

T.C.
SİİRT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SİİRT ÜNİVERSİTESİ KEZER KAMPÜSÜNDE BULUNAN SU SİSTEMLERİNDE
SUYUN BAZI MİKROBİYOLOJİK (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve
Koliform Bakteri) VE FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER YÖNÜNDEN
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Burcu ASLAN BİLEN
(223116003)

Biyoloji Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nurullah AKCAN

Aralık-2024
SİİRT

TEZ KABUL VE ONAYI

Burcu ASLAN BİLEN tarafından hazırlanan “Siirt Üniversitesi Kezer Kampüsünde Bulunan Su Sistemlerinde Suyun Mikrobiyolojik Açından Koliform, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* Varlığının ve Bazı Kimyasal Parametrelerinin Araştırılması” adlı tez çalışması 25/12/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Abdurrahman DÜNDAR

.....

Danışman

Doç. Dr. Nurullah AKCAN

.....

Üye

Prof. Dr. Veysi OKUMUŞ

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Harun BEKTAŞ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖN SÖZ

İnsan vücudunun büyük bir kısmını oluşturan su, hücrelerin işleyişinden metabolizmaya kadar birçok hayati süreçte rol oynamaktadır. Aynı zamanda, tarımda sulama, sanayide üretim ve enerji üretiminde de kritik bir öneme sahiptir. Küresel ısınma ve su kaynaklarının yanlış yönetimi nedeniyle azalan su rezervleri, hızla yükselen su ihtiyacıyla birleşince, suyun önemi 21. yüzyılda dünya çapında öncelikli olarak öne çıkmıştır. Temiz suya erişim, halk sağlığı ve sürdürülebilir kalkınma açısından kritik bir öneme sahiptir. Su kaynaklarının kirlenmesi, dünya genelinde artan nüfus ve iklim değişikliği, temiz suya ulaşımı zorlaştıran başlıca etkenlerdir. Özellikle kentsel alanlarda su kalitesinin korunması, su arıtma teknolojilerinin etkin kullanımı ve altyapıların sürdürülebilirliği, temiz su temini için gereklidir. Kirleticiler, patojen mikroorganizmalar, ağır metaller ve tarımsal kimyasallar su kaynaklarının kalitesini tehlikeye atmaktadır. Bu çalışmada Siirt Üniversitesi Kezer yerleşkesinde bulunan çeşitli yapılardan 23 adet su örneği alınmıştır. Alınan örneklerin bazı mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal analizi sonucunda tüm parametrelerin Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe, Türk Standartları Enstitüsü tarafından çıkarılan TS-266 İnsani tüketim amaçlı sular standarda, Dünya Sağlık Örgütü ve Avrupa Birliği standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu durum Siirt Üniversitesi Kezer yerleşkesi binalarındaki suların, içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilmesinde herhangi bir sakınca bulunmadığını göstermektedir.

Yüksek Lisans eğitimim süresince çalışmamın her aşamasında değerli bilgi ve birikimiyle bana yol gösteren ve destek olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Nurullah AKCAN'a, eğitimim süresince değerli bilgilerini paylaşan hocam Sayın Prof. Dr. Veysi OKUMUŞ'a teşekkürü bir borç bilirim. Çalışmalarım süresince önerilerinden yararlandığım ve yazım aşamasında bilgi ve desteğini gördüğüm Sayın Doç. Dr. Özgür Yaşar ÇELİK'e sonsuz teşekkür ederim. Varlıklarıyla bana her zaman güç veren, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür ederim.

Bu yüksek lisans çalışması, duaları hep benimle birlikte olan, sonunu sabırsızlıkla beklemesine karşın göremeden aramızdan ayrılan, çok sevgili annem Şermin ASLAN'ın anısına ithaf edilmiştir (10.03.1954-07.12.2024).

