veya üremesini etkilemede büyük rol oynar, çünkü yüksek tuzluluk konsantrasyonuna sahip olan sular proteinin parçalanması üzerinde çalışırken hayati faaliyetleri durdurur ve tuzluluk ile iletkenlik arasında doğrudan bir ilişki vardı (Al-Zughaiby *et al.* 2020).

2.6.5 Bulanıklık

Askıda katı madde içeren suyun ışık geçirgenliğinin bir ölçüsüdür. Sudaki bulanıklığa silt, kil parçalanmış, organik madde, plankton, demir, mangan ve bakteriler neden olabilir (Kitchener *et al.* 2017). Çevresel açıdan bulanıklık 3 nedenden dolayı önemlidir. Öncelikle; estetik açıdan kullanımdan kaçınılması, ikincisi filtre düşük kullanılabilir,

Son olarak, dezenfekte edilebilirliği etkili değildir. evre Koruma Ajansı (EPA) ve dünya sağlık rgt (WHO) tarafından nerilen 1 NTU'yu (bulanıklık birimi) gememesdir. Bulanıklık verileri içme ve kullanma sularında yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstriyel ve evsel atıksularda daha hızlı sonuç almak için Askıda Katı Maddeler (AKM) yerine kullanılabilmektedir (Towler *et al.* 2010).

2.7 Suyun Kimyasal Parametreleri

2.7.1 pH

pH, suyun asitlik veya bazlık durumunu gösteren logaritmik bir parametredir. Hidrojen iyonu konsantrasyonunun eksi logaritması ile hesaplanabilir. Saf suyun pH derecesi 7'dir. $\text{pH} < 7$ olan su asidik sudur, $\text{pH} > 8$ olan su alkali su olarak sınıflandırılır. pH lmmnn çok geniş kullanım alanları vardır. Örneğin, içme suyunun saflandırılmasında, atık maddelerin işlenmesinde başarılı etkinliği ve güvenliğinin temininde anahtar rol oynar. Sulardaki demir, mangan bileşiklerinin saflaştırılması, tat koku ve korozyon kontrolü doğrudan suyun pH seviyesi ile ilgilidir. Yüksek pH değerine sahip olması diğer kirleticilerin toksisitesini de değiştirir. pH değerindeki değişiklikler birçok organizma için önemlidir. Doğal suların biyolojik ve kimyasal sistemlerinde önemli bir faktör olan pH'n optimum limitleri sucul yaşam için 8,5 ile 9,0 arasındadır (Chupakov *et al.* 2020).

2.7.2 Sülfat (SO_4)

Sülfat, evre suları ile doğal olarak karışan en önemli iyonlardan biridir. Su kaynaklarındaki sülfat genellikle sülfat içeren toprak yapısından, Atmosferik depolama, tarım arazilerinde kullanılan sülfatlı gübrelerden, evsel endüstriyel atıksu deşarjları alıcı su ortamına ulaşmasından kaynaklanmaktadır (Azimi *et al.* 2017).

WHO standartlarına göre insan tüketimine yönelik suda sülfat konsantrasyonu 400 ppm'den az olmalıdır. Suda yüksek sülfat nedeni; yüksek sodyum tuzu, yüksek sertlik ve yüksek asiditedir (Chupakov *et al.* 2020).

500 mg/L veya daha yüksek sülfatlar tıbbi ve acımsı bir tad suya verirler, müshil etkisi ve dehidrasyona neden olduğu 'da bilinmektedir (Sharma *et al.* 2020).

Yüksek sülfat seviyeleri ayrıca betonun tahrip olmasına, demir boruların da dayanıklılığını kaybetmesine neden olur. Sülfat arıtma yöntemleri anyon değiştirici, damıtma veya ters ozmoz olarak sayılabilir. Sülfat tipik olarak bir sağlık riski olarak kabul edilmez ve çevre koruma AjansıEPA'nın içme suyu standartları için ikincil kirleticiler altında listelenir (Zak *et al.* 2021).

2.7.3 Klorür

Tüm doğal veya kullanılmış sularda çok yaygın olarak iyon türüdür. Sulara yeraltı Oluşumlardan çözünerek veya tuzlu su tatlı su müdahaleleri sonucu eklenebilir. Klorür iyon miktarları sağlıklı su için bir göstergedir. Klorür konsantrasyonu denize yakın sularda ve kaya tuzu yataklarında yükselir. Çünkü deniz suyundaki çözülmüş NaCl iyon konsantrasyonunun yarısından fazlası klorürdür (Whelton *et al.* 2007). Klorürün normal konsantrasyonlarda sağlığa herhangi bir zararı olmadığı bilinmektedir.

Ancak 250mg/Lt'den üzerindeki konsantrasyonlarda tuz tadı içermektedir. Bu miktarın aşılması durumunda sağlığa herhangi bir zararı olmasa dahi su tat açısından içilmez hale gelir (Amini *et al.* 2015).

Su, Amerikan spesifikasyonlarına göre ve klorür konsantrasyonu bazında Çizelge 2.1'de gösterildiği gibi birkaç sınıfa ayrılmıştır (Reynolds, 2009).

Çizelge 2.1 Amerikan standartlarına göre klorür konsantrasyonu bazında suyun sınıflandırılması

Klorür konsantrasyonu -ppm	Su sınıflandırılması
<50,0	Mükemmel su
250,0 – 50,0	Kabul edilecek düzeyde (iyi)su
600,0 – 250,0	Kötü su
>600,0	Çok zayıf su

2.7.4 Toplam Sertlik

Sabunun köpürmesini engelleyen, Besin maddelerinin pişmesini geciktirerek zorlaştıran suyun sertliği, suda çözünen tuzlardan kaynaklanmaktadır. Bu tuzlardan özellikle kalsiyum bikarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ve Magnezyum bikarbonat $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ile kalsiyum sülfat CaSO_4 ve Magnezyum sülfat MgSO_4 birinci dereceden suyun sertliğinden sorumludur. Kalsiyum klorür (CaCl_2), Magnezyum klorür (MgCl_2), kalsiyum nitrat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ve Magnezyum nitrat $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ tuzları suya sertlik kazandırmada çok az rol oynar. Ca^{2+} , Mg^{2+} ve Fe^{3+} 'ün sabunun köpürmesini engellemesi, sabundaki karboksilat iyonları ile bu katyonların suda çözünmeyen bileşiklerinin oluşmasından kaynaklanmaktadır. Suyu sertleştiren maddelerin toplam etkisine Toplam sertlik denir. Geçici sertlik, suyun ısıtılması veya havalandırılması ile CO_2 'nin bikarbonatlardan CO_3 bileşiklerine dönüştürülmesi sonucunda sudan Ca^{2+} , Mg^{2+} veya Fe^{3+} 'ün ayrılmasıyla giderilebilen sertliktir. CaSO_4 ve MgSO_4 'ten kaynaklanan ve bu şekilde giderilemeyen sertliğe kalıcı sertlik denir.su sertliği, Kirlilik göstergesi olarak da kullanılmaktadır (Wimalawansa, 2016).

2.7.5 Sodyum (Na)

Çoğunlukla plajiyoklasların ayrışması, kil minerallerinin baz değişimi ve evaporitlerin bozunması sonucu yeraltı sularına karışır. Sağlıklı bireylerde herhangi bir yan etkisi yoktur. Suda sodyum miktarı ve hipertansiyon oluşumu arasında Kanıtlanmış bir ilişki bulunmamaktadır. Ancak 200 mg/litre üzerindeki sodyum konsantrasyonlarda suyun

tadını bozabilir. Fazla sodyum alımı da ödeme, tansiyonun yükselmesine ve böbreklerde fonksiyon bozukluğuna sebep olmaktadır (Aminiet *et al.* 2015).

2.7.6 Potasyum (K)

Potasyum, sodyum ile aynı etkiye sahiptir. Kirliliğin kaynağı genellikle endüstriyel atık sular, tarımsal gübreler ve toprak yapısıdır. Yeraltısularındaki potasyum içeriği potasyum içeren minerallerin ayrışması, duraylı potasyum minerallerinin oluşumuna ve gözenek sularının yeraltı sularına beslenmesine bağlıdır (Conti and Fiore 2013). Kanda potasyum iyonu yokluğunda vücut yorgunluk, kas krampları, kalp ritmi bozukluklar görülmektedir. İçme suyunda düşük ve yüksek konsantrasyonların insan sağlığı üzerinde doğrudan bir etkisi yoktur (Braschi *et al.* 2009).

2.7.7 Kalsiyum (Ca)

Yeraltısularına kalsit, jips, anhidrit gibi silikat olmayan minerallerin ve anortit, piroksen gibi silikat minerallerinde kalsiyumun çözünmesi ile karışır (Heaney and Dowell 1994). İnsan vücudu, Günde yaklaşık 1 g kalsiyuma ihtiyacı vardır. Kasların kasılıp gevşesinde, kemik ve iskelet sağlığında, dişlerin oluşumunda önemli rol oynamaktadır.

Kalsiyum suda 1000 mg/L'yi aştığında böbrek taşı oluşumuna neden olduğu düşünülmektedir. Ve Su sertliğine neden olan iyonlardandır (Finkelman *et al.* 2001) Çizelge 2.2, Dünya Sağlık Örgütü (2011) ve Irak çevresi (2009) tarafından içme suyunun bazı kanıtları ve kimyasal ve fiziksel özellikleri için önerilen limitleri göstermektedir (Abbas *et al.* 2017).

Çizelge 2.2 Irak ortamının bazı koşullarının ülserli sınırları ve Uluslararası Dünya Örgütü'nün İçme Suyu Kotası tanımları göstermektedir

Dünya Sağlık Örgütü belirleyicileri	Irak çevre belirleyicileri	Ölçü birim	Özellik
6.5-8.5	6.5-8.5	/	Asit maddelerin fonksiyonu PH
1500	1500	Mikrosiemens/cm	Elektiriksel iletkenlik
1000	1000	mg/litre	Toplam çözünmüş maddeler
500	500	mg/litre	Toplam zorluk
250	350	mg/litre	Klorür
400	400	mg/litre	Sülfat
200	150	mg/litre	Kalsiyum
12	10	mg/litre	Potasyum
200	200	mg/litre	Sodyum

2.8 Suyun Bakteriyolojik Özellikleri

2.8.1 *E. coli*

Suyun bakteriyolojik özellikleri çevre sağlığı açısından son derece önemlidir. İçme sularında mikrobiyolojik kirlilik önemli bir faktördür. Kanalizasyon sularında ve İnsan dışkında başta *Escherichia coli* (*E.coli*) olmak üzere koliform bakterilere rastlamak mümkündür. Bu nedenle suyun bakteriyolojik incelemesinde kirlilik kriteri koliform bakterileri ve özellikle kirlilik kaynağının dışkı atıkları Bunun mümkün olmadığını anlamak için *E. coli* araştırılır. İnsanlarda görülen önemli hastalıkların esas nedeni suyun patojen mikroorganizmalarla kirlenmesidir. Patojenmikroorganizmalar, su yolu ile insan ve diğer hayvanların boşaltım sistemine girdiği bilinmektedir (Ratto *et al.* 1989).

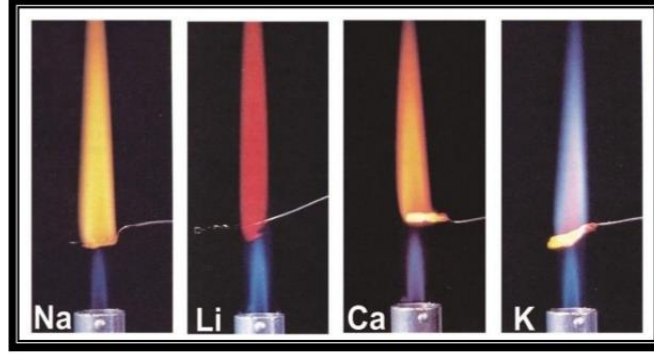
2.8.2 Toplam Bakteri Sayısı

Ham suyun bakteriler üzerindeki doğal içeriği çok yaygındır, çünkü bunlar sistemin canlı bileşenlerinin bir parçasıdır. Sayıları arttıkça ve türleri değiştikçe, herhangi bir organik kirlilik kaynağı olduğunda filtreleme istasyonlarındaki sterilizasyon işlemlerinde bize fayda sağlayabilir. Konsantrasyon içeren nehirlerde bu bakteriler arttığından, suyundaki bu bakterilerin varlığından nehrin beslenme derecesini ölçmek ve bilmek mümkündür (Al-Gabr *et al.* 2014).

2.9 Alevli Emisyon Spektrofotometresi

Alevli emisyon spektrofotometresinde alevin görevi, elementi önce atomlaştırmak daha sonra da oluşan atomları uyarılmış enerji düzeyine çıkarmaktır. Yöntemde analiz için seçilen dalga boyu, genellikle analiz edilecek elementin en şiddetli emisyon hattıdır. Yöntemin prensibinde analiz edilecek madde önce atomlaştırılır daha sonra uyarılır. Uyarılan atom, temel enerji düzeyine dönerken bir ışıma yapar. Yayılan bu ışıma analizi yapılacak elementin karakteristik dalga boyundadır. Yayılan ışınların şiddeti örnek içerisindeki analiz yapılan elementin konsantrasyonu ile doğru orantılıdır. Alev kullanan atomik emisyon spektroskopisi element analizlerinde yaygın bir uygulamaya sahiptir. En önemli kullanım alanları, özellikle biyolojik sıvı ve dokularda sodyum, potasyum, lityum ve kalsiyum tayinindedir. Alevli emisyon spektroskopisi, kullanışlı olması, hızlı ve girişimlerin bağlı olarak azlığı nedeniyle başka metotlarla tayini zor olan bu elementler için tek tercih hâline gelmiştir (Banerjee and Prasad 2020).

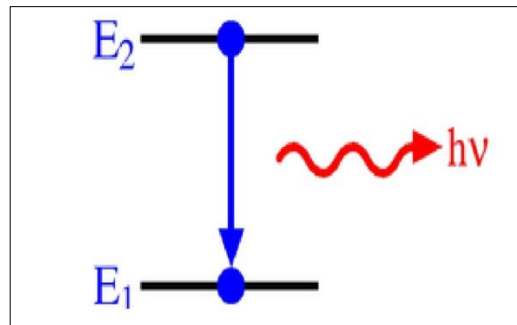
Biyolojik sıvılar ve dokular başta olmak üzere en önemli kullanım alanları Sodyum, potasyum, lityum ve kalsiyum oranının tayinindedir. Alkali metaller alevle uyarılmaya uygundur. Uyarılma sonucu lityum kırmızı emisyonlar yayar. Sodyum sarı bir emisyon yayar. Potasyum ise menekşe bir emisyon yayar (Şekil 2.1). Bu renkler ve dalga boyu her atom için karakteristiktir (Pauline and Hald 1946).



Şekil 2.1 Elemente bağlı olarak edilen alev renkleri

2.9.1 Çalışma prensibi

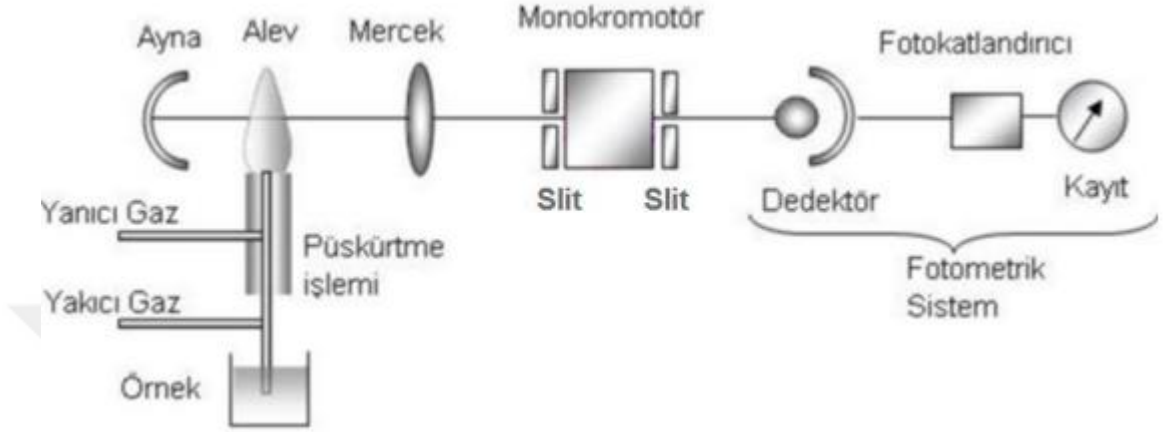
Alev fotometresi ile analiz için alev üzerindeki çözüm çok küçük damlacıklar halinde püskürtülür (sis şeklinde). Alevin ısı etkisi nedeniyle çözeltideki madde Atomların elektronları uyarılır ve bu şekilde daha yüksek bir enerji seviyesine yükselen elektronlar Kararsız. Daha sonra eski enerji seviyelerine dönerek enerji farkını ışık olarak yayarlar. Bu ışık, çözeltideki madde konsantrasyonu ile orantılıdır ve fotometre ile ölçülür. Alev üzerine küçük damlacıklar halinde püskürtülen çözelti yakıt, oksijen veya hava etkisiyle yakılır. Sıcaklıkta çözücü buharlaşır ve içerdiği tuzlar atomlarına ayrışır. Böyle yüksek bir sıcaklığa getirerek uyarılmış atomlar ışın yayar. Bu ışınlar bir merceğe, ardından diyaframa ve monokromatöre gider. Monokromatördeki filtre, analiz edilecek elemente bağlıdır. Bu filtreden geçerek Işınlar bir dedektöre gelir ve bir galvanometre yardımıyla akım okunarak kaydedilir.