Burcu ASLAN BİLEN
SİİRT-2024

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖN SÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	ix
ÖZET	x
ABSTRACT.....	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Su ve Suyun Önemi.....	1
1.2. İçme ve Kullanma Sularının Kalitesi	2
1.3. İçme ve Kullanma Suyu Kaynakları	4
1.4. İçme ve Kullanma Suları Kirliliği.....	5
1.4.1. Fiziksel kirlenme	6
1.4.2. Kimyasal kirlenme	6
1.4.3. Eysel kirlenme	7
1.4.4. Mikrobiyal kirlenme.....	7
1.4.5. Radyoaktif kirlenme	7
1.5. Su Kaynaklarının Kirlenmesinin Önlenmesi	8
1.6. Su Kalitesini Etkileyen Parametreler	8
1.6.1. Fiziksel parametreler	8
1.6.1.1. Renk	8
1.6.1.2. Tat ve koku.....	8
1.6.1.3. Bulanıklık.....	9
1.6.1.4. Sıcaklık.....	9
1.6.1.5. Elektriksel iletkenlik	10
1.6.1.6. Toplam çözünmüş katı madde	10
1.6.2. Kimyasal parametreler	10
1.6.2.1. pH değeri	10
1.6.2.2. Toplam sertlik	11
1.6.2.3. Çözünmüş oksijen	12
1.6.2.4. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı	12
1.6.2.5. Nitrit	13
1.6.2.6. Nitrat	13
1.6.2.7. Demir.....	14
1.6.2.8. Mangan.....	14
1.6.3. İndikatör mikroorganizmalar.....	15
1.6.3.1. Koliform bakteriler.....	15
1.6.3.2. <i>Escherichia coli</i>	16

1.6.3.3. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	17
1.7. Siirt İli Su Kaynakları ve Potansiyeli.....	18
1.7.1. Akarsular	19
1.7.2. Doğal Göller, Göletler ve Rezervuarlar	19
1.7.3. Yeraltı Suları	19
1.7.4. Su kaynaklarının kirlilik durumu	19
1.7.4.1. Endüstriyel kaynaklar.....	19
1.7.4.2. Evsel kaynaklar	20
1.7.4.3. Diğer.....	20
1.8. Siirt Üniversitesi	20
1.9. Çalışmanın Amacı.....	20
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	21
3. MATERYAL VE METOT	26
3.1. Kullanılan Cihazlar	26
3.2. Çalışma Alanı.....	28
3.3. Örneklerin Alınması.....	30
3.3.1. Gerekli malzemeler	30
3.3.2. Uygulama	30
3.4. Teşhis Yöntemleri	31
3.4.1. Membran filtrasyon	31
3.4.2. pH.....	33
3.4.3. İletkenlik.....	33
3.4.4. Bulanıklık	33
3.4.5. Nitrit	33
3.4.6. Nitrat.....	34
3.4.7. Demir.....	34
3.4.8. Mangan.....	34
3.5. İstatistiksel Analiz.....	35
3.6. Etik Kurul.....	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	36
4.1. Fizikokimyasal Analiz Bulguları	36
4.1.1. pH.....	36
4.1.2. Elektriksel iletkenlik	38
4.1.3. Bulanıklık	40
4.1.4. Nitrit	42
4.1.5. Nitrat.....	44
4.1.6. Demir.....	46
4.1.7. Mangan.....	48
4.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları	50
4.2.1. Koliform Bakteriler ve <i>Escherichia coli</i> Bulguları	50
4.2.2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> Bulguları.....	51
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	55
5.1. Sonuçlar	55
5.2. Öneriler	56

6. KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	65



TABLULAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. İçme suyu kalite parametreleri.....	3
Tablo 1.2. Siirt ili yeraltı suyu potansiyeli.....	19
Tablo 4.1. Su örneklerinin pH değerleri.....	38
Tablo 4.2. Su örneklerinin iletkenlik seviyeleri.....	40
Tablo 4.3. Su örneklerinin bulanıklık seviyeleri.....	42
Tablo 4.4. Su örneklerinin nitrit seviyeleri.....	44
Tablo 4.5. Su örneklerinin nitrat seviyeleri.....	46
Tablo 4.6. Su örneklerinin demir seviyeleri.....	48
Tablo 4.7. Su örneklerinin mangan seviyeleri.....	49
Tablo 4.8. Lokasyonlara göre su örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	53
Tablo 4.9. Kezer yerleşkesi su örneklerinin tanımlayıcı parametreleri.....	54

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Kuyu sularında koliform bakteriler	16
Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan cihazlar.	27
Şekil 3.2. Örneklerin alındığı bazı lokasyonlar	29
Şekil 3.3. Numune alınması.....	31



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

Kısaltma	Açıklama
BOİ	: Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
KCL	: Potasyum Klorür
L	: Litre
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
µg	: Mikrogram
µS	: Microsiemens
NTU	: Bulanıklık birimi (Nephelometric Turbidity Unit)
TDS	: Toplam Çözülmüş Katı Madde
UV	: Ultraviyole
°C	: Santigrat derece

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

SIİRT ÜNİVERSİTESİ KEZER KAMPÜSÜNDE BULUNAN SU SİSTEMLERİNDE SUYUN BAZI MİKROBİYOLOJİK (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* ve Koliform Bakteri) VE FİZİKOKİMYASAL PARAMETRELER YÖNÜNDEN ARAŞTIRILMASI

Burcu ASLAN BİLEN

Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Doç. Dr. Nurullah AKCAN

2024, 65+XI Sayfa

Dünya yüzeyinin büyük bir kısmını sular oluştursa da insanların kullanımına uygun tatlı su rezervleri oldukça sınırlıdır. 2030 yılına kadar küresel su ihtiyacının %55 oranında artması ve su kıtlığının %40 seviyesine ulaşması beklenmektedir. Türkiye, su kaynakları açısından yeterli gibi görünse de, kişi başına düşen su miktarına bakıldığında bu durumun doğru olmadığı anlaşılmaktadır. Bu çalışmada, Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi'nde bulunan 23 yapıdan su örnekleri alınarak, bu örnekler mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal açıdan Sağlık Bakanlığı'nın "İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik" ve Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından yayınlanan "TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı" çerçevesinde incelenmiştir. Çalışma sonucunda, alınan su örneklerinde koliform, *Escherichia coli* ve *Pseudomonas aeruginosa* bakterilerinin üremediği tespit edilmiştir. Diğer parametrelerde ise pH 7,56-8,38, elektriksel iletkenlik 224-379 $\mu\text{S/cm}$, nitrit 0,013-0,021 mg/L, nitrat 0,52-0,60 mg/L, demir 0,02-0,09 mg/L ve mangan 0,01-0,02 mg/L arasında değerler ölçülmüştür. Bu veriler, Sağlık Bakanlığı yönetmeliği, TS-266 standardı, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Avrupa Birliği (AB) standartlarıyla uyumlu bulunmuştur. Bulanıklık açısından yapılan incelemeler sonucunda ise bazı lokasyonlardan alınan su örneklerinde, ilgili yönetmelik ve standartlarca belirlenen üst sınır değerlerinin aşıldığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, Siirt Üniversitesi Kezer Yerleşkesi'ndeki binalarda bulunan suların, içme ve kullanma suyu olarak kullanılmasında herhangi bir sakınca olmadığı kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Demir, İletkenlik, Koliform, Mangan, Nitrat, Nitrit, pH, *Pseudomonas aeruginosa*

ABSTRACT

MS THESIS

INVESTIGATION OF SOME MICROBIOLOGICAL (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, and Coliform bacteria) AND PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF WATER IN THE WATER SYSTEMS LOCATED AT KEZER CAMPUS OF SIİRT UNIVERSITY

Burcu ASLAN BİLEN

The Graduate School of Natural and Applied Science of Siirt University
The Degree of Master of Science in Biology

Supervisor : Assoc. Prof. Nurullah AKCAN

2024, 65+XI Pages

Although a large portion of the Earth's surface is covered by water, freshwater reserves suitable for human use are quite limited. By 2030, global water demand is expected to increase by 55%, and water scarcity is predicted to reach 40%. While Turkey may seem to have sufficient water resources, an examination of per capita water availability reveals otherwise. In this study, water samples were collected from 23 buildings located on the Siirt University Kezer Campus and analyzed microbiologically, physically, and chemically in accordance with the Turkish Ministry of Health's "Regulation on Water for Human Consumption" and the Turkish Standards Institute (TSE) "TS-266 Standard for Water Intended for Human Consumption." The study found no growth of coliform bacteria, *Escherichia coli*, or *Pseudomonas aeruginosa* in the samples. For other parameters, the following values were measured: pH ranged from 7,56 to 8,38, electrical conductivity from 224 to 379 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrite from 0,013 to 0,021 mg/L, nitrate from 0,52 to 0,60 mg/L, iron from 0,02 to 0,09 mg/L, and manganese from 0,01 to 0,02 mg/L. These values were found to comply with the Ministry of Health's regulations, the TS-266 standard, as well as World Health Organization (WHO) and European Union (EU) standards. However, turbidity analysis revealed that water samples from some locations exceeded the upper limit values set by the relevant regulations and standards. In conclusion, the water in the buildings on the Siirt University Kezer Campus was deemed safe for use as drinking and utility water.

Keywords: Coliform, Conductivity, Iron, Manganese, Nitrate, Nitrite, pH, *Pseudomonas aeruginosa*

1. GİRİŞ

1.1. Su ve Suyun Önemi

Su, doğal çevrenin önemli bir bileşenidir. Su kalitesi hem insan kaynaklı aktivitelerden hem de doğal faktörlerden etkilenmektedir. Sağlık açısından kritik öneme sahip olan içme suyuna erişim, temel insani bir haktır (Alişarlı ve ark., 2007; Anonymous, 2011; Mandour, 2013; Jiang ve ark., 2024). Güvenli içme suyu kaynaklarına erişim, dünyanın birçok ülkesinde hayati önem taşımaktadır. Yapılan çalışmalar, yaklaşık bir milyar insanın dünya genelinde içilebilir suya erişim sorunu yaşadığını ortaya koymuştur (Mahmodian ve ark., 2024).