Şekil 2.2 Uyarılmış halden temel duruma dönme hali

2.9.2 Cihazın kısımları

Alevli emisyon spektrofotometresinin genel şeması Şekil 2.3'te verilmiştir.



Şekil 2.3 Alev emisyon spektrofotometresinin genel şeması

Alev

Alev oluşumunda kullanılan yanıcı ve yakıcı gazlar genellikle propan-hava, asetilen-havadır. Bu bölümde öncelikle çözeltinin çözücüsü yakıcıya gelir ve buharlaştırılır. Daha sonra numunedeki metaller atomize edilir ve ışın yayması için uyarılır. Alev sıcaklığı arttıkça uyarılmış düzlemdeki atom sayısı artar ve buna bağlı olarak Yayılan ışımanın şiddeti artar. Ancak çok yüksek sıcaklıklardaki alev, elementin iyonlaşmasına neden olabilir. Bu da hataya neden olur.

Aynalar

Sisteme yayılan ışınları alıcıda toplamak için kullanılır. Yakıcı sistemin Işınlar arkasına bir ayna yerleştirilerek yansıtılır. Alevin yaydığı ışınlar ve yansıyan ışınlar Işık yolunagönderilir.

Slit (yarık)

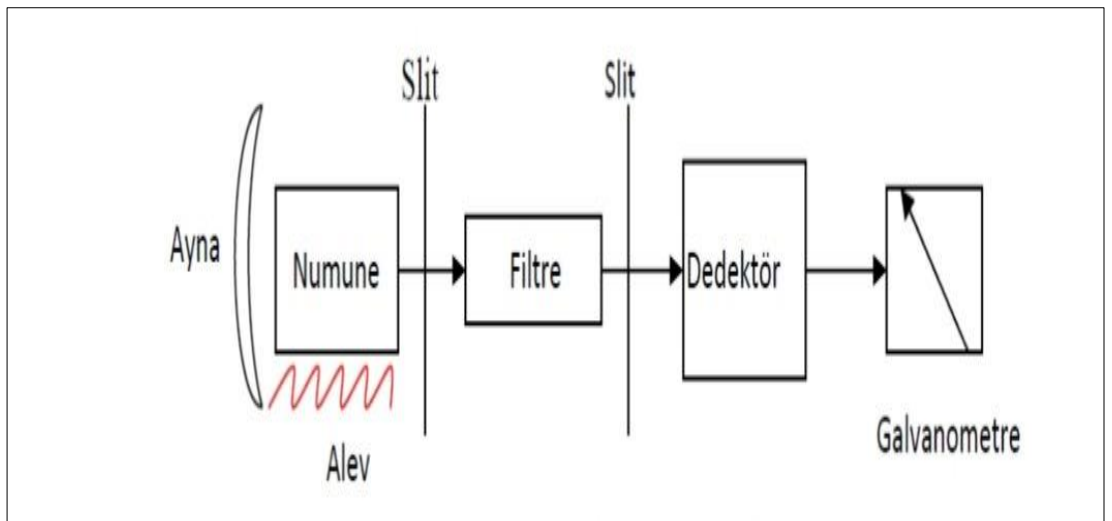
Bu yarıklar monokrom öncesi ve sonrası kullanılır. Giriş yarığı ışımayı çevredeki bulunan diğer tüm ışıklardan ayırır. Sadece alevin yaydığı ve aynadan yansıyan ışınların optik sisteme girmesine izin verilir. Çıkışa yerleştirilen açıklıktan sadece belirli bir dalga boyu ışınların alıcıya geçmesine izin verilir.

Monokromatör

Sadece bazı elementleri analiz etmek için kullanılır (Na, K, Ca, Li) Daha basit bir sistem olan alev fotometresinde monokromatör yerine filtreler kullanılır. Aynadan gelen yansımalar yarıktan geçerek filtrelere ulaşır. Filtreler, ölçülecek dalga boyunu alakasız emisyonlardan izole edecektir.

Dedektörler

Dedektörler üzerlerine düşen ışığın şiddetini ölçer. En çok kullanılan dedektör Foto çoğaltıcı tüplerdir. Yayılan Işıklar foto dedektör yardımıyla elektrik sinyaline dönüştürülür. Üretilen elektrik sinyalleri ışığın şiddeti ile doğru orantılıdır.



Şekil 2.4. Alev fotometresinin şematik gösterimi

3 MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Araştırma alanı

Yer üstü tatlı sulara sahip olan Irak, küçük zab en önemli besleyici nehirlerden biridir. Dicle nehrini besler ve kerkük ili' nin en önemli su kaynağı olarak bilinir. Küçük zab'ın suyu kerkük tüketimi için önemli su kaynağıdır insanları ve tarım beslemede kullanılan bu nehrin kaynağı İranın kuzey batı bölgesinden başlıyor daha sonra Irak içinde yürüyerek 402 km mesafe kat ediyor.

Bu çalışma küçük Zab nehri üzerinde belirlenmiş su arıtma istasyonu içeren Dibis Bölgesinde yapılmıştır (Şekil 3.1). Çünkü içerdiği sanayi ve tarımsal faaliyetleri olduğu için ve bu faaliyetler suyun kirlenmesine neden olmaktadır.

3.1.2 Su numunelerinin alınması

Su numuneleri 1 L'lik plastik şişelere kullanılarak Mayıs, Haziran ve Temmuz 2022 tarihleri arasında Tesis Ünitelerine ait 5 farklı noktasından alınmıştır. Her ayın belirli günlerinde alınan su numuneleri laboratuara getirilerek standart yöntemler kullanılarak analizler yapılmıştır.

1. Filtrasyon prosedüründen önceki birincil çöktürme havuzu.
2. Ters ozmoz işleminden önceki ilk tuzdan arıtma istasyonu.
3. Ters ozmoz işleminden sonra tuzdan arındırma istasyonu.
4. Ham suyun son arıtılma istasyonu.
5. İncelenen istasyondan beslenmesine bağlı olan evlerden birinden çekilmiştir.



Şekil 3.1 Araştırma alanı

3.1.3 Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar

Çizelge 3.1’de kimyasal analiz ve deneylerin bilimsel boyutunda kullanılan kimyasalları, kimyasal formülleri, saflık yüzdeleri ve bu maddelerin yapılan fabrikaları ile birlikte göstermektedir.

Çizelge 3.1 Kullanılan kimyasallar ve tedarik eden firmalar

Üreten firma	% Saflık	Moleküler formül	Kimyasal maddelerin isimleri
JANSSEN	% 94.0	$C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8$	Na ₂ EDTA
Aldrich	99.9%	K_2CrO_4	Potasyum kromat
Fluka	99.0%	$AgNO_3$	Gümüş Nitrat
Aldrich	99.0%	$BaCl_2.H_2O$	Baryum klorür

Kullanılan cihazlar Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Kullanılan cihazlar

Modeli	Cihazların isimleri
JANWAY_3310	pH ölçer
BC 3020	Elektronik termometre
KERN ABC	Hassas denge
CL 26D	Alev fotometresi
HANNA	Toplam Çözünmüş Katılar Ölçer
SANSHE MODL YX280B	Sterilizatör
Memmert	Kuluçka makinesi
HANNA	Bulanıklık

3.2 Metod

3.2.1 Sıcaklık

Su sıcaklığı elektronik bir termometre kullanılarak sahada ölçüldü ve okuma Santigrat cinsinden kaydedildi

3.2.2 Elektriksel iletkenlik

Elektriksel iletkenlik (EC), bir in vitro elektro iletkenlik aleti ile ölçüldü. Bunun için iletkenliği bilinen bir kalibrasyon solüsyonu kullanarak cihaz önce kalibre edilerek elektrodu damıtılmış su ile yıkandı. Daha sonra her numune için okumalar mikrosiemens/cm olarak kaydedildi.

3.2.3 Toplam çözünmüş katılar

Numunelerdeki toplam çözünmüş katı madde (TDS) konsantrasyonu, toplam çözünmüş katı madde (TDS) ölçer kullanılarak ölçüldü. Bunun için cihazın elektrodu birkaç kez distile su ile yıkadıktan sonra ölçümler gerçekleştirildi. Elde edilen sonuçlar mg/L olarak kaydedildi.

3.2.4 Sodyum klorür (NaCl)

Çözünen katı maddelerin ölçüldüğü aynı cihaz ile örneklerde NaCl tuzları ölçüldü.

3.2.5 Bulanıklık

Toplanan su örneklerinin bulanıklığı bir bulanıklık ölçer ile ölçüldü. İşlem, örnekler büyük bir çekirdek tüpüne alınarak fotovoltaiik hücre odasına yerleştirilerek gerçekleştirildi. Çözeltilerden geçen ışık miktarına bağlı olarak bulanıklık, toplam bulanıklık birimleri dijital sayaçta kaydedildi.

3.3 Suyun Kimyasal Özelliklerinin Tayini

Suyun Kimyasal özelliklerinin tayini amacıyla genellikle şu analizler yapıldı.

3.3.1 pH fonksiyonu

Numunelerin pH fonksiyonu, çözeltilerle kalibre edilen bir pH metre ile ölçülerek sonuçlar kaydedildi.

3.3.2 Toplam sertlik

Toplam sertlik (TH), Lind yöntemine göre belirlendi. Sertlik tayini yapılacak sudan 50 ml alındı ve 250 mL'lik bir erlene konuldu. Eriochrome Black T indikatörü eklendi. 1 mL tampon çözeltisi eklendi. EDTA ile gök mavisi olana kadar titre edildi. Sudaki toplam sertlik (Sertlik bütünü) ppm (mg/L) CaCO₃ olarak hesaplandı.

Sonucun hesaplanması

$$\text{CaCO}_3 \text{ olarak TH mg/L} = \frac{V_{\text{EDTA}} \times N_{\text{EDTA}} \times (M_{\text{CaCO}_3/2}) \times 1000}{V_{\text{ornek}}} \quad (3,1)$$

Burada;

V_{EDTA} = Büretten geçen Na_2EDTA solüsyonunun hacmi (mL)

N_{EDTA} = Na_2EDTA (0.02N) çözeltisinin titresi

M_{CaCO_3} = $CaCO_3$ molekül ağırlığı (100g /mol)

$V_{örnek}$ = Numune hacmi

3.3.3 Klorür iyon tayini

Klorür iyon konsantrasyonu, Cl^- , Amerikan Test Birliği'nin (ASTM 1984) yöntemine göre belirlendi (Jamal and Ahmed 2022). Numuneden 25 mL alınarak üzerine numunenin rengi sarıya dönene kadar 3-5 damla potasyum kromat ilave edildi. Daha sonra gümüş nitrat çözeltisi 100 mL distile suya eklenerek numunenin renginin kiremit kırmızısına dönüşmesi sağlandı. Büretten geçen gümüş nitratın hacmi kaydedildi ve klorür iyonu Cl^- konsantrasyonu aşağıdaki formüle göre hesaplandı:

$$Cl \text{ (mg/L)} = \frac{V_{AgNO_3} \times N_{AgNO_3} \times 1000 \times akb \text{ Cl}}{V_{örnek}} \quad (3,2)$$

Dan beri:

V_{AgNO_3} = Büretten geçen $AgNO_3$ solüsyonunun hacmi (mL)

N_{AgNO_3} = $AgNO_3$ (0.025N) 'ın normalitesi

At.wt as cl = Klorun atom kütlesi (Cl 35.5.g/mol)

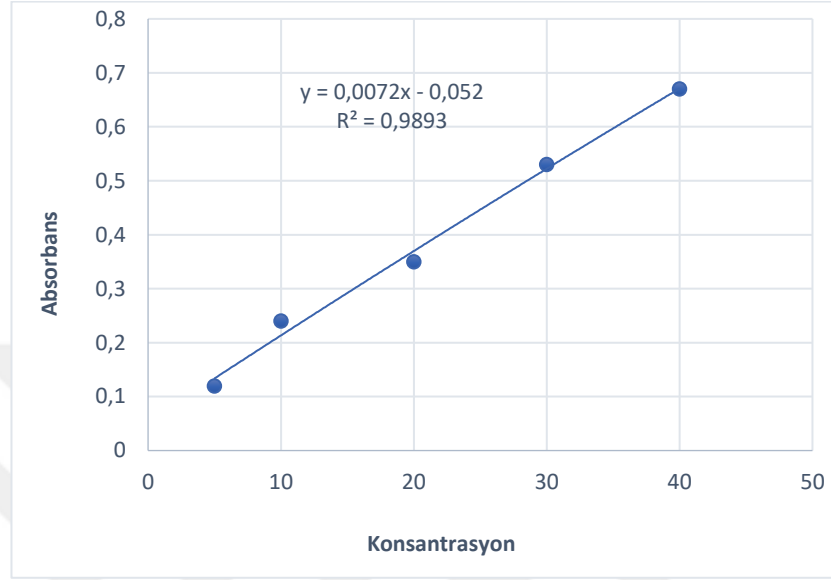
$V_{örnek}$ = Numune hacmi (25 mL)

Cl Klorür sonuçları (mg/L) birimleri ile ifade edilir

3.3.4 Sülfat iyon tayini

Sülfat iyonlarının konsantrasyonu, kullanılan Bulanıklık Yöntemine göre belirlenmiştir (Wef *et al.* 1998). Numuneden 100 mL su alındı ve ardından 5 mL (Klebserol 50 mL, HCl 15 mL, distile su 250 mL, İzopropil alkol 25 mL, sodyum klorür 37,5 g) içeren Durum Reaktifi eklenerek bir dakika mekanik çalkalayıcı kullanılarak çalkalandı. Daha sonra 0,15 gm $BaCl_2$ ilave edildi ve çözeltinin bir kısmı hidrometre hücresine aktarıldı.

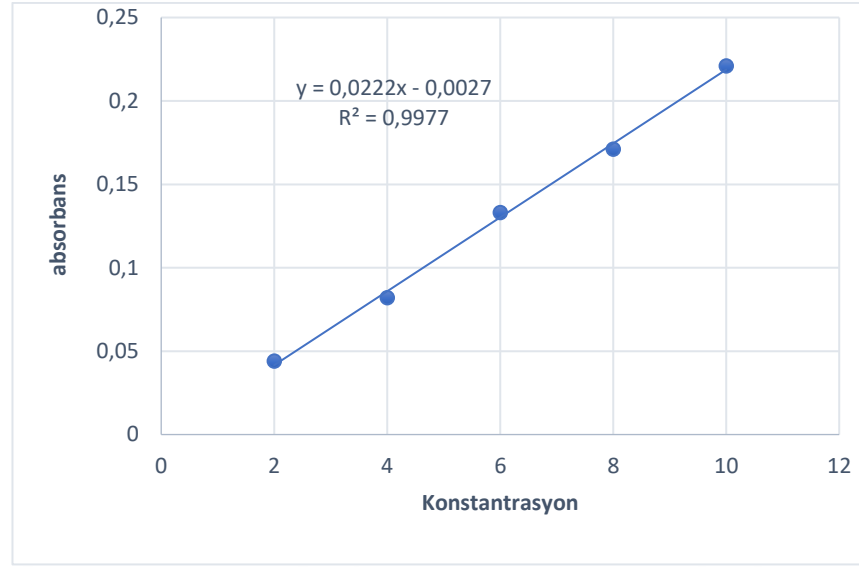
Daha sonra standart grafik denklemi uygulanarak bilinmeyen numunelerin konsantrasyonları bulundu Şekil 3.2’de gösterilen kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem aracılığıyla hesaplanarak (mg/L) kaydedildi.



Şekil 3.2 Sülfat iyon kalibrasyon eğrisi

3.3.5 Sodyum (Na)

Numunelerin sodyum konsantrasyonu, sodyum için standart çözeltiler hazırlandıktan ve bunlar için emisyon yoğunluğuna karşı gelen konsantrasyondan (mg/L) bir kalibrasyon eğrisi çizildikten ve emisyon yoğunluğunun okunmasından sonra bir Alev fotometresi kullanılarak atomik emisyon spektroskopisine dayalı olarak tahmin edildi. Numuneler ve konsantrasyonları, Şekil 3.3’de gösterilen kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem aracılığıyla hesaplanarak (mg/L) kaydedilmiştir.