Su, çeşitli biyolojik, ekolojik ve sosyo-ekonomik sistemlerde kritik bir rol oynamaktadır. Vücudun düzenli işleyişinde kritik rol oynayan fizyolojik süreçler suya bağlıdır ve su vücut hidrasyonu için vazgeçilmez bir besindir. Yalnızca içme amaçlı tüketim için değil sağlık, tarım ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğini sağlamak için de gereklidir. Araştırmalar, yeterli hidrasyonun optimal vücut fonksiyonu için gerekli olduğunu, enerji seviyelerini, zihinsel sağlık durumunu ve genel sağlık sonuçlarını etkilediğini göstermektedir (Daniels ve Popkin, 2010; Jéquier ve Constant, 2010; Popkin ve ark., 2010).

Su tüketimi, bedensel ve zihinsel sağlığımızı korumada kritik öneme sahiptir. Vücudun ihtiyacı olan su miktarının karşılanmaması durumunda, üriner sistem problemleri ortaya çıkabilir, fiziksel aktivite kapasitesi azalabilir ve zihinsel işlevlerde bozulmalar gözlemlenebilir (Jasper ve ark., 2012). Yapılan bir çalışmada su alımının enerji alımını önemli ölçüde etkileyebileceğini vurgulamakta, obezite önleme ve yönetimindeki rolünü ortaya koymaktadır (Daniels ve Popkin, 2010). Yapılan çalışmalar, gelişmekte olan ülkelerdeki her 10 enfeksiyondan 8'inin ve ölümlerin 1/3'ünü aşan kısmının sebebinin kirli su tüketimi olduğunu göstermektedir. Yapılan araştırmalar, sanitasyon eksikliği ve kirli su tüketiminin yıllık olarak 600 milyon ishal ve dizanteri vakasına yol açtığını, bunun yanı sıra 46.000 bebeğin ölümüne sebep olduğunu ortaya koymaktadır (Some ve ark., 2021).

Su vücut hidrasyonunu sürdürmek için gerekli olan tek sıvı besin kaynağı olduğundan suyun tüketimi oldukça önemlidir. Hareketsiz bir yaşam tarzına sahip bireylerin (sedanter) gün içinde ortalama 1,5 litre su tüketmesi gerekmektedir. Vücutta

su eksikliğinin zararlı etkileri çocuklarda daha belirgin görülmekte dolayısıyla bedensel ve mental gelişimlerini olumsuz etkileyebilmektedir (Jéquier ve Constant, 2010; Savanovitch ve Sauvant-Rochat, 2013).

Temiz olmayan su kaynakları ciddi sağlık problemlerine neden olabildiğinden kullanılan suyun kalitesi büyük önem arz etmektedir. Dünyada görülen hastalıkların yaklaşık %80'inin yetersiz su kalitesi ve sanitasyonla bağlantılı olduğu tahmin edilmektedir. İçme suyundaki kimyasal kirleticilerin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri genellikle uzun süreli maruziyetlerle ilişkilendirilmiştir. Öte yandan, mikrobiyal kirleticilerin etkileri çoğunlukla hemen ortaya çıkmaktadır (Alişarlı ve ark., 2007; Alemdar ve ark., 2009; Tarrass ve Benjelloun, 2012; Mandour, 2013; Omarova ve ark., 2018). İçme suyundaki kimyasal veya mikrobiyal kirleticiler insan sağlığı için önemli riskler oluşturmakta ve çeşitli hastalıklara yol açmaktadır (Kramer ve ark., 1996; Mandour, 2013; Owens ve ark., 2017; Omarova ve ark., 2018).

Su ekosistemleri, suyun kalitesi ve kullanılabilirliği ile doğrudan ilişkilidir. Sağlıklı sucul ekosistemler, suyun temizlenmesi, çeşitli canlılar için yaşam alanları oluşturulması ve iklimin dengelenmesi gibi önemli faydalar sağlar. Kirlilik ve aşırı su çekimi, su kaynaklarının bozulmasına neden olarak ekosistem üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Parkes ve Horwitz, 2009; You ve ark., 2019).

Yirmi birinci yüzyılın başlamasıyla birlikte hızlı nüfus artışının yanında çevre sorunlarının da artması, yerüstü ve yeraltı sularının kirlenmesine bağlı su sorunlarını meydana getirmiştir (Evsahibioğlu ve ark., 2005). Günümüzde dünya nüfusunun üçte birinin önemli ölçüde su sıkıntısı çektiği bildirilmektedir (Alemdar ve ark., 2009). Su ihtiyacının her geçen gün artması ülkemiz ve dünya genelinde farkındalığın daha da yükselmesine neden olmuştur (Evsahibioğlu ve ark., 2005). Yeryüzündeki yaşam için kritik bir önemi olan su, gezegenimizin %71'ini kaplar. Bunun %2,6'sı karalarda, %97,4'ü denizlerde bulunmaktadır (Dayıoğlu ve ark., 2004; Arı ve ark., 2013).

1.2. İçme ve Kullanma Sularının Kalitesi

Dünya nüfusunun önemli bir kısmı su sıkıntısı çekerken, yeraltı ve yerüstü suları da çeşitli koşullara bağlı olarak kirlenmektedir (Evsahibioğlu ve ark., 2005; Alemdar ve ark., 2009). Dünya üzerindeki her birey için suya erişim temel bir hak ve sağlıklı bir yaşam sürmek ve hastalıkları önlemek için vazgeçilmezdir. Düşük kalitede suya maruz

kalmak sağlık için zararlıdır ve bu nedenle içme suyu kalitesi halk sağlığının önemli bir parçasıdır. Sağlıklı içme suyu, belirli ölçütlere göre değerlendirilen fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olmalıdır (Li ve Wu, 2019). Örneğin Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) standartlarında içme suyundaki arsenik konsantrasyonunun 10 µg/L'yi aşmaması gerektiği belirtilmiştir. Yaklaşık 5 yıllık maruziyet sonrasında cilt, mesane ve akciğer kanseri görülebileceği bildirilmektedir (Anonymous, 2011). Suyun mikrobiyolojik kalitesi çeşitli mikroorganizmalar, özellikle *Escherichia coli* gibi patojenlerin varlığı açısından izlenir. Bu bakteri dışkı kaynaklı bulaşmanın bir göstergesi olup ciddi sağlık problemlerine yol açabilmektedir (Edberg ve ark., 2000).

Ülkemizde Tarım ve Orman Bakanlığının İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Arıtılması Hakkında Yönetmeliği (Anonim, 2019), Sağlık Bakanlığının İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği (Anonim, 2005a) ve TSE TS-266 İnsani tüketim amaçlı sular standardı (Anonim, 2005b) kapsamında su kalite standartları belirlenmiştir. Bu çalışmayla ilgili, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik kapsamında alınan özet veriler Tablo 1.1'de sunulmuştur.

Tablo 1.1. İçme suyu kalite parametreleri

Parametre	Yönetmelik (Anonim, 2005a)	TS-266 Standardı (Anonim, 2005b)	Dünya Sağlık Örgütü (Anonymous, 2024)	Avrupa Birliği (Anonymous, 1998)
Koliform bakteri	0/250 mL	0/100 mL	0/100 mL	0/100 mL
<i>E. coli</i>	0/250 mL	0/100 mL	0/100 mL	0/250 mL
<i>P. aeruginosa</i>	0/250 mL	-	Tavsiye yok	0/250 mL
pH	≥6,5 ve ≤9,5 (Not 1) *	≥6,5 ve ≤9,5	≥6,5 ve ≤8,5	≥6,5 ve ≤9,5
İletkenlik (20°C'de en çok)	2500, µS/cm	2500, µS/cm	Tavsiye yok	2500, µS/cm
Nitrat	50 mg/L (Not 2) *	50 mg/L	50 mg/L	50 mg/L
Nitrit	0,50 mg/L (Not 2) *	0,50 mg/L	Tavsiye yok	0,50 mg/L
Demir (en çok)	200 µg/L	200 µg/L	Tavsiye yok	200 µg/L
Mangan (En çok)	50 µg/L	50 µg/L	0.08 mg/L	50 µg/L
Bulanıklık	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok (Not 3) *	5 (Not 3) *	<1 NTU	Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok (Not 3) *

Not 1: Su aşındırıcı olmamalıdır, şişelere ya da kaplara konulan sular için minimum pH değeri 4,5 olarak belirlenebilir.

Not 2: Kurum, kullanılmış su arıtma işleminde $[\text{nitrat}]/50 + [\text{nitrit}]/3 \leq 1$ formülünü esas alınır ve nitrat (NO_3) ve nitrit (NO_2) miktarları için mg/L birimi kullanılır. Nitritler için de 0,10 mg/L değerine uyulur.