Şekil 3.3 Sodyum iyon Kalibrasyon eğrisi

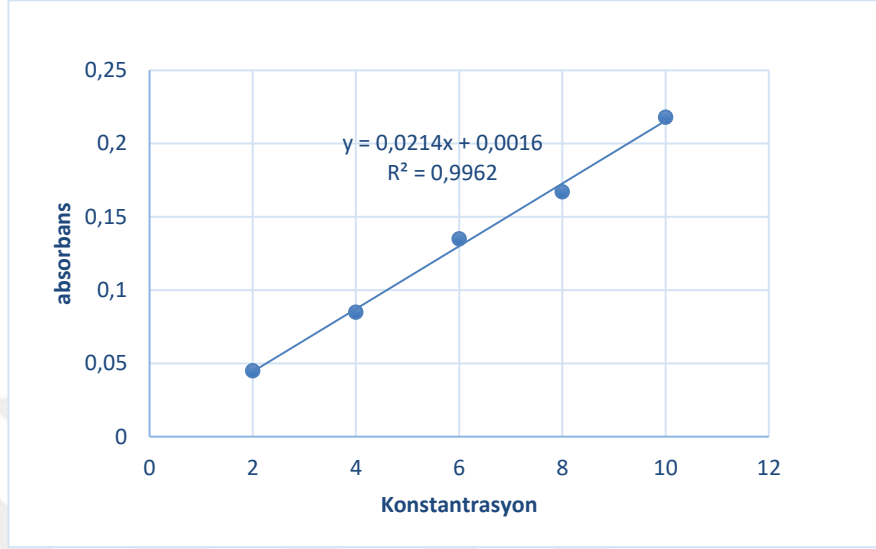
3.3.6 Potasyum(K)

Potasyom elementin konsantirasyonu standart potasyum çözeltileri hazırlandıktan sonra aynı sodyum elementinin konstrantrasyonunu bulunduğu gibi atomik emisyon yöntemi ile alev fotometresi kullanılarak potasyum konstrantrasyonunda bulundu ve bunlar için emisyon yoğunluğuna karşı gelen konstrantrasyondan (mg/L) bir kalibrasyon eğrisi çizildikten ve emisyon yoğunluğunun okunmasından sonra Numuneler ve konstrantrasyonları, Şekil 3.4’de gösterilen kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem aracılığıyla hesaplanarak (mg/L) kaydedildi.

3.3.7 Kalsiyum (Ca)

Kalsiyum konstrantrasyonu, standart kalsiyum çözeltileri hazırlanarak sodyum ve potasyum ile aynı yönleme göre belirlendi ve bunun için emisyon yoğunluğuna karşı gelen konstrantrasyondan (mg/L) bir kalibrasyon eğrisi çizildikten ve emisyon yoğunluğunun okunmasından sonra bir Alev fotometresi kullanılarak atomik emisyon spektroskopisine dayalı olarak tahmin edildi. Numuneler ve konstrantrasyonları, Şekil 3.5’te gösterilen kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem aracılığıyla hesaplanarak

(mg/L) kaydedildi. Bu çalışmada kullanılan alev fotometresini Şekil 3.6'da göstermektedir.



Şekil 3.4 Kalsiyum iyon Kalibrasyon eğrisi



Şekil 3.5 Alev fotometresi

3.4 Su Örneklerinin Bakteriyolojik Tayini

Bakteriyolojik analizlerimizde kullanılan membran filtrasyon sistemleri Şekil3.7'de gösterildiği gibi, sistem sterilizasyon prosedürü Şekil 3.8'de gösterilmektedir.



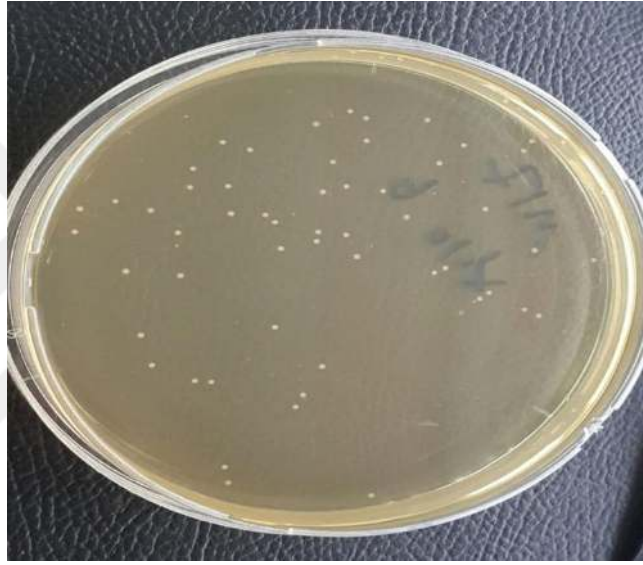
Şekil 3.6 Bakteriyolojik analizde kullanılan membran filtrasyon sisteminin bir diyaframı



Şekil 3.7 Analizden önce membran filtrasyon sistemini sterilize edilmesi

3.4.1 Toplam bakteri sayısı tayini (TPC)

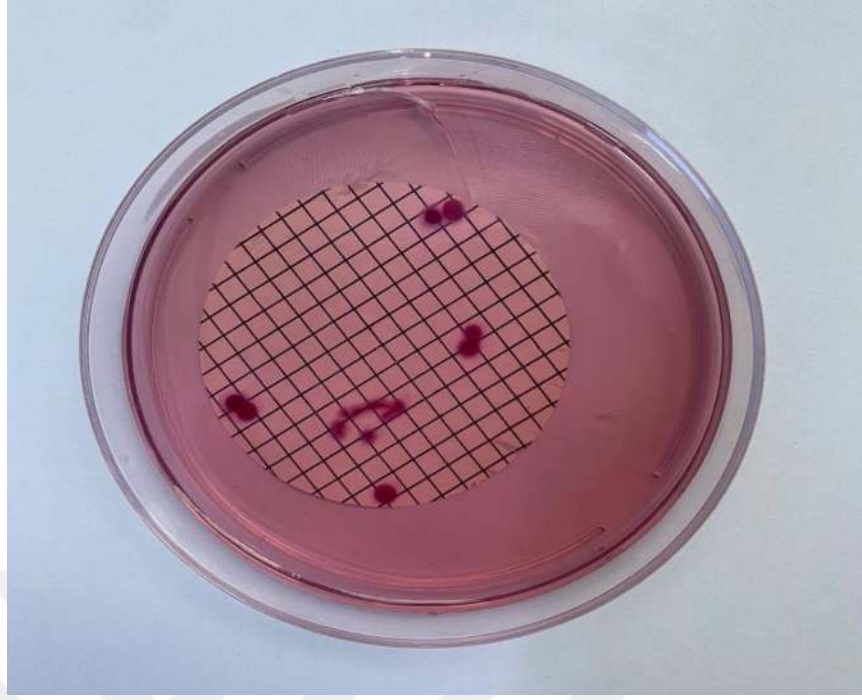
Bakteriyel kontaminasyon, APHA 1998'de bahsedilen) APHA 1998) Toplam Aerobik Bakteri tekniği kullanılarak toplam bakteri sayısının (Güç Plakası Tekniği) sayılması ve Besin Agar Katı ortamının kullanılması ve koloni oluşturan bakteri sayısının (Koloni Oluşturan Birimler) sayılmasını içeren biyokontaminasyon indeksleri kullanılarak belirlendi. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.9'da sunulmuştur. Her su örneğinde mL başına karşılık gelen değer olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.8 Besin Agarda Gelişen Toplam Aerobik Bakteriler

3.4.2 *Escherichia coli* Tayini

Burada 0,20 mm filtreli filtrasyon yöntemi kullanılmış olup, 100 mL su numunesi alınarak filtrasyon ünitesinden geçirildi. Su süzöldükten sonra, filtre forseps ile 37 °C'de 24-48saat boyunca Sorbitol Macconky Agar(SMA) ortamına aktarılarak kolonilerin oluşması Şekil 3.10'da sunulmuştur (Gu *et al.* 2013).



Şekil 3.9 Agarda İncelenen *E. coli* Şüpheli Koloniler

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmanın sonuçları incelendiğinde, bulanıklık ve sıcaklık dışında, fiziksel parametrelerin ve su gruplarının ortalama seviyeleri arasında önemli bir fark olduğu ($p<0,05$ - $p>0,05$) tespit edilmiştir. TDS, EC ve NaCl'nin en yüksek ortalama seviyeleri sırasıyla RO grubundan ($364,33\pm2,57$, $703\pm25,37$ ve $0,78\pm0,01$) önce, ham su grubunda ($373,5\pm4,49$, $747,83\pm8,96$ ve $0,8\pm0,00$) ve musluk suyu grubunda ($260,92\pm5,17$, $525,42\pm8,29$ ve $0,6\pm0,01$) iken, en düşük ortalama seviyeler RO grubundan ($27,12\pm0,55$, $54,28\pm1,08$ ve $0,1\pm0,00$) sonra tespit edilmiştir. En yüksek ortalama PH seviyeleri ise musluk suyu grubunda ($10,43\pm0,2$) ve RO grubundan önce ($9,02\pm0,6$) değerlerini alırken, en düşük ortalama RO grubundan sonra ($6,47\pm0,03$) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.1, Çizelge 4.2 ve Şekil 4.1).

Çizelge 4.1 ANOVA testi ile su grupları ve fiziksel parametrelerin ortalama seviyelerinin karşılaştırılması 1

Su arıtma grupları	TDS		EC		NaCl	
	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM
Ham su	373,5	Nis.49	747.83	Ağu.96	0,8	0
RO'dan önce	364.33	Şub.57	703	25.37	0.78	0.01
RO'dan sonra	27.Ara	0,55	54.28	01.Ağu	0.1	0
Dolomitten sonra	35.48	0,56	71.42	01.Nis	0.12	0.01
Musluk suyu	260.92	May.17	525.42	Ağu.29	0.6	0.01
İstatistik	P<0,001***		P<0,001***		P<0,001***	
	LSD=80.23		LSD=156.77		LSD=16.11	

Çizelge 4.2 ANOVA testi ile su grupları ve fiziksel parametrelerin ortalama seviyelerinin karşılaştırılması 2

Su arıtma grupları	PH		Bulanıklık		Sıcaklık	
	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM
Ham su	Ağu.94	0.02	0	0	24.92	0.08
RO'dan önce	09.Şub	0.06	0	0	24.93	0.17
RO'dan sonra	Haz.47	0.03	0	0	24.86	0.13
Dolomitten sonra	Haz.89	0.02	0	0	25	0
Musluk suyu	Eki.43	0,2	0.04	0.01	27.83	0.97
İstatistik	P<0,001***		P>0.05		p>0.05	
	LSD=0.08					

Bu çalışma, ham su ve musluk suyuna kıyasla toplam çözünmüş katı madde, EC, NaCl ve PH parametrelerinin azalması nedeniyle orta tuzlu suların arıtımında RO ve dolomit yöntemlerinin önemli roller oynadığını gösterdi. Islam *et al.* (2016) yaptıkları çalışmada, RO yöntemi uygulandıktan sonra suyun ham suya kıyasla daha düşük TDS seviyelerine sahip olduğu belirlendi. Bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ile uyumluluk gösterdi. Kim ve diğerleri (2018) tarafından uygulanan bir başka çalışmada, su infiltrasyon istasyonlarının saflaştırılması ve filtrasyonunda RO yöntemlerinin önemi belirtildi ve suyun RO yöntemine girmesinden sonra TDS seviyelerinin düşmesine yol açtığı tespit edildi.

Ters Ozmoz (RO), hem evsel hem de endüstriyel uygulamalarda geniş bir uygulama yelpazesi için besleme akışından çözünmüş katıları ayırarak suyu arıtmak için membran tabanlı bir işlem teknolojisidir (Sadeddin *et al.* 2011).

Bu çalışma, ham su ve musluk suyuna kıyasla toplam çözünmüş katı madde, EC, NaCl ve PH parametrelerinin azalması nedeniyle orta tuzlu suların arıtımında RO ve dolomit yöntemlerinin önemli roller oynadığını gösterdi. Islam *et al.* (2016) yaptıkları çalışmada, RO yöntemi uygulandıktan sonra suyun ham suya kıyasla daha düşük TDS seviyelerine sahip olduğu belirlendi. Bu sonuçlar çalışmamızda elde ettiğimiz veriler ile uyumluluk gösterdi. Kim ve diğerleri (2018) tarafından uygulanan bir başka çalışmada, su infiltrasyon istasyonlarının saflaştırılması ve filtrasyonunda RO yöntemlerinin önemi belirtildi ve suyun RO yöntemine girmesinden sonra TDS seviyelerinin düşmesine yol açtığı tespit edildi.

Ters Ozmoz (RO), hem evsel hem de endüstriyel uygulamalarda geniş bir uygulama yelpazesi için besleme akışından çözünmüş katıları ayırarak suyu arıtmak için membran tabanlı bir işlem teknolojisidir (Sadeddin ve diğerleri 2011).

Toplam çözünmüş katılar (TDS) ve iletkenlik veya elektriksel iletkenlik (EC), su kalitesi için sıklıkla kullanıldı. Çözünmüş iyon konsantrasyonu genellikle TDS olarak ölçülürken, EC bir elektrik yükü iletecek sıvı kapasitesinin ölçüsüdür. EC, çözünmüş iyon konsantrasyonlarına ve iyonik kuvvete bağlıdır (Khether ve ark. 2019).

Ardışık kesikli reaktörde atık suyun arıtılabilirliği, atık suyun özellikleri tarafından yönetilir. Diğerlerinin yanı sıra, yeterli araştırma yapılmamış olan SBR'nin performansını kesin olarak yöneten parametrelerden biri, arıtılmış atık suyun toplam çözünmüş katıların içeriğidir. Önceki çalışmalar, yüksek TDS içeren atık suların, SBR ile arıtıldığında kimyasal oksijen miktarında önemli bir azalmaya yol açtığını gösterdi. Bunun nedeni yüksek TDS'nin atık sudaki oksijenin çözünürlüğünü etkilemesi olarak açıklanabilir (Pendashteh ve diğerleri 2012). Çalışmamızda TDS'nin Eylül ayında %27,32 ile en yüksek Mart ayında ise -%29,28 ile en düşük değer olarak ölçüldü. Wu ve Maskaly (2018), artan TDS seviyelerinde aerobik mikroorganizmaların ve metabolizmalarının olumsuz etkilenerek sistemde soruna neden olduğunu belirtmiştir. Bazı çalışmalarda, çözünmüş katıların oksidatif bozunmasına neden olan TDS'nin uzaklaştırılması gerektiği tespit edilmiştir (Singh ve Varshney 2013). Reddy ve diğerleri (2020) tarafından atık su üzerine yapılan çalışmada, TDS gideriminde %61,25'lik bir azalma olduğu gözlemlendi.

TDS'nin azaltılması, su sertliğini düşürmeye ve musluk suyunun tadını iyileştirmeye yardımcı oldu. Böylece, toplumda tat ve sağlık açısından daha faydalı olduğu düşünülen şişelenmiş suyun yerine daha fazla musluk suyunun daha ucuz bir fiyata kullanılması ile plastik kullanımında ciddi bir azalma söz konusu olacaktır (Wang 2021).

Yürütülen çalışma, ham ve musluk suyuna kıyasla su dolomitindeki TDS seviyelerinin düştüğünü ve bu sonuçların Kelly ve diğerleri (2020) ile su arıtma ve filtrasyonunda dolomitin önemli olduğunu belirten sonuçlarla uyumlu olduğunu gösterdi.

Ardışık kesikli reaktör (SBR) verimliliğini etkileyen en önemli faktörlerden birin pH'dır. pH iki aşamada etkili oldu, pH iki aşamada zımni olabilir, birincil aşamada mikroorganizmaların metabolik aktivitesi ve Substratların kullanımı etkilenirken, ikincil aşamada kirleticilerin uzaklaştırılması etkilendi. Ayrıca ve çamur verimi açısından test edilebilirliği sağladı. SBR artımında pH'ı 6,5 ile 7,8 arasında değişirken, çıkışta pH 8 ile 9,6 arasında bir değer aldı. Bu durum amonyak açısından mevcut olan organik maddenin, amonyanın yaklaşık %75'inin uzaklaştırıp nitrat ve nitrite dönüştürülmesi gerçeğine dayanmaktadır. Amonyanın uzaklaştırılmasından sonra 'Amonyak vadisi'

olarak adlandırılan bu durumda pH'da keskin bir artış bildirilmişti (Andreottola ve diğerleri 2001). Bizim çalışmamızda da benzer bir sonuç bulunmuştur. Diğer çalışmalarda, atık suyun alkali yapısının olduğu ve SBR ile arıtmadan sonra giriş suyuna kıyasla pH değerlerinde bir artış olduğutespit edilmiştir (Sharma *et al.* 2013). Ayrıca, Morrison ve diğerleri (2001), aşırı pH'nın sudaki yaşam için toksik olması aynı zamanda kirleticilerin ve temel elementlerin çözünürlüğünü değiştirmesi nedeniyle, atık suyun çeşitli amaçlar için kullanımında pH'sının düzenlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca, pH profilinin izlenmesi, SBR'deki besinlerin uzaklaştırılması için kontrol stratejilerinin oluşturulmasında ve araştırma alanındaki işletme maliyetlerinin azalmasında faydalı olabilir (Reddy *et al.* 2020).