Not 3: Yüzeysel suyun arıtılması durumunda kurum, arıtılmış sudaki bulanıklığın 1.0 NTU değerini aşmamasına dikkat eder.

1.3. İçme ve Kullanma Suyu Kaynakları

Küresel ısınmanın su kaynaklarına olan etkileri, suyun depolanması ve kullanımı konusunda ciddi zorluklar yaratmaktadır. Yoğun yağışlar ve iklimlerin değişmesi su kaynaklarının tükenmesine sebep olurken, bu durum suyu uluslararası politik ve ekonomik çalışmaların merkezi haline getirmiştir. Küresel ısınma ve su kaynaklarının yanlış yönetimi nedeniyle azalan su rezervleri, hızla yükselen su ihtiyacıyla birleştiğinde, su meselesi 21. yüzyılda dünya çapında öncelikli bir konu olarak öne çıkmıştır. Su, ekonomik ve stratejik bir kaynak haline gelirken, 2030 yılına kadar küresel su ihtiyacının %55 oranında artması ve su kıtlığının %40 seviyesine ulaşması öngörülmektedir (Aküzüm ve ark., 2010; Usta, 2016; Sertyeşilşik, 2017).

Bir ülkenin su kaynaklarının yeterliliğini en iyi gösteren ölçüt, yıllık yenilenebilir tatlı su miktarıdır. Kişi başına yıllık düşen su miktarına göre ülkeler farklı kategorilere ayrılmaktadır. Bu bağlamda, kişi başına düşen yıllık su miktarı 1000 metreküpün altında olan ülkeler "su fakiri", 1000-2000 metreküp arasında olan ülkeler "su azlığı çeken" ve 2000 metreküpün üzerinde olan ülkeler ise "su zengini" olarak nitelendirilir (Yüksek, 2004; Aküzüm ve ark., 2010; Usta, 2016; Sertyeşilşik, 2017; Turan ve Bayrakdar, 2020).

Gezegimizin büyük bölümü sularla kaplı olsa da insanların faydalanabileceği tatlı su kaynakları oldukça kısıtlıdır. Dünya üzerindeki toplam 1,2 milyar kilometreküp suyun neredeyse tamamı (%97,5) tuzlu su olarak denizlerde ve okyanuslarda bulunmakta, geriye kalan küçük oran (%2,5) tatlı su kaynaklarını oluşturmaktadır ve bu tatlı suların da çoğu pratikte kullanıma uygun değildir. Tatlı suların büyük bir oranı (%70) kar kütleleri ve buzullar halinde, %20'si yeraltı sularında, sadece %0,3'ü göl ve nehirlerde bulunmaktadır. Bu nedenle kullanılabilir tatlı su varlığı hem sınırlıdır hem de bölgesel olarak dengesiz dağılmaktadır. Örneğin, Asya kıtasında dünya su varlığının %36'sı bulunmasına rağmen dünya nüfusunun büyük bir kısmını (%60) bu kıtada bulunması nedeniyle potansiyel olarak su yetersizliği bulunmaktadır. Bu dengesiz dağılım, özellikle Güneydoğu Asya, Ortadoğu ve Kuzey Afrika gibi bölgelerde önemli

su sıkıntılarına neden olurken, Orta Afrika, Kuzey Asya ve Amerika'da su kaynakları daha fazla bulunmaktadır (Çiçek ve Ataol, 2009; Usta, 2016; Sertyeşilışık, 2017; Turan ve Bayrakdar, 2020).

Türkiye, su zengini bir ülke gibi görünmesine rağmen aslında durum pek de öyle değildir. Araştırmalar Türkiye'nin su stresi çeken orta risk grubunda bir ülke olduğunu göstermektedir. Ülkemizde kişi başına düşen su miktarı hızla azalmakta hatta 2030 yılında bu miktarın daha da azalarak 1000 m³/yıla düşmesi öngörülmektedir. Yağış, bir ülkenin su kaynaklarını belirleyen başlıca etkidir; Türkiye özelinde, yağışın miktarı ve dağılımı, atmosferik olaylar (hava kütleleri ve cephe sistemleri), topografya ve ülkenin coğrafi pozisyonu gibi çeşitli faktörlerin etkisi altındadır ve ülkemiz yıl içinde yaklaşık olarak 643 mm yağış almaktadır. Bu da yaklaşık 500 milyar m³ suya karşılık gelmektedir. Ancak bu suyun yaklaşık 274 milyar metreküpü buhar olup atmosfere dönmektedir. Yaklaşık 69 milyar m³ su ise yeraltına geçmekte ve 158 milyar m³ su ise denizlere ve göllere akmaktadır. Ülkemiz coğrafyası çeşitli akarsu havzalarına ev sahipliği yapmaktadır. Bu havzaların bir kısmı iç sulara bir kısmı da denizlere boşalmaktadır. Ülkemizde bulunan 26 havza içerisinde Fırat, Dicle, Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya havzaları toplam su akışının yarısını barındırırken, diğer 21 havza kalan suyu paylaşmaktadır. Bu havzalar içerisinde Dicle ve Fırat havzaları toplam payın yaklaşık%30'unu oluşturmaktadır (Yüksek, 2004; Çiçek ve Ataol, 2009; Aküzüm ve ark., 2010; Usta, 2016; Sertyeşilışık, 2017; Turan ve Bayrakdar, 2020; Anonim, 2023).