Dolomit, kimyasal bileşimi $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ olan yaygın bir tortul karbonat mineralidir. Temel kimyasal prensiplere dayanarak, asidik bir çözeltide dolomit bulunduğunda H^+ ile reaksiyona girerek Ca^{2+} ve Mg^{2+} salgılar. Bu nedenle pH değerini düzenlemek için dolomit kullanılabilir. Kireçtaşının reaksiyon hızı ve sağlanan alkalitesi dolomitinkinden daha iyidir (Chai *et al.* 2020). Bununla birlikte, MgSO_4 'ün çözünürlüğü CaSO_4 'e kıyasla çok yüksektir ve oluşan çökelti miktarı kireçtaşınıninkinin sadece yarısı veya yarısından azdır (Wu ve diğerleri, 2015). Kireçtaşıyla ilgili süreçlerin iyileştirilmesi için çok çaba harcanmasına rağmen, dolomit kullanmanın verimli ve etkili yöntemleri henüz çalışılmamıştır (Chai *et al.* 2020).

Bu çalışma, RO yönteminde suya girişten sonra sudaki NaCl düzeylerinin düştüğünü göstermiştir ve bu sonuçlar Ebrahim ve ark. (2020) sonuçları ile uyumludur. Çalışma sonuçları, ters ozmozun (RO) membran yüzeyindeki sodyum klorür konsantrasyonuna su ve tuz taşınmasının bağımlılığını göstermektedir (Ebrahim *et al.* 2020).

Ozmotik destekli ters osmoz kullanılarak az doymuş NaCl çözeltisinden doymuş NaCl çözeltisi üretimi için, üretilen doymuş NaCl çözeltisinin bir kısmının ozmotik destekli ters osmoz (OARO) membran modüllerinin geçirgen tarafına (yeniden) eklenmesi gerekir. Böylece membranın konsantre ve sızan tarafı arasındaki ozmotik basınç farkını azalmış olur. Üretilen doymuş NaCl çözeltisinin bir kısmının zarın nüfuz eden tarafına (yeniden) verilmesi, ozmotik basınç düşüş profiline yol açacaktır. Bu ozmotik basınç

farkı maksimumu, uygulanan konsantre ayırma faktörüne ve kullanılan zarın tutulmasına bağlıdır, ancak değişmemiş konsantre ayırma faktöründe ve zar tutulmasında OARO ünitesine sağlanan yetersiz doymuş NaCl besleme çözeltisinin konsantrasyonundan bağımsızdır. Bu son etki, aynı konsantrasyona (doymuş bir NaCl çözeltisi) sahip süzüntü giriş ve konsantre çıkış çözeltilerinin kullanılması ve kullanılan yem konsantrasyonundan bağımsız olarak OARO tesisatının süzüntü giriş akışı üzerinde OARO tesisatından çıkan konsantre akışın aynı oranda olmasından kaynaklanmaktadır (Bargeman 2022).

Sonuçlar, kalsitin NaCl, KCl ve MgCl₂ çözeltisindeki çözünürlüğünün ve dolomitin NaCl ve KCl çözeltisindeki çözünürlüğünün saf sudaki çözünürlüğünden çok daha fazla olduğunu göstermektedir. Bunun başlıca nedeni tuz etkisi fonksiyonudur. Ortak iyon etkisi nedeniyle, CaCl₂ kalsitin çözünürlüğünü azaltabilir. Dolomitin CaCl₂ veya MgCl₂ çözeltisinin yüksek konsantrasyondaki çözünürlüğü, ortak iyon etkisine ve CaCl₂ çözeltisinde dolomitleşme olmasına rağmen saf suya göre daha yüksektir. Yapılan çalışmalar, MgCl₂ çözeltisinde çözünen kalsitte ve CaCl₂ çözeltisinde çözünen dolomitte dolomitizasyon ve dedolomitizasyon gerçekleşmesini ve uyumsuz çözünmenin sürdüğünü göstermiştir (Yan ve Zhang 2009).

Bu çalışma, RO yönteminde su girişinden sonra sudaki elektriksel iletkenlik seviyelerinin düştüğünü göstermiştir ve bu sonuçlar Galizia ve diğerleri (2021) sonuçları ile uyumludur. Yapılan çalışmalar, ters ozmoz işleminin su arıtımına iyi adapte olduğunu göstermektedir; Çözünen maddelerin toplamı için tutma oranı%99'dan fazladır ve arıtılacak suyun iletkenliği 1770 $\mu\text{s} / \text{cm}$ 'den 15 $\mu\text{s} / \text{cm}$ 'ye düşmektedir (Belkacem *et al.* 2008). Kavanagh ve ark.(2009) yaptıkları çalışmada, 100 Hz'nin altındaki frekanslarda kirlenmeye eşlik edecek olan membran cilt tabakasının elektriksel iletkenliğinde azalmanın önemli olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada, su dolomitindeki elektriksel iletkenlik seviyelerinin ham ve musluk suyuna göre düştüğü tespit edilmiştir. Elde ettiğimiz bu sonuçlar Agrawal ve ark.(2022) ve su arıtma ve filtrasyonunda dolomitin önemli olduğu belirten çalışmalarla uyumluluk göstermektedir.

Buob ve diğeri 2006 tarafından yapılan çalışmada, dolomitin yüksek basınçlarda manyezit ve aragonite ayrışması nedeniyle elektriksel iletkenlik ölçümlerinin ≤ 6 GPa basınçlarda olduğu belirtilmiştir. Sentetik dolomit üzerinde yapılan deneysel ölçümler, 3-6 GPa aralığında basınç arttıkça elektriksel iletkenliğin arttığını göstermiştir. Aktivasyon hacmi, polaronların sıçramasının elektriksel iletkenlik için baskın mekanizma olduğunu gösteren negatif bir değere sahiptir. Dolomitin bu elektriksel özelliği, kristal yapısı dolomitinkine benzeyen manyezit ile aynıdır. Yüksek basınç ve sıcaklıklarda dolomitin doğrudan ölçümlerini incelemek, dalmış levhadaki karbonatların elektriksel iletkenliğinin tahmininde önem arz eder (Ono ve Mibe 2015).

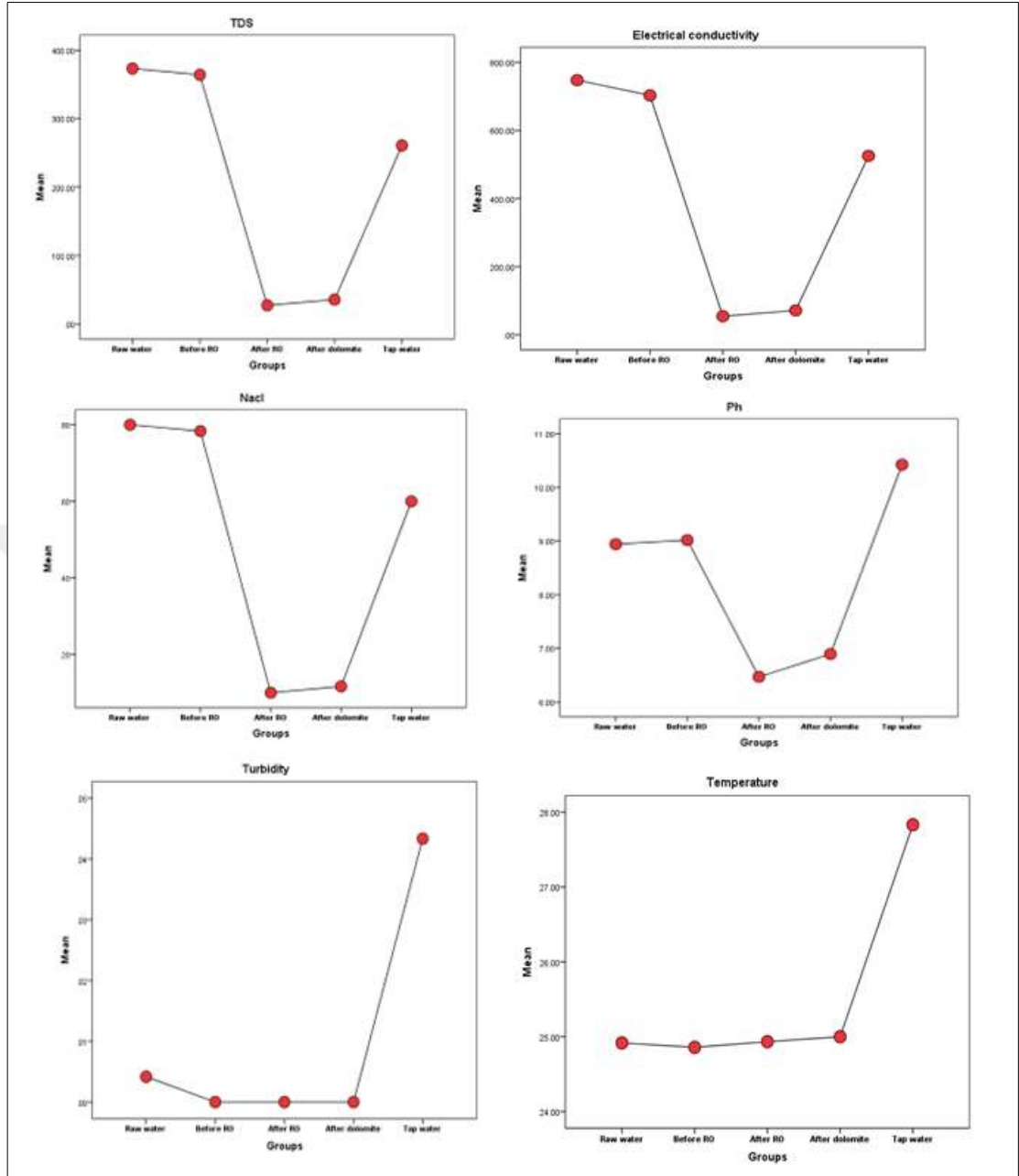
Bu çalışmada, suyun saflaştırılması ve filtrasyon yöntemlerinde suya girişten önce ve sonra suyun bulanıklık ve sıcaklık seviyelerinde herhangi bir değişiklik ortaya çıkmamıştır. Silt yoğunluk indeksi (SDI) değerlerinin belirlenmesinde askıda organik maddenin yanı sıra askıdaki inorganik maddenin de bütünleyici bir rol oynadığı tespit edilmiştir. Bunlara ek olarak, kirletici konsantrasyonu ve partikül boyutu SDI'yı baskılayan nedenler arasında olabilir. Ön arıtma sistemine göre, basınçlı kum filtrelerinden geçtikten sonra suyun bulanıklığı, asılı kolloidlerin uzaklaştırılması nedeniyle 1 NTU'nun altına düşmüştür. Bununla birlikte, mikron altı organik ve biyolojik kirletici partikülleri, SDI değerlerini belirleyerek ham suda asılı kalmıştır. Benzer çalışmalar, bulanıklıktaki bir artışın SDI değerlerinde doğrudan temsil edilemeyebileceğini ve SDI ölçümlerinin, düşük bulanıklığa rağmen partikül boyutu, kirletici konsantrasyonu, sıcaklık, pH ve membran ıslanması gibi birçok parametreden etkilenebileceğini göstermiştir (Fayaz *et al.* 2019). Solanki ve diğeri (2022), ticari olarak temin edilebilen pıhtılaştırıcı şap ile karşılaştırıldığında, inorganik polimerik pıhtılaştırıcı-ultra yüksek bazikliğın (IPC- UH) bulanıklığın giderilmesi için etkili olduğunu göstermiştir.

Jin ve ark. (2009), daha yüksek sıcaklıklarda, membran yapısındaki ve çözünmüş TOC fraksiyonundaki değişikliklerden dolayı hümik asit uzaklaştırmasının (TOC ile ölçüldüğü gibi) daha düşük olduğunu göstermiştir. Akı düşüşü 15°C'de çok daha şiddetlidir, ancak 25 ve 35°C'de pratik olarak aynıdır. Membranlar üzerinde biriken hümik asit kütlesi tüm sıcaklıklarda esasen aynıdır, ancak sıcaklık düştükçe spesifik

k t le direnci artar; dolayısıyla, artan h m k asit kolloid boyutu ile spesifik k t le direnci artar. Bu sonuçların, tuzlu suyun tuzdan arındırılmasında, membran kirlenmesini ve enerji tüketimini azaltmaya yönelik önemli etkileri vardır (Jin *et al.* 2009).

Ters ozmoz membran teknolojisi, en gelişmiş ve en enerji tasarrufu sağlayan ayırma teknolojisidir. Fiziksel bir yöntemdir. Birçok avantajı vardır (Jiang *et al.* 2018);

1. Ters ozmozun çalışması, yalnızca itici g    olarak basın a dayanır. Diğer geleneksel fiziksel işleme araçlarına kıyasla çok düşük enerji tüketime sahiptir ve enerji tasarrufu sağlar.
2. Ters ozmoz, oda sıcaklığında faz değişimi olmadan gerçekleştirilebilir.
3. Ters ozmoz, kimyasal arıtma reaktifleri kullanmaz ve kimyasal atık sıvıyı boşaltmaz. Bu yüzden çevreyi neredeyse hiç kirletmez.
4. Operasyon ekipmanı alanı küçüktür ve operasyon basittir.
5. Su kalitesi mükemmel ve verimliliği yüksektir.



Şekil 4.1 Su grupları arasında fiziksel parametrelerin ortalama seviyelerinin karşılaştırılması

Bu çalışmanın sonuçları, kimyasal parametre ve su gruplarının ortalama seviyeleri arasında önemli bir fark olduğunu ($p < 0.05$) göstermiştir. En yüksek ortalama K, Na, Ca, TH, SO_4 ve klorür iyonu seviyeleri ham su grubunda ($1,26 \pm 0,02$, $37,20 \pm 3,21$, $63,21 \pm 10,21$, $89,52 \pm 17,21$, $26,24 \pm 8,71$ ve $39 \pm 9,29$), RO grubundan önce ($1,11 \pm 0,01$, $35,34 \pm 4,39$, $59,33 \pm 11,23$, $82,12 \pm 15,29$, $22,16 \pm 7,21$ ve $44,3 \pm 10,29$) ve musluk suyu grubunda ($0,89 \pm 0,01$, $23,12 \pm 4,21$, $39,33 \pm 7,21$, $61,08 \pm 9,91$, $15,26 \pm 3,21$ ve $28,4 \pm 8,81$)

iken, en düşük ortalamalar RO grubundan sonra (0.24 ± 0.002 , 4.76 ± 1.02 , 14.12 ± 4.21 , 21.06 ± 4.32 ve 1.64 ± 0.06) tespit edilmiştir. Ayrıca klorür iyonu hariç en düşük ortalama seviyeler Dolomit Sonrası grubunda (18 ± 4.32) belirlenmiştir (Çizelge 4.3 ve Şekil 4.2).

Çizelge 4.3 ANOVA testi ile su grupları arasında kimyasal parametrelerin ortalama seviyelerinin karşılaştırılması

Su Arıtma Grupları	K	Na	Ca	TS	SO ₄	Cl ⁻
	M±SEM	M±SEM	M±SEM	M±SEM	M±SEM	M±SEM
Ham su	1.26 ± 0.02	37.20 ± 3.21	63.21 ± 10.21	89.52 ± 17.21	26.24 ± 8.71	39 ± 9.29
RO'dan önce	1.11 ± 0.01	35.34 ± 4.39	59.33 ± 11.23	82.12 ± 15.29	22.16 ± 7.21	44.3 ± 10.29
RO'dan sonra	0.24 ± 0.002	4.76 ± 1.02	14.12 ± 4.21	21.06 ± 4.32	1.64 ± 0.06	23.07 ± 7.98
Dolomitten sonra	0.32 ± 0.003	5.56 ± 1.91	17.16 ± 2.91	23.45 ± 2.91	1.79 ± 0.09	18 ± 4.32
Musluk suyu	0.89 ± 0.01	23.12 ± 4.21	39.33 ± 7.21	61.08 ± 9.91	15.26 ± 3.21	28.4 ± 8.81
İstatistik	P<0.05* LSD=0.38	P<0.01** LSD=13.21	P<0.01*** LSD=22.31	P<0.01*** LSD=26.19	P<0.01*** LSD= 9.. 21	P<0.05* LSD=15.92

Bu çalışmada, ham su ve musluk suyuna kıyasla potasyum, sodyum, kalsiyum, toplam sertlik, SO₄ ve klorür iyonu seviyelerinin azalması nedeniyle orta tuzlu suların arıtımında RO ve dolomit yöntemlerinin önemli roller oynadığını göstermiştir. İslam ve diğerleri (2016), RO yönteminden sonraki suyun ham suya kıyasla düşük potasyum, sodyum, kalsiyum, magnezyum ve toplam sertliğe sahip olduğunu göstermiş ve bu sonuçlar bizim çalışmamız ile uyumluluk göstermiştir.