1.4. İçme ve Kullanma Suları Kirliliği

Su kirliliği, fiziksel, kimyasal veya biyolojik kirletici maddelerin suya karışmasıyla suyun doğal özelliklerinin bozulması ve kalitesinin düşmesi durumudur. Bu kirleticiler arasında endüstriyel atıklar, tarımsal gübreler, pestisitler, kanalizasyon atıkları, plastikler, ağır metaller ve patojenik mikroorganizmalar bulunabilir (Karpuzcu, 1994; Alemdar ve ark., 2009; Çakır, 2023). Yüzeysel suları, çevredeki yerleşimlerden gelen insan atıkları veya kanalizasyonla temas ettiği her yerde patojen mikroorganizmaların taşıyıcısı olarak potansiyel olarak tehlikelidir (Some ve ark., 2021). Günümüzde kirli suya maruz kalma nedeniyle bulaşıcı ve öldürücü hastalıkların sayısında artış gözlemlenmektedir. Bununla birlikte su kıtlığı ve kirli su nedeniyle her

yıl 12 milyon insanın hayatını kaybettiği tahmin edilmektedir (Karpuzcu, 1994; Alemdar ve ark., 2009; Çakır, 2023).

1.4.1. Fiziksel kirlenme

Sulardaki fiziksel kirlenme, suyun görünümünü, tadını veya kokusunu etkileyen kirlilik türüdür. Bu kirlenme türü suyun görünümünü ve sıcaklığını etkileyerek ekosistemleri tehdit eder ve dolaylı olarak kimyasal yapısını da değiştirebilir. Termik kirlenme, fiziksel kirlenme türleri arasında büyük öneme sahiptir. Endüstrisi gelişmiş bölgelerde göl ve nehir kenarlarında bulunan fabrikalar kondansatörleri soğutmak için çektikleri suyu kullanıp kirlenmiş ve ısınmış halde tekrar doğaya salmaktadır. Bu durum sadece suyun sıcaklığını değil, aynı zamanda sudaki canlı yaşamını da olumsuz etkiler. Fabrika atıkları, suyun rengini değiştirerek ve toksik maddelerle kirliliğe neden olarak su ekosistemini daha da tehlikeli hale getirir. Fiziksel kirlenme, suyun bulanıklığını artırarak ışık penetrasyonunu azaltır ve bu da su ekosistemlerinde fotosentezi olumsuz etkiler. Bu kirlenme sucul ekosistemde olumsuz sonuçlar yaratırken suyun doğal dengesini de bozmaktadır (Demir, 2009; Özaslan, 2009; Yıldız, 2016; Schweitzer ve Noblet, 2018).

1.4.2. Kimyasal kirlenme

Su kaynaklarının kimyasal maddelerle kontaminasyonu, çağımızın en kritik sağlık tehditlerinden biri olarak karşımıza çıkmakta ve bu tehdidin önümüzdeki yıllarda daha da şiddetlenmesi öngörülmektedir. Endüstriyel faaliyetlerin yaygınlaşması, zirai üretimde kimyasal gübre ve böcek ilaçlarının kullanımındaki artış, ayrıca endüstride kullanılan çeşitli kimyasallar, su kaynaklarının kirlenme tehlikesini giderek yükseltmektedir. Kimyasal kirlenmenin en büyük tehlikesi, kirlilik oluştuğunda arıtım sürecinin oldukça zor, masraflı ve uzun süreli bir işlem olmasıdır. Sularda kirletici olan kaynaklar ortadan kaldırılsa bile kirlilik düzeyinin 15 ile 20 yıl sürebileceği belirtilmektedir. Zirai üretimde kullanılan gübreler ve böcek ilaçları yağışla birlikte toprağın alt katmanlarına geçip yer altı sularını kirletebilir. Sanayi atıkları, petrol atıkları, sentetik deterjanlar ve radyoaktif sızmalar da suyun kimyasal kirlenmesine neden olur. Bu kirlenme suyun çeşitli özelliklerinde (koku, renk, tat, pH gibi) değişikliklere neden olarak su ekosistemini olumsuz yönde etkiler. Özellikle ağır metaller ve toksik bileşikler suyun kalitesini ciddi şekilde bozarak canlılara zarar

verebilir (Güler ve Çobanoğlu, 1994; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016; Çavdar, 2018; Girgin, 2019).