Yapılan çalışmalar, dolomitin petrolden üretilen sudan baryum (Ba), stronsiyum (Sr) ve kadmiyum (Cd) gibi ağır metalleri uzaklaştırmak için kumtaşından daha verimli olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar, Arbuckle Grubundan dolomitin tane boyutuna bağlı olarak ağır metaller için belirgin şekilde yüksek bir emme kapasitesine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Tane boyutu ne kadar küçük olursa, kapladığı yüzey alanı o kadar büyük olur ve bu da filtreleme verimliliğini artırır. Sentetik üretilen suyun bir çekirdek tutucuya yerleştirilmiş dolomit filtreye enjekte edilen hızı 0.1 mL/dk'dır. Enjeksiyon akış hızı önemli bir rol oynamaktadır. Enjeksiyon akış hızı azaldıkça

filtrasyon verimliliği artar. Ayrıca polimerlerin (guar zamkı) eklenmesi dolomit filtrelerinin filtrasyon verimliliğine yardımcı olmaktadır (Haji Omar ve Vilcaez 2020).

Atık suyun iyonları arasındaki farklı konsantrasyon seviyeleri, ters ozmoz filtrasyon işleminin başlamasından önceki halka açık sudaki iyon içeriğindeki farklılıklar ile açıklanabilir (Al-Rabadi 2017).

Kümes hayvanları en hassas / hoşgörüsüz çiftlik hayvanları olarak kabul edilir. Bu nedenle, atık suyun içme suyu kaynağı olarak kullanılmasının uygunluğunun test edilmesi, diğer çiftlik uygulamalarında kullanılabilirliğinin bir göstergesi olabilir. Yapılan çalışmalar, atık su örneklerinin K, Ca ve NO₃'ün üst sınır değerlerinin altında olduğunu göstermiştir (Alrabadi *et al.* 2019). 10 Atık su örneğinden dokuzu, Watkins (2008) tarafından önerilen güvenlik yönergelerinin üzerinde Na konsantrasyon seviyeleri göstermiştir. Ancak Watkins ve ark. (2005), diyetle %0,25 Na ile suda 500 mg/L kombinasyonunun piliçlerde vücut ağırlığı artışı, yem dönüşümünü veya ölüm oranını olumsuz etkilemediğini bildirmiştir.

Yumurta tavuklarında içme suyuna 796 mg Na/L ilavesi yumurta kabuğunun kırılma mukavemetini ve kalsiyum bağlayıcı proteinlerin konsantrasyonunu olumsuz etkilemiştir (Balnave ve Zhang 1993). Daha yüksek Na seviyesi (1200 mg/L) içme suyunda pulmoner hipertansiyon sendromu riskini arttırmaktadır (Xiang *et al.* 2004). Yapılan çalışmalarda, 10 atık su örneğinden beşi, güvenlik yönergelerinin üzerinde SO₄ konsantrasyon seviyesi göstermiştir (Alrabadi *et al.* 2019). İçme suyundaki yüksek SO₄ içeriğinin etlik piliçlerde yem dönüşüm oranını baskıladığı ve müshil etkisi olduğu bildirilmiştir (Carter ve Sneed 1996). Mineral içeriği düşük tatlı su ve / veya yağmur suyu içeren atık suların seyreltilmesi, sudaki bazı minerallerin artmasını önlemek için yararlı bir yol olabilir (Manera *et al.* 2016).

Alternatif olarak, ters ozmoz teknolojisi ile üretilen atık sular, kümes hayvanlarına kıyasla içme suyundaki mineral içeriğine daha yüksek tolerans seviyeleri nedeniyle içme suyu olarak düşünölmeleri daha uygun olabilir (Alrabadi *et al.* 2019).

Çalışma sonuçları, KMnO_4 'ün düşük dozlarda ön oksidan olarak kullanılmasının, bir RO tesisinde arıtılacak deniz ham suyunda alg oluşumunu engellediğini ortaya koymuştur. Ek arıtma maliyetlerinin, olağan RO arıtma maliyetlerine göre yaklaşık %5 ile %10 olduğu tahmin edilmektedir (Galvín ve Mellado 1998). Yapılan çalışmalarda, pH 7,0'dan pH 8,4'e kadar olan pH seviyesinin demir kaplama malzemelerinin korozyon oranları üzerindeki etkisinin belirsiz olduğunu iddia etmiştir. Magnezyum ilavesi CaCO_3 çökelticisinin morfolojisini ve mikro yapısını değiştirmiş, çökeltici miktarını azaltmış ve yeniden mineralize edilmiş RO süzüntüsünde yüksek bir alkalinite ve sertlik konsantrasyonunu muhafaza etmiştir. Çimento astarlı sfero döküm kaplar için, pH 7,0 koşullarında magnezyum ilaveli suda yoğun bir koruma bulunmuştur (Deng *et al.* 2014).

Ters ozmoz, suyu küçük gözenekli bir zardan iter. Membran, suyun geçmesine izin verirken sülfat dahil birçok kirleticiyi durdurur. Ters ozmoz, arıtma ünitesinin tipine bağlı olarak genellikle içme suyundaki sülfatın %93 ile %99'unu giderir (Li *et al.* 2014).

Çalışmada elde edilen veriler, deniz sıvılarında ortak bileşenler olan Na, K, Cl ve Ca katyonlarının daha yüksek konsantrasyonlarının dolomit stokiyometrisini önemli ölçüde artırdığını göstermiştir. Ca konsantrasyonları da dolomitizasyon oranını önemli ölçüde artırır, ancak Na ve K deneyleri için veriler reaksiyon hızı üzerinde küçük etkilere sahip olmuştur (Cohen ve Kaczmarek 2017). Önceki çalışmalarda, daha yüksek sıvı Mg/Ca oranlarına sahip olmak için evaporatif koşullar sırasında alçıtaşı çökmesinin reaksiyon oranlarını artırdığını ve dolomit stokiyometrisine pozitif baskı uyguladığını ortaya koymuştur. Bu yeni veriler, geleneksel açıklamanın daha önce kabul edilenden daha farklı olabileceğini göstermektedir. Spesifik olarak, daha yüksek stokiyometri için evaporit çökeltisinin neden olduğu daha yüksek Mg/Ca oranlarına ihtiyaç duyulmayabilir; sadece yüksek konsantrasyonlarda ortak katyonlar yeterli olabilir (en ve Kaczmarek 2018).

Dolomit stokiyometrisinde zamansal ve uzamsal kalıpları yorumlarken sıcaklık, Mg / Ca, reaktan mineralojisi, organik madde ve sülfata ek olarak Na, K, Cl ve Ca

konsantrasyonları ek değişkenler olarak düşünölmelidir (Gabellone ve Whitaker 2016). Sertlik, zarın ölçeklenmesine neden olabilir ve zarın kendi çıkışını azaltır. Bu, zarın dışarı attığı suyun kalitesini düşürerek zarın yavaşça ölmesine neden olur. Yapışkan kalsiyum molekülleri, RO sistemini en çok etkileyen moleküllerdir (Jamal *et al.* 2014).

Çalışmada elde edilen sonuçlar, antiskalantların çökelti partiköl boyutunu azaltabileceğini ve partiköllerin şeklini değiştirebileceğini göstermiştir. Daha küçük partiköller, RO'nun katı / sıvı ayırma adımı sırasında mikrofiltrasyon akışında artışa neden olabilir. Çökeltme sırasında antiskalant varlığı, çökeltilmiş kalsiyum karbonat kütlesinde de azalmaya neden olabilir (Greenlee *et al.* 2010).

Yapılan çalışmalar, RO membranını Grafen oksit (GO) ile modifiye ettikten sonra kristal morfolojisi, ölçekleme yoğunluğu ve mekanizmasında önemli bir fark olmadığını göstermiştir. Ayrıca kristallerin morfolojisinin sıcaklığın etkisi altında çubuk şeklinden rozet şekline doğru değiştii gözlemlenmiştir. Ayrıca, Fourier transform kızılötesi (FTIR) sonuçları, membranlar ve alçı arasındaki etkileşim mekanizmasının anlaşılmasına yardımcı olmuştur. Ölçeklendirmeden sonra zarın özelliklerindeki değişiklikleri araştırmak için ölçeklendirilmiş zarın hidrofiliği de ölçölmüştür (Ashfaq *et al.* 2020). Başka bir çalışmada, Grafen oksit (GO) kaplamanın RO membranı üzerinde, membran ölçeklenmesinden dolayı akış hızının şiddetini nispeten azalttığını belirtmiştir. Genel olarak, membran yüzeyinde oluşan bir kristal kütlesinin yanı sıra zamanla akış hızının yoğunluğundaki artış da konsantrasyondaki membran ölçekleme yoğunluğundan kaynaklanmaktadır. Kirlenme (Rf) nedeniyle membran direnci artarak yüksek konsantrasyonlu çözelti koşullarında (yani 150mM) en yüksek seviyeye ulaşmıştır. SEM-EDX ve FTIR sonuçları membran yüzey kaplamasının yüksek konsantrasyonlarda olduğunu göstermiştir. Konsantrasyon arttığında kristaller, ince iğne benzeri yapılardan daha geniş çiçek yapılarına kadar değişim göstermiştir. FTIR sonuçları, alçının membran yüzeyi ile etkileşim mekanizması ile ölçeklemenin az yoğun olduğu durumlarda -OH ve -COOH gruplarının dahil olduğunu ve ölçekleme derecesine göre değiştiiğini göstermiştir. Bunun aksine ölçeklemenin daha yoğun olduğu zamanlarda -CH grubunun etkileşimi belirlenmiştir. X-ışını kırınımının (XRD) sonuçları, alçıtaşının (CaSO₄·2H₂O) zar

üzerinde oluşan tek polimorf olduğunu doğrulamıştır. Su temas açısı analizi, membran üzerindeki alçı taşının hidrofilitliğini arttırdığını ve bunun da suda bulunan diğer iyonlarla tıkanıklık içi/arası etkileşimlerini geliştirebileceğini göstermiştir (Wang *et al.* 2020).

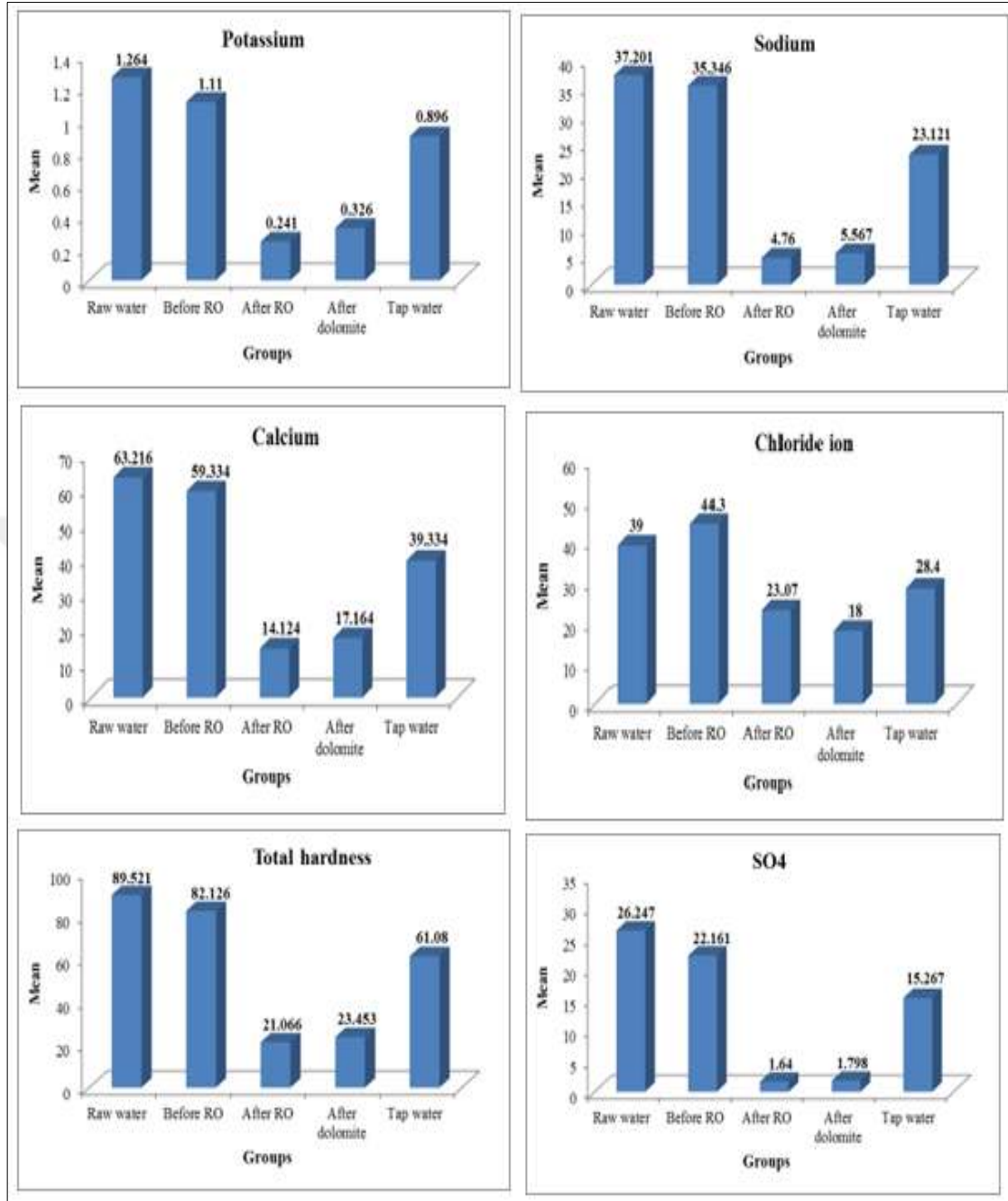
Çalışma sonuçları, ultraviyole ışık ışıması ile kalsiyum hidroksit kullanımının, organik çevre kirleticilerini sudan hızla uzaklaştırmak için çok etkili bir yöntem olabileceğini göstermektedir. Bu durum, su arıtımında kalsiyum hidroksit ve dolomit için yeni bir aşama olarak ele alınmaktadır (Nagase *et al.* 2014).

Klorür (Cl^{-1}), suda bulunan başlıca anyonlardan biridir ve genellikle kalsiyum veya sodyum ile birleştirilir. Hemen hemen tüm klorür tuzları suda yüksek oranda çözünür olduğundan, klorür içeriği 10 ile 100 mg/l arasındadır. Deniz suyu, NaCl olarak 30.000 mg/l'den fazla miktar içerir. Klorür, oluşturduğu bileşikler nedeniyle boruların korozyonuyla ilişkilidir; örneğin, magnezyum klorür ısıtıldığında hidroklorik asit üretebilir. Suyun sodyum klorür içeriği arttıkça, korozyon oranları ve borularda suda çözünen demir oranı artar. Klorür iyonu, demirli metalleri ve alaşımları korozyondan koruyan pasifleştirici filmlerin parçalanmasında da etkilidir ve paslanmaz çeliğin oyuk korozyonunun ana nedenlerinden biridir (Wu *et al.* 2021).

Ters Osmoz, tuz reddetme özelliğinden dolayı klorürün %90- 95'ini giderir. Elektrodializ ve damıtma, suyun klorür içeriğini azaltmak için kullanılabilecek iki işlemdir. İki sütunlu bir deiyonizatörün sonraki kısmı olan güçlü bir baz anyon değiştirici, endüstriyel uygulamalar için klorürleri uzaklaştırmada önemli bir rol oynar (Zhu *et al.* 2022).

Çalışmamızda elde edilen veriler, su dolomitindeki klorür iyonu seviyelerinin ham ve musluk suyuna göre düştüğünü ve bu sonuçların Kelly ve ark., (2020) sonuçlarıyla uyumlu olduğunu göstermiştir. Dolomit sırasıyla %37,2 ve %54 oranında magnezyum karbonat ve %54 oranında kalsiyum karbonat içerir. Dolomit kayasının klorik asit çözeltisinde çözünmesi, HCl/Dolomit molar oranına bağlıdır. HCl/Dolomit'in yüksek molar oranı, magnezyum ve kalsiyumun % ekstraksiyonunun artmasına neden olur.

%100 Magnezyumun ekstraksiyonunu elde etmek için HCl/Dolomit minimum molar oranı 4'tür, bu değer klorik asitte dolomit çözünmesinin stokiyometrik değerine eşittir. Deneyin sonucu, magnezyumun çözünme hızının kalsiyumunkinden daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu, HCl/Dolomit molar oranı 4'ün altında olsa bile, magnezyumun % ekstraksiyonunun neredeyse %100'e ulaşmasını sağlar. Aynı zamanda, % kalsiyum ekstraksiyonunu da düşürür. Dolomitin doğal gözenekli morfolojisi, geniş yüzey alanlı reaksiyon çözünmesini kolaylaştırır. Böylece çözünme reaksiyonu baskın olarak çözünme reaksiyonunun stokiyometrik değerine bağlıdır. Klorik asit çözeltisinde dolomit çözünmesinin başarılı olması, magnezyum oksit elde etmek için daha ileri işlemin devam ettirilebilmesini sağlar. Bir sonraki işlemde, zengin magnezyum-kalsiyum çözeltisinden kısmi çökeltme yöntemi ile magnezyum oksit elde edilebilir (Solihin *et al.* 2018).



Şekil 4.2 Su grupları arasında kimyasal parametrelerin ortalama düzeylerinin karşılaştırılması

Bu çalışmanın sonuçları, su gruplarının ortalama fiziksel parametre seviyeleri ve arıtma süreleri arasında önemli bir fark olmadığını ($p>0,05$) göstermiştir (Çizelge 4.4-4.5 ve Şekil 4.3). Aynı zamanda, RO ve dolomit yöntemleri ile pirifikasyon ve süzme işleminden sonra, fiziksel karakterler ve işlem aylar arasında herhangi bir farklılık

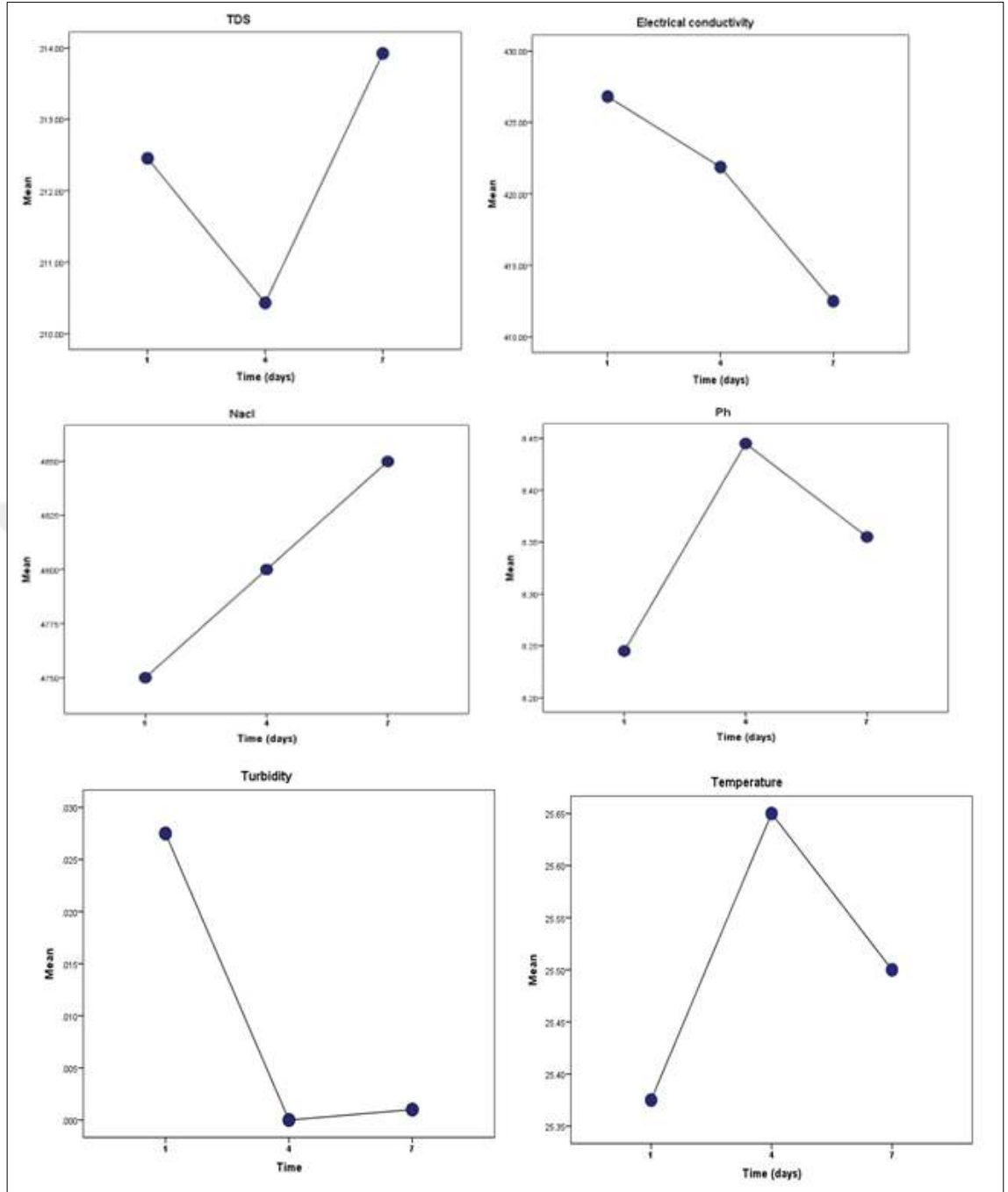
ortaya çıkmamıştır. Ayrıca arıtma süresi suyun fiziksel karakterleri üzerinde hiçbir etki göstermemiştir.

Çizelge 4.4 Anova testi ile fiziksel parametrelerin ortalama düzeyleri ile işlem süresinin karşılaştırılması 1

İşlem Süresi	TDS		E		NaCl	
	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM
(1)MAYIS	212.46	35.84	426,82	71.75	0.48	0.07
(4) HAZİRAN	210.43	34.54	421.88	69.12	0.48	0.07
(7) TEMMUZ	213.93	35.16	412.48	68.41	0.49	0.07
İstatistik	P>0.05		P>0.05		P>0.05	

Çizelge 4.5 Anova testi ile fiziksel parametrelerin ortalama düzeyleri ile işlem süresinin karşılaştırılması 2

İşlem Süresi	pH		Bulanıklık		Sıcaklık	
	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM	Ortalama	SEM
(1)MAYIS	Ağu.25	0.32	0.03	0.02	25.38	0.38
(4) HAZİRAN	Ağu.45	0.38	0	0	25.65	0,51
(7) TEMMUZ	Ağu.36	0.33	0	0	25.May	0.39
İstatistik	P>0.05		P>0.05		P>0.05	



Şekil 4.3 İşlem süresi ve fiziksel parametrelerin ortalama düzeylerinin karşılaştırılması

Bu çalışmanın sonuçları, su arıtma yöntemleri ile ortalama TPC seviyeleri arasında önemli bir fark olduğunu ($p < 0.05$) göstermiştir. Ortalama TPC seviyeleri musluk suyunda (31.75 ± 6.42) üretim yöntemlerine (0.38 ± 0.18) göre daha yüksek olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.4).

Çizelge 4.6 ANOVA testi ile TPC, *E. coli* parametrelerinin ortalama düzeylerinin üretim ve çeşme suyu arasında karşılaştırılması

		N	Ortalama	SEM	P değeri
TPC *	Üretim	8	0.38	0.18	P<0,001***
	Musluk suyu	8	31.75	6.42	
<i>E. coli</i>	Üretim	8	0,00	0,00	p>0.05
	Musluk suyu	8	0,50	0.27	

Mikrobiyal bir perspektiften bakıldığında, içme suyuyla ilgili temel halk sağlığı sorunu bağırsak hastalığıdır (Maal-Bared *et al.* 2008). İçme suyunu kontamine edebilecek tüm enterik patojenleri aramak pratik olmadığı için, mikrobiyal güvenlik, fekal kirlilik göstergelerinin saptanması yoluyla değerlendirilmektedir (Leclerc *et al.* 2001).

Dışkı kirliliğinin mikrobiyal bir göstergesi, insan veya hayvan dışkısında yüksek sayıda bulunan bir organizmadır. Bu organizmanın tespiti, inceleme altındaki su kütlesinin veya dağıtım sisteminin potansiyel fekal (insan veya hayvan) kontaminasyonunu ve bunun sonucunda enterik patojenlerin potansiyel varlığının ortaya çıkmasını sağlar. Bu mikrobiyal göstergeler genellikle insan patojenleri değildir. İçme suyunun mikrobiyal güvenliğinin tespitinde dört ana gösterge kullanılmıştır: Heterotrofik plaka sayıları (HPC), toplam koliform (TC), dışkı koliformu (FC) ve *Escherichia coli* (*E. coli*) (Verhille *et al.* 2013).

E. coli kolayca direnç kazanması nedeniyle antibiyotiklerin antimikrobiyal direncinin süzgeç çalışmaları için iyi bir biyo-gösterge modelidir. Antimikrobiyal duyarlılık testlerinde Hassan *et al.* (2018) tarafından belirlenen yöntem kullanılır. Tespit edilen toplam 13 *E. coli* izolatının, 2'si (%15,4) çoklu ilaca karşı dirençlidir. Bu bulgular Hassan *ve ark.* (2018) tarafından elde edilen veriler ile uyumluluk göstermektedir. Bu nedenle, bir veya daha fazla antimikrobiyal ajana karşı genetik rekombinasyon yoluyla dirençli suşlar ortaya çıkabilir.

İncelenen alanlardaki musluk suyunun hijyenik olmaması farklı kaynaklardan bulaşmış olabilecek *E. coli* gibi istenmeyen bakteriyel kontaminasyon seviyesini açıkça ortaya koymuştur. Musluk suyu örneklerinde patojenik *E. coli* tespiti, evlerde kullanılan suyun halk sağlığına zarar verebileceği gerçeğini ortaya çıkarmıştır (Champa *et al.* 2018).

Araştırmacılar, yaz aylarında buldukları koliform bakteri sayısında mevsimsel farklılıklar olduğunu, bu oligotrofik ortamlarda koliform bakterilerinin maksimum yoğunluğunun 100 ml'de 10^4 bakteriden fazla değerlere ulaştığını göstermiştir. Bu durum sadece yüzeyde değil, aynı zamanda ham suda da (içme suyu üretimi için kullanılır) karşılaşılan ve kış mevsimine göre 4 katlık bir artışa neden olmaktadır. Şu anda tüm su kütlesine, *Lelliottia* veya *Enterobacter* cinsine ait türlerden yalnızca bir veya iki koliform bakteri suşu hâkim olmuştur. Almanya'nın her yerindeki farklı rezervuarlarda yakından ilişkili suşlar bulunmuştur. Bunlara ek olarak, mikrobiyal topluluğu *Actinobacteriota*, *Bacteroidota* ve *Proteobacteria*'nın hâkim olduğunu ve kitlesel çoğalma dönemlerinde önemli ölçüde değişmediği ortaya çıkmıştır. Enterobakteriler mikrobiyal topluluğun yalnızca %0,04'ünü oluşturmaktadır (Reitter *et al.* 2021).

Çeşitli su dağıtım sistemlerinde heterotrofik bakteriler tarafından biyofilm oluşumu, içme suyunun kirlenmesine ve çeşitli fırsatçı patojenlerin bulaşmasına neden olabilir. DSÖ, insan sağlığı için potansiyel endişe yaratan spesifik heterotrofları tanımlamak için moleküler tekniklerin kullanılmasını önermektedir (WHO 2017). Su endüstrileri için en iyi strateji, Heterotrofik plaka sayısı (HPC) seviyelerini düzenli olarak izlemektir. Çoğu üretici, düzenli olarak planlanmış incelemeler yapar ve arızadurumunda test eder. Bu tür bir izleme, uluslararası ISO 9000 standardına dayanan resmi bir yapıya sahiptir. Çalışma sonuçları, toplam mikrobiyal yükün değerlendirilmesine dayalı uyarı ve alarm eşik değerlerinin belirlenmesine izin vererek, uzay ve Dünya için yenilikçi su izleme yaklaşımlarını geliştirmek ve test etmek için bir veri setinin oluşumunu sağlamaktadır. Ekimden bağımsız teknikler, uzay aracının gemideki su kalitesinin (neredeyse) gerçek zamanlı olarak yönetilmesine yardımcı olabilir ve sonuçta mikrobiyal yük zirveleri hakkında anında uyarı sağlayarak mürettebatın yanıt verebilirliğini artırabilir (Amalfitano *et al.* 2018).

Araştırmacılar, içme suyu dağıtım sistemlerinde yaygın olarak bulunan bakteriyel ve fungal taksonların, örneğin filtrelemeyi takiben *Sfingomonas* ve dezenfeksiyonu takiben *Leptospirillum* ve *Penicillium* gibi arıtma işlemi yoluyla zenginleştiğini gözlemlemişlerdir. Çalışma sonuçları, merkezi içme suyu arıtma süreçlerinin, topluluk üyelerinin seçimi yoluyla nihai içme suyu mikrobiyal topluluğunu şekillendirdiğini ve bakteri topluluğunun öncelikle dezenfeksiyondan kaynaklandığını, ökaryotik topluluğun ise öncelikle fiziksel arıtma süreçleriyle kontrol edildiğini göstermektedir (Ma *et al.* 2017).

Anket sonuçları, güvenli içme suyuna katkıda bulunan temel temizlik ve hijyen uygulamaları konusunda halk arasında farkındalık ve bilgi yayma ihtiyacını ve kamu su dağıtıcılarının temizleme programlarının daha sıkı izlenmesine duyulan ihtiyacı vurgulamıştır (Semerjian *et al.* 2020).

Yapılan çalışmalar, RO beslemesindeki ve sızan maddedeki bakteri sayımlarının gerçek zamanlı çevrimiçi izlenmesini göstermektedir. Gerçek zamanlı bakteriyel izleme, RO tedavisi ile bakteriyel kirleticilerin sürekli olarak uzaklaştırılmasını sağlamak için çevrimiçi bir bakteri sayımı profili sağlamıştır.

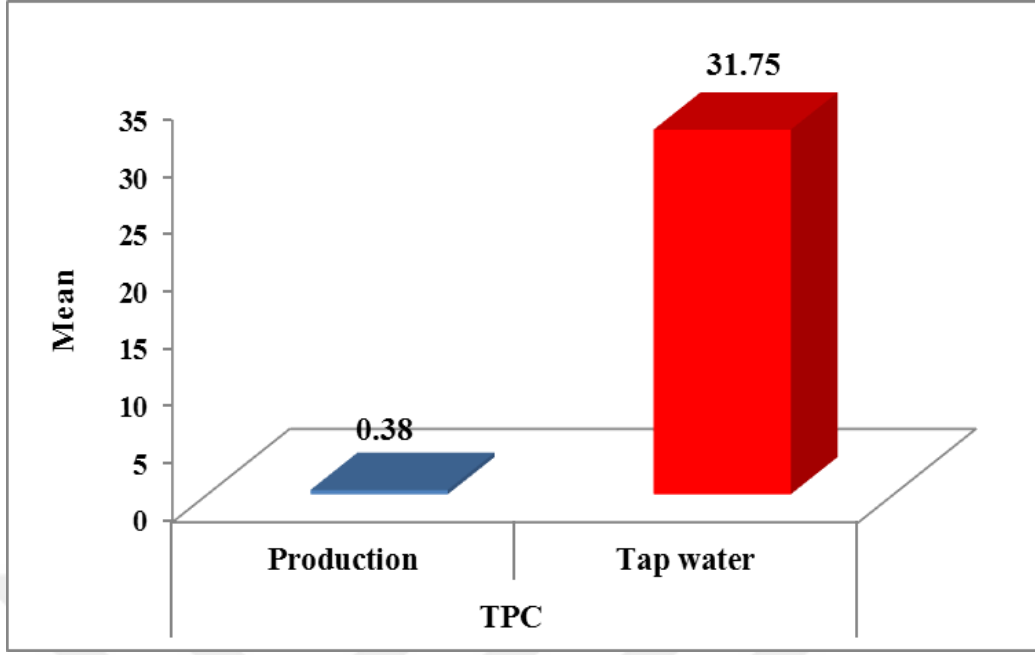
Çevrimiçi izlemenin çok yönlülüğünü belirlemek için farklı su matrislerine ve bakteri konsantrasyonlarına sahip atık suların kullanıldığı ileri yöntemler gereklidir. Gerçek zamanlı bakteriyolojik sayım teknolojisinin diğer tekniklere göre üç avantajı vardır: (a) Gerçek zamanlı bakteriyolojik sayaçlar, *Escherichia coli* gibi tek bir indikatör mikroorganizmayı ölçmek için geleneksel yöntemden farklı olan optik teknikler kullanılarak tüm bakteriler tarafından üretilen biyobelirteçleri ölçer; (b) Hem biyolojik hem de biyolojik olmayan parçacıkları ölçer ve aralarında ayırım yapabilir; (c) Bakteri hücrelerini çok düşük konsantrasyonlarda gerçek zamanlı olarak ölçebilir (Fujioka *et al.* 2018).