1.4.3. Evsel kirlenme

Suların evsel kirlenmesi, günlük yaşamda kullanılan çeşitli maddelerin su kaynaklarına karışması sonucu ortaya çıkar. Evsel kirlenme genellikle mutfak, banyo, tuvalet gibi alanlardan kaynaklanan atıklarla ilişkilidir. Bu atıklar arasında sabunlar, deterjanlar, temizleyiciler, yağlar ve tuvalet atıkları bulunur. Bu durum, suyun kimyasal bileşenlerini değiştirir, mikroorganizmalar ve patojenlerin çoğalmasına neden olabilir (Demir, 2009; Özaslan, 2009; Yıldız, 2016; Girgin, 2019).

1.4.4. Mikrobiyal kirlenme

Suların mikrobiyal kirlenmesi, su kaynaklarının patojenik mikroorganizmalarla, yani bakteriler, virüsler, protozoalar ve mantarlarla kontamine olmasıdır. Bu kirlenme, suyun insan sağlığı için tehlikeli hale gelmesine yol açar. Mikrobiyal kirlenme genellikle kirli atık suların su kaynaklarına boşaltılması, yetersiz arıtma ve kötü hijyen koşulları sonucu meydana gelir. *E. coli*, *Salmonella* ve *Giardia* gibi patojenler, su yoluyla insanlara geçebilir ve bağırsak enfeksiyonlarından hepatit hastalıklarına kadar çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir. Bu tür kirlenmelerin önlenmesi için suyun düzenli olarak arıtılması, temiz su kaynaklarının korunması ve iyi hijyen uygulamalarının sürdürülmesi gerekmektedir. Ayrıca, mikrobiyal kirlenmenin tespiti için çeşitli testler ve analizler yapılarak suyun güvenli olup olmadığı belirlenmelidir (Özaslan, 2009; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.4.5. Radyoaktif kirlenme

Suların radyoaktif kirlenmesi, su kaynaklarına radyoaktif maddelerin karışması sonucu oluşan bir kirlilik türüdür. Bu kirlenme, nükleer santrallerden, radyoaktif atıkların yönetiminden, madencilik faaliyetlerinden veya nükleer silah testlerinden kaynaklanabilir. Radyoaktif elementler, suya karıştığında, suyun radyasyon seviyelerini artırarak sağlık risklerini artırır. Uzun vadeli maruziyet, kanser, genetik bozukluklar ve sağlık açısından çeşitli sorunlara yol açabilir. Radyoaktif kirlenmenin tespiti ve kontrolü, özellikle suyun güvenliği için kritik öneme sahiptir. Bu nedenle, radyoaktif maddelerin su kaynaklarına

karışmasını önlemek için ciddi düzenlemeler ve izleme sistemleri uygulanmalıdır (Özaslan, 2009; Yıldız, 2016; Günay ve Eke, 2019).

1.5. Su Kaynaklarının Kirlenmesinin Önlenmesi

Su kaynaklarının kirlenmesini önlemeye yönelik olarak Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından içme-kullanma suyu temin edilen veya edilmesi planlanan bütün yerüstü ve yeraltı suyu kaynaklarının kalitesinin ve miktarının korunmasına ve iyileştirilmesine ilişkin usul ve esasları düzenlediği “*İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik*” adlı bir yönetmelik çıkarılmıştır. Bu yönetmelik kapsamında yeraltı ve yerüstü suları, gölet, göl ve barajların korunması amacıyla ilkeler ve planlar belirlenmiştir. Bu yönetmelikte özetle; içme ve kullanma suyu temin edilen ya da temin edilmesi planlanan alanlara direkt veya dolaylı olarak atık bırakmak yasaklanmıştır. Bu alanlarda akaryakıt ile çalışan araçların (kayık, motor ve benzeri) kullanılmasına ve su ürünleri yetiştiriciliği tesislerinin kurulmasına izin verilmemektedir (Anonim, 2017).

1.6. Su Kalitesini Etkileyen Parametreler

1.6.1. Fiziksel parametreler

1.6.1.1. Renk