Akış sitometrisi (FCM), içme suyu dağıtım sistemindeki (DWDS) biyolojik stabiliteyi değerlendirmek için aynı anda paralel olarak çalıştırılmıştır. Akış sitometrik verileri, geleneksel su kalitesi saptama yöntemleriyle (HPC ve toplam koliformlar)

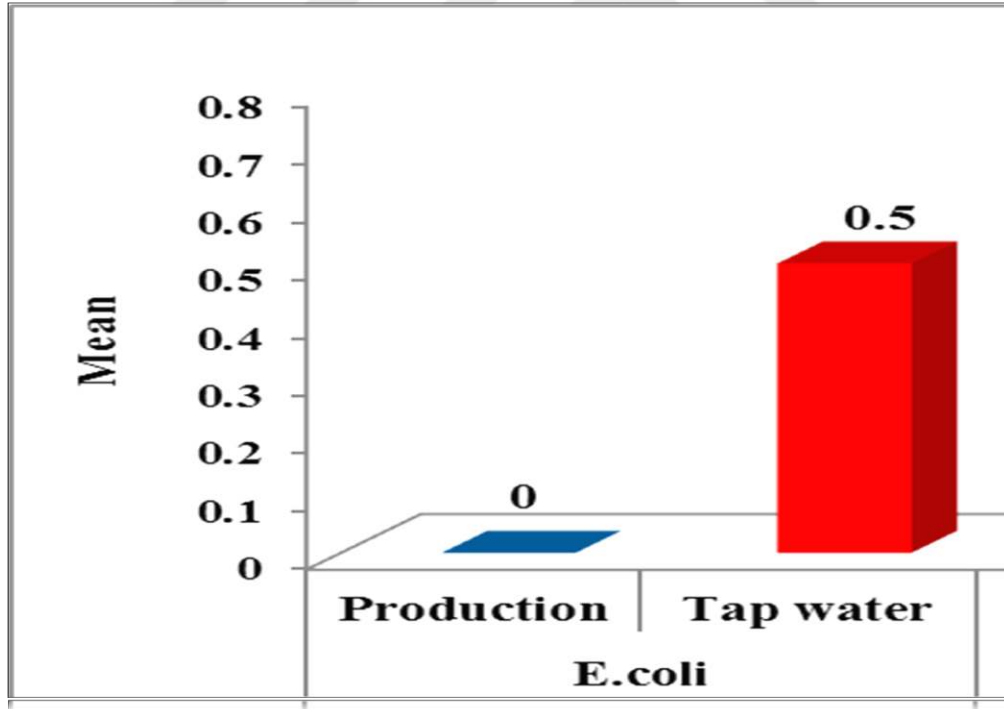
karşılaştırılmıştır. Heterotrofik plaka sayıları (HPC'ler) ve toplam koliformlar sürekli olarak belirlenen limitlerinin seyretmiştir, FCM ise saptanabilir toplam hücre sayısı verilerini oluşturarak içme suyundaki değişikliklerin hem zamanla hem de dağıtım sırasında ölçülmesini sağlamıştır. Sonuçlar, DWDS'lerin uyum izleme ve risk değerlendirmesinde için bir araç olarak kullandığı FCM'nin değerini göstermektedir (Farhat *et al.* 2020).

Nehir kıyısı filtreleme (RBF) süreci, nehir suyundaki mikrobiyal kirleticilerin risklerini önemli ölçüde azaltabilir. Bir ürünün insan tüketimi için güvenli olup olmadığını belirlemek için mikrobiyolojik sınırlardan yararlanılabilir (Ghazal *et al.* 2022).

Mısır'da güvenli ve temiz suyun mevcudiyeti ciddi bir sorundur. Su arıtma tesislerinin işletme verimliliğinin bozulması ve ülkenin her yerindeki su arıtma tesisleri için farklı yerlerdeki kirlilik türleriyle uyumlu olmayan tek bir sabit sistemin kullanılması Mısır'daki içme suyunun önemli sorunlarıdır. Bu çalışmada mikrobiyal grupların tespiti, arıtma yönteminin verimsizliğine, dağıtım sırasında kontaminasyona veya dağıtım sisteminin borularında dahili mikrobiyal kontaminasyonun varlığına bağlanabilir. Bu nedenle su kaynağının hijyenik kalitesini kontrol etmek için dağıtım sistemine giren suyun ve dağıtım sistemindeki suyun bakteriyolojik muayenesinin sık ve düzenli olarak yapılması önerilmektedir (El-Sheekh and Hamoud 2021).



Şekil 4.4 Üretim ve musluk suyu arasındaki ortalama TPC, *E. coli* parametrelerinin karşılaştırılması (1)



Şekil 4.5 Üretim ve musluk suyu arasındaki ortalama TPC, *E. coli* parametrelerinin karşılaştırılması (2)

Bu çalışmanın sonuçları, ortalama Toplam bektrie sayısı, *E. coli* parametreleri ve aylar arasında anlamlı fark olmadığını ($p>0,05$) göstermiştir. Mayıs ayının diğer aylara göre

en yüksek ortalama TPC (18.00 ± 9.708), haziran ayı diğer aylara göre daha yüksek *E. coli* (0.40 ± 0.010) ortalama seviyeleri tespit edilmiştir (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 ANOVA testi ile aylar arası Toplam baktérie sayısı ve *E. coli* parametrelerinin ortalama düzeylerinin karşılaştırılması

		N	ortalama	SEM	p değeri
TPC	Mayıs	5	18.00	9.708	p>0.05
	Haziran	5	13.60	9.755	
	Temmuz	5	13.60	6.384	
<i>E. coli</i>	mayıs	5	0.12	0.001	p>0.05
	Haziran	5	0.4	0.10	
	Temmuz	5	0.2	0.10	

İçme suyunun farklı aylarda arıtılmasının toplam baktérie sayısı ve *E. coli* düzeylerinin düşmesinde önemli rol oynadığını göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuçlara göre, inceleme alanındaki Zab Nehri'nin sularının ılık tipte olduğunu göstermektedir. Çalışma süresi boyunca, Zab Nehri'nin suları alkali olma eğiliminde olarak tespit edilmiştir. Mevcut çalışma, bitki içinde gerçekleşen ters ozmoz ve dolomit filtrasyon işlemlerinin, birçok fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellik üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Çalışma kapsamındaki istasyondan çıkan su, Dünya Sağlık Örgütü ve Irak çevresi tarafından belirlenen spesifikasyonlar dahilinde olarak belirlenmiştir. Kalsiyum, diğer alkali elementler arasında en yüksek konsantrasyonu sahip olurken, bunu sodyum ve potasyum izlemiştir.

Su şebekelerinin zarar görmesi, evlere sağlanan suyun kalitesini ve özelliklerini olumsuz etkileyerek, özellikle bakteri ve mantar gibi bakteriyolojik özelliklerde artışa neden olmaktadır.

Bu çalışmada yapılan analizler dayalı olarak öneriler vurgulanabilir.

- Kanalizasyonun nehre ulaşmadan önce arıtılması
- Su arıtma tesislerinin sürekli ve periyodik bakımlarının yapılması
- Su arıtma konusunda deneyimli kişilerin yardımıyla uzman teknisyenlerin denetimi
- Şehir su dağıtım şebekelerinin bakımı
- İçme suyunun geçerliliği konusunda çevre medyasına dikkatini çekmek ve içme suyuna evsel ve endüstriyel atıkların atılmasını önlemek.

KAYNAKLAR

- Abbas, A. H. A., Dawood, A. S. and Al-Hasan, Z. M. 2017. Evaluation of groundwater quality for drinking purpose in basrahgovernorate by using application of water quality index. *Kufa Journal of Engineering*, 8(1): 77-81.
- Adu-Manu, K. S., Tapparello, C., Heinzelman, W., Katsriku, F. A. and Abdulai, J. D. 2017. Water quality monitoring using wireless sensor networks: Current trends and future research directions. *ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN)*, 13(1): 1-41.
- Agrawal, Y., Gupta, T. and Sharma, R. K. 2022. Strength and durability assessment of concrete containing dolomite quarry waste as fine aggregate. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, 24(1): 268-286.
- Ahmad, A. L., Ooi, B. S., Mohammad, A. W., Choudhury, J. P. 2004. Development of a highly hydrophilic nanofiltration membrane for desalination and water treatment. *Desalination*, 168, 215-221.
- Akhmedova-Azizova, L. A., Mammedova, M., Nazhafov, G., Talybov, M. A. and Abdulagatov, I. M. 2022. Measurements and Reference Correlation of the Density and Speed of Sound and Derived Thermodynamic Properties of Methyl Laurate and Methyl Stearate. *Journal of Chemical and Engineering Data*, 67(3): 580-593.
- Al-Gabr, H. M., Zheng, T. and Yu, X. 2014. Fungi contamination of drinking water. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology Volume 228*: 121-139.
- Alig, F. A. 2018. Evolution of water purification methods. *International Journal of Unani and Integrative Medicine*, 2(2): 108-116.
- Al-Rabadi, G. 2017. Minerals composition of wells water in Karak, Jordan and their relation to tolerance limits in dairy cattle. *J. Livestock Sci.*, 8: 187-190.
- Alrabadi, N., Al-Rabadi, G. J. and Alzoubi, K. H. 2019. Ions composition of waste water after reverse osmosis filtration of drinking water: risk analysis and contribution to mineral nutrition. *Journal of Applied Animal Research*, 47(1): 582-585.

- Al-Zughaiby, H. H. S., Jawad, H. J. and Al-Awadi, J. H. H. 2020. The relationship between concentrations of some trace elements in the Euphrates River of Iraq. In AIP Conference Proceedings, 2290(1): 020044.
- Amalfitano, S., Levantesi, C., Garrelly, L., Giacosa, D., Bersani, F. and Rossetti, S. 2018. Water quality and total microbial load: a double-threshold identification procedure intended for space applications. *Frontiers in Microbiology*, 9: 2903.
- Amini, A., Kim, Y., Zhang, J., Boyer, T. and Zhang, Q. 2015. Environmental and economic sustainability of ion exchange drinking water treatment for organics removal. *Journal of Cleaner Production*, 104: 413-421.
- Andreottola, G., Foladori, P. and Ragazzi, M. 2001. On-line control of a SBR system for nitrogen removal from industrial wastewater. *Water Science and Technology*, 43(3): 93-100.
- Anju, A., Ravi S, P. and Bechan, S. 2010. Water pollution with special reference to pesticide contamination in India. *Journal of Water Resource and Protection*, 2(5): 1793- 1800.
- Appannagari, R. R. 2017. Environmental pollution causes and consequences: a study. *North Asian International Research Journal of Social Science and Humanities*, 3(8): 151-161.
- Ashfaq, M. Y., Al-Ghouti, M. A., Da'na, D. A., Qiblawey, H. and Zouari, N. 2020. Investigating the effect of temperature on calcium sulfate scaling of reverse osmosis membranes using FTIR, SEM-EDX and multivariate analysis. *Science of The Total Environment*, 703: 134726.
- Adu-Manu, K. S., Tapparelo, C., Heinzelman, W., Katsriku, F. A., Abdulai, J. D. 2017. Water quality monitoring using wireless sensor networks: Current trends and future research directions. *ACM Transactions on Sensor Networks (TOSN)*, 13(1), 1-41.
- Azimi, A., Azari, A., Rezakazemi, M. and Ansarpour, M. 2017. Removal of heavy metals from industrial wastewaters: a review. *ChemBioEng Reviews*, 4(1): 37-59.
- Aziz, H. A. and Smith, P. G. 1996. Removal of manganese from water using crushed dolomite filtration technique. *Water Research*, 30(2): 489-492.
- Balnavé, D. and Zhang, D. 1993. Research note: responses of laying hens on saline drinking water to dietary supplementation with various zinc compounds. *Poultry*

- Science, 72(3): 603-606.
- Banerjee, P. and Prasad, B. 2020. Determination of concentration of total sodium and potassium in surface and ground water using a flame photometer. *Applied Water Science*, 10(5): 1-7.
- Bargeman, G. 2022. Creating saturated sodium chloride solutions through osmotically assisted reverse osmosis. *Separation and Purification Technology*, 293: 121113.
- Belkacem, M., Bensadok, K., Refes, A., Charvier, P. M. and Nezzal, G. 2008. Water produce for pharmaceutical industry: role of reverse osmosis stage. *Desalination*, 221(1-3): 298-302.
- Besner, M. C., Prévost, M. and Regli, S. 2011. Assessing the public health risk of microbial intrusion events in distribution systems: conceptual model, available data, and challenges. *Water Research*, 45(3): 961-979.
- Bhatnagar, A., Hogland, W., Marques, M. and Sillanpää, M. 2013. An overview of the modification methods of activated carbon for its water treatment applications. *Chemical Engineering Journal*, 219: 499-511.
- Braschi, A., Gill, L. and Naismith, D. J. 2009. Partial substitution of sodium with potassium in white bread: feasibility and bioavailability. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(6): 507-521.
- Buob, A., Luth, R. W., Schmidt, M. W. and Ulmer, P. 2006. Experiments on CaCO_3 - MgCO_3 solid solutions at high pressure and temperature. *American Mineralogist*, 91(2-3): 435-440.
- Cantor, A. F., Park, J. K. and Vaiyavatjamai, P. 2003. Effect of chlorine on corrosion in drinking water systems. *Journal-American Water Works Association*, 95(5): 112-123.
- Chai, Y., Qin, P., Zhang, J., Wu, Z., Li, T., Xu, W. and Sun, H. 2020. Experimental study and application of dolomite aeration oxidation filter bed for the treatment of acid mine drainage. *Minerals Engineering*, 157: 106560.
- Champa, H. and Kabir, S. L. 2018. Microbial analysis of tap water collected from selected upazillas of Jamalpur, Tangail, Kishoreganj and Netrokona districts of Bangladesh. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, 4(2): 193-200.
- Chupakov, A. V., Pokrovsky, O. S., Moreva, O. Y., Shirokova, L. S., Neverova, N. V., Chupakova, A. A. and Vorobyeva, T. Y. 2020. High resolution multi-annual

- riverine fluxes of organic carbon, nutrient and trace element from the largest European Arctic river, Severnaya Dvina. *Chemical Geology*, 538: 119491.
- Cohen, H. and Kaczmarek, S. 2017. Evaluating the effects of fluid NaCl and KCl concentrations on reaction rate, major cation composition, and cation ordering during high-temperature dolomitization experiments. In *Geological Society of America, Abstracts with Programs*, 182: 146.
- Conti, G. O. and Fiore, M. 2013. Potassium (K). *Health Effects of Metals and Related Substances in Drinking Water*, 82: 130-141.
- de Medeiros, A. D. L. M., da Silva Junior, C. J. G., de Amorim, J. D. P., do Nascimento, H. A., Converti, A., Costa, A. F. D. S. and Sarubbo, L. A. 2021. Biocellulose for treatment of wastewaters generated by energy consuming industries: A review. *Energies*, 14(16): 5066.
- Deng, A., Xie, R., Gomez, M., Adin, A., Ong, C. N. and Hu, J. 2014. Impact of pH level and magnesium addition on corrosion of re-mineralized seawater reverse osmosis membrane (SWRO) product water on pipeline materials. *Desalination*, 351: 171-183.
- Dinka, M. O. 2018. Safe drinking water: concepts, benefits, principles and standards. *Water challenges of an urbanizing world*, intechopen, London, 13(7):163-181.
- Ebrahim, M. A., Karan, S. and Livingston, A. G. 2020. On the influence of salt concentration on the transport properties of reverse osmosis membranes in high pressure and high recovery desalination. *Journal of Membrane Science*, 594: 117339.
- Egbueri, J. C., Ameh, P. D. and Unigwe, C. O. 2020. Integrating entropy-weighted water quality index and multiple pollution indices towards a better understanding of drinking water quality in Ojoto area, SE Nigeria. *Scientific African*, 10: e00644.
- El-Sheekh, M. M. and Hamoud, M. M. 2021. Phycological and bacteriological assessment of drinking water in schools of Tanta city, Egypt. *Water Science and Technology*, 84(10-11): 3018-3039.
- Farhat, N., Kim, L. H. and Vrouwenvelder, J. S. 2020. Online characterization of bacterial processes in drinking water systems. *NPJ Clean Water*, 3(1): 1-7.

- Fayaz, S. M. H., Mafigholami, R., Razavian, F. and Ghasemipanah, K. 2019. Correlations between silt density index, turbidity and oxidation-reduction potential parameters in seawater reverse osmosis desalination. *Water Science and Engineering*, 12(2): 115-120.
- Finkelman, R. B., Skinner, H. C. W., Plumlee, G. S. and Bunnell, J. E. 2001. Medical geology. *Geotimes*, 46(11): 20-23.
- Fujioka, T., Hoang, A. T., Aizawa, H., Ashiba, H., Fujimaki, M. and Leddy, M. 2018. Real-time online monitoring for assessing removal of bacteria by reverse osmosis. *Environmental Science & Technology Letters*, 5(6): 389-393.
- Gabellone, T. and Whitaker, F. 2016. Secular variations in seawater chemistry controlling dolomitization in shallow reflux systems: insights from reactive transport modelling. *Sedimentology*, 63(5): 1233-1259.
- Galizia, A., Mamo, J., Blandin, G., Verdaguer, M., Comas, J., Rodriguez-Roda, I. and Monclus, H. 2021. Advanced control system for reverse osmosis optimization in water reuse systems. *Desalination*, 518: 115284.
- Galvín, R. M. and Mellado, J. M. R. 1998. Potassium permanganate as pre-oxidant in a reverse osmosis water plant. *Water Sa*, 24(4): 361-363.
- Greenlee, L. F., Testa, F., Lawler, D. F., Freeman, B. D. and Moulin, P. 2010. The effect of antiscalant addition on calcium carbonate precipitation for a simplified synthetic brackish water reverse osmosis concentrate. *Water Research*, 44(9): 2957-2969
- Gu, G., Luo, Z., Cevallos-Cevallos, J. M., Adams, P., Vellidis, G., Wright, A. and van Bruggen, A. H. 2013. Factors affecting the occurrence of *Escherichia coli* O157 contamination in irrigation ponds on produce farms in the Suwannee River Watershed. *Canadian Journal of Microbiology*, 59(3): 175-182
- Haji Omar, K. and Vilcaez, J. 2020. A new dolomite filtration method to remove heavy metals from produced water. In AGU Fall Meeting Abstracts, pp. H031-0007.
- Hall, E. L. and Dietrich, A. M. 2000. A brief history of drinking water. *Opflow*, 26(6): 46-49.
- Hassan, M. S., Kabir, S. L., Sarker, Y. A. and Rahman, M. T. 2018. Bacteriological assessment of tap water collected from different markets of Mymensingh, Gazipur and Sherpur districts of Bangladesh with special focus on the molecular detection

- and antimicrobial resistance of the isolated *Escherichia coli*. *Asian-Australasian Journal of Food Safety and Security*, 2(1): 21-28.
- Heaney, R. P. and Dowell, M. S. 1994. Absorbability of the calcium in a high-calcium mineral water. *Osteoporosis International*, 4(6): 323-324.
- Islam, M. R., Sarkar, M. K. I., Afrin, T., Rahman, S. S., Talukder, R. I., Howlader, B. K. and Khaleque, M. A. 2016. A study on total dissolved solids and hardness level of drinking mineral water in Bangladesh. *Am. J. Appl. Chem.*, 4(5): 164-169.
- Jamal, I. I. and Ahmed, A. D. 2022. AN ecological study on algae in altun kupri district–Kirkuk City/Iraq. *British Journal of Global Ecology and Sustainable Development*, 9: 40-56.
- Jamaly, S., Darwish, N. N., Ahmed, I. and Hasan, S. W. 2014. A short review on reverse osmosis pretreatment technologies. *Desalination*, 354: 30-38.
- Jayaswal, K., Sahu, V. and Gurjar, B. R. 2018. Water pollution, human health and remediation. In *Water remediation*, pp. 11-27. Singapore.
- Jiang, L., Tu, Y., Li, X., & Li, H. (2018). Application of reverse osmosis in purifying drinking water. In *E3S Web of Conferences*, 38: 01037.
- Jin, X., Jawor, A., Kim, S. and Hoek, E. M. 2009. Effects of feed water temperature on separation performance and organic fouling of brackish water RO membranes. *Desalination*, 239(1-3): 346-359.
- Judd, S. J. and Hillis, P. 2001. Optimisation of combined coagulation and microfiltration for water treatment. *Water Research*, 35(12): 2895-2904.
- Jun, B. M., Yun, E. T., Han, S. W., Nguyen, T. P. N., Park, H. G. and Kwon, Y. N. 2014. Chlorine disinfection in water treatment plants and its effects on polyamide membrane. *Membrane Journal*, 24(2): 88-99.
- Karkush, M. O., Ahmed, M. D. and Al-Ani, S. M. 2019. Magnetic field influence on the properties of water treated by reverse osmosis. *Engineering Technology Applied Science Research*, 9(4): 4433-4439.
- Kavanagh, J. M., Hussain, S., Chilcott, T. C. and Coster, H. G. L. 2009. Fouling of reverse osmosis membranes using electrical impedance spectroscopy: measurements and simulations. *Desalination*, 236(1-3): 187-193.
- Khether, S. I., Khalaf, H. H. and Hassan, I. T. 2019. Measuring Total Dissolved Solids (TDS) and Electrical Conductivity (EC) in Domestic Wells Water in some

- Regions of Mosul City. College Of Basic Education Researches Journal, 15(3).
- Kim, D. H., Park, S., Yoon, Y. and Park, C. M. 2018. Removal of total dissolved solids from reverse osmosis concentrates from a municipal wastewater reclamation plant by aerobic granular sludge. *Water*, 10(7): 882.
- Kitchener, B. G., Wainwright, J. and Parsons, A. J. 2017. A review of the principles of turbidity measurement. *Progress in Physical Geography*, 41(5): 620-642.
- Konieczny, K., Szałkol, D., Płonka, J., Rajca, M. and Bodzek, M. 2009. Coagulation ultrafiltration system for river water treatment. *Desalination*, 240(1-3): 151-159.
- Krieger, N. 2003. Latin American social medicine: the quest for social justice and public health. *American Journal of Public Health*, 93(12): 1989-1991.
- Leclerc, H. D. A. A., Mossel, D. A. A., Edberg, S. C. and Struijk, C. B. 2001. Advances in the bacteriology of the coliform group: their suitability as markers of microbial water safety. *Annual Review of Microbiology*, 55: 201.
- Lee, E. J., and Schwab, K. J. 2005. Deficiencies in drinking water distribution systems in developing countries. *Journal of water and health*, 3(2), 109-127.
- Li, W., Van der Bruggen, B. and Luis, P. 2014. Integration of reverse osmosis and membrane crystallization for sodium sulphate recovery. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 85: 57-68.
- Liu, S., Gunawan, C., Barraud, N., Rice, S. A., Harry, E. J. and Amal, R. 2016. Understanding, monitoring, and controlling biofilm growth in drinking water distribution systems. *Environmental Science and Technology*, 50(17): 8954-8976.
- Lu, Y., Song, S., Wang, R., Liu, Z., Meng, J., Sweetman, A. J. and Wang, T. 2015. Impacts of soil and water pollution on food safety and health risks in China. *Environment International*, 77: 5-15.
- Ma, X., Vikram, A., Casson, L. and Bibby, K. 2017. Centralized drinking water treatment operations shape bacterial and fungal community structure. *Environmental Science and Technology*, 51(13): 7648-7657.
- Maal-Bared, R., Bartlett, K. H. and Bowie, W. R. 2008. Dealing with waterborne disease in Canada: challenges in the delivery of safe drinking water. *Reviews on Environmental Health*, 23(2): 119-134.
- Madhav, S., Ahamad, A., Singh, A. K., Kushawaha, J., Chauhan, J. S., Sharma, S. and Singh, P. 2020. Water pollutants: sources and impact on the environment and

- human health. *Sensors in Water Pollutants Monitoring: Role of Material*, 13(2): 43-62.
- Morrison, M. L. 2001. A proposed research emphasis to overcome the limits of wildlife-habitat relationship studies. *The Journal of Wildlife Management*, 11(7): 613-623.
- Nagase, H., Tsujino, H., Kurihara, D., Saito, H. and Kawase, M. 2014. A role for calcium hydroxide and dolomite in water: Acceleration of the reaction under ultraviolet light. *Chemosphere*, 101: 8-14.
- Ono, S. and Mibe, K. 2015. Influence of pressure and temperature on the electrical conductivity of dolomite. *Physics and Chemistry of Minerals*, 42(9): 773-779.
- Owa, F. W. 2014. Water pollution: sources, effects, control and management. *International Letters of Natural Sciences*, 3: 1-6
- Palanisamy, P. N., Geetha, A., Sujatha, M., Sivakumar, P. and Karunakaran, K. 2007. Assessment of ground water quality in and around gobichettipalayam town erode district, Tamilnadu. *E-Journal of Chemistry*, 4(3): 434-439.
- Pauline, B. and Hald, M. 1946. The flame photometer for the measurement of sodium and potassium in biological materials. *The journal of biological chemistry*. From the Department of Internal Medicine, Yale University School of Medicine, New Haven. (USA), 11(3): 499-510.
- Pendashteh, A. R., Abdullah, L. C., Fakhru'l-Razi, A., Madaeni, S. S., Abidin, Z. Z. and Biak, D. R. A. 2012. Evaluation of membrane bioreactor for hypersaline oily wastewater treatment. *Process Safety and Environmental Protection*, 90(1): 45-55.
- Piemonte, V., Prisciandaro, M., Mascis, L., Di Paola, L. Barba, D. 2015. Reverse osmosis membranes for treatment of produced water: a process analysis. *Desalination and Water Treatment*, 55(3): 565-574.
- Pimentel, D., Berger, B., Filiberto, D., Newton, M., Wolfe, B., Karabinakis, E., Nandagopal, S. 2004. Water resources: agricultural and environmental issues. *BioScience*, 54(10), 909-918.
- Ratto, A., Dutka, B. J., Vega, C., Lopez, C. and El-Shaarawi, A. 1989. Potable water safety assessed by coliphage and bacterial tests. *Water Research*, 23(2): 253-255.
- Reddy, S. R. S., Karnena, M. K., Yalakala, S. and Saritha, V. 2020. Biological Treatability of Low Total Dissolved Solids (LTDS) Using SBR as a Pre-Treatment for Reverse Osmosis. *Journal of Water Resource and Protection*, 12(2):

135-154.

- Reitter, C., Petzoldt, H., Korth, A., Schwab, F., Stange, C., Hambsch, B. and Hügler, M. 2021. Seasonal dynamics in the number and composition of coliform bacteria in drinking water reservoirs. *Science of The Total Environment*, 787: 147539.
- Reynolds, C. S. 2009. Phosphorus and the eutrophication of lakes a personal view. In *Phosphorus in the Environment: its Chemistry and Biochemistry*, Ciba Foundation Symp, 57: 201-228.
- Rupal, M., Tanushree, B. and Sukalyan, C. 2012. Quality characterization of groundwater using water quality index in Surat city, Gujarat, India. *International Research Journal of Environment Sciences*, 1(4): 14-23.
- Sadeddin, K., Naser, A. and Firas, A. 2011. Removal of turbidity and suspended solids by electro-coagulation to improve feed water quality of reverse osmosis plant. *Desalination*, 268(1-3): 204-207.
- Semerjian, L., Ibrahim, M. M. and Alkhateri, B. M. 2020. A comparative study of microbial contamination between public institutional and private residential bottled water dispensers. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(4): 1-6.
- Shah, M. P. 2017. Waste water pollution. *J. Appl. Biomater. Biomech.*, 3(1): 262-263.
- Sharma, K., Ganigue, R. and Yuan, Z. 2013. pH dynamics in sewers and its modeling. *Water Research*, 47(16): 6086-6096.
- Sharma, M. K. and Kumar, M. 2020. Sulphate contamination in groundwater and its remediation: an overview. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2): 1-10.
- Singh, S. and Varshney, M. 2013. Evaluation of Functioning of Waste Water Treatment Plant at Chandrawati Education Society, Jaipur: A Case Study. *Evaluation*, 2(2): 127-139.
- Solanki, Y. S., Agarwal, M. and Gupta, A. B. 2022. Development of an integrating coagulation and reverse osmosis system to treat highly turbid water using synthesized coagulants. *Water Science and Technology*, 85(2): 562-577.'
- Solihin, I. and Mubarak, M. Z. 2018. Dissolution profile of dolomite in chloric acid solution: The effect of chloric acid concentration and pulp density. In *AIP Conference Proceedings*, 1964(1): 020022.

- Sun, K., Rajabtabar, M., Samadi, S., Rezaie-Balf, M., Ghaemi, A., Band, S. S. and Mosavi, A. 2021. An integrated machine learning, noise suppression, and population-based algorithm to improve total dissolved solids prediction. *Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics*, 15(1): 251-271.
- Towler, E., Rajagopalan, B., Summers, R. S. and Yates, D. 2010. An approach for probabilistic forecasting of seasonal turbidity threshold exceedance. *Water Resources Research*, 46(6): 88-92.
- Toyama, K. and Terakado, Y. 2015. Differential dissolution technique for the geochemical separation of the calcite and dolomite of dolomitic limestones. *Geochemical Journal*, 49(5): 567-570.
- Tsakiris, G. and Alexakis, D. 2012. Water quality models: An overview. *European water*, 37: 33-46.
- Verhille, S. 2013. Understanding microbial indicators for drinking water assessment: interpretation of test results and public health significance. *National Collaborating Centre for Environmental Health*, 11(2): 1-12.
- Wang, B. B. 2021. Research on drinking water purification technologies for household use by reducing total dissolved solids (TDS). *Plos One*, 16(9): e0257865.
- Wang, S. Y., Chen, Y. F., Zhou, H., Xu, X. H. and Cheng, L. H. 2020. Calcium carbonate scaling in forward osmosis for textile reverse osmosis concentrate treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 35: 101181.
- Watkins, S. 2008. Water: Identifying and correcting challenges. *Avian Advice*, 10(3): 10-15.
- Watkins, S. E., Fritts, C. A., Yan, F., Wilson, M. L. and Waldroup, P. W. 2005. The interaction of sodium chloride levels in poultry drinking water and the diet of broiler chickens. *Journal of Applied Poultry Research*, 14(1): 55-59.
- Weber Jr, W. J. 2002. Distributed optimal technology networks: a concept and strategy for potable water sustainability. *Water science and technology*, 46(6-7), 241-246.
- Whelton, A. J., Dietrich, A. M., Burlingame, G. A., Schechs, M. and Duncan, S. E. 2007. Minerals in drinking water: impacts on taste and importance to consumer health. *Water Science and Technology*, 55(5): 283-291.

- Wimalawansa, S. J. 2016. Effect of Water Hardness on Non-Communicable Diseases. Including Chronic Kidney Dis-ease of Multifactorial Origin (CKDmfo/CKDuo), 1-11.
- Wu, D., Hu, Y., Liu, Y. and Zhang, R. 2021. Review of Chloride Ion Detection Technology in Water. *Applied Sciences*, 11(23): 11137.
- Wu, S. and Maskaly, J. 2018. Study on the effect of total dissolved solids (TDS) on the performance of an SBR for COD and nutrients removal. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 53(2): 146-153.
- Wu, S., Wallace, S., Brix, H., Kuschik, P., Kirui, W. K., Masi, F. and Dong, R. 2015. Treatment of industrial effluents in constructed wetlands: challenges, operational strategies and overall performance. *Environmental Pollution*, 201: 107-120.
- Xiang, R. P., Sun, W. D., Zhang, K. C., Li, J. C., Wang, J. Y. and Wang, X. L. 2004. Sodium chloride-induced acute and chronic pulmonary hypertension syndrome in broiler chickens. *Poultry Science*, 83(5): 732-736.
- Yan, Z. W. and Zhang, Z. W. 2009. The effect of chloride on the solubility of calcite and dolomite. *Hydrogeology & Engineering Geology*, 36(1): 113-118.
- Zak, D., Hupfer, M., Cabezas, A., Jurasinski, G., Audet, J., Kleeberg, A. and Goldammer, T. 2021. Sulphate in freshwater ecosystems: A review of sources, biogeochemical cycles, ecotoxicological effects and bioremediation. *Earth-Science Reviews*, 212: 103446.
- Zhu, M., Tan, Z., Ji, X. and He, Z. 2022. Removal of sulfate and chloride ions from reverse osmosis concentrate using a two-stage ultra-high lime with aluminum process. *Journal of Water Process Engineering*, 49: 103033.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı ve Soyadı : Ruya Najat Abdulrahman ABDULRAHMAN

Eğitim

Yüksek Lisans	Çankırı Karatekin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı	2021-2024
Lisans	Kerkük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya bölümü	2009-2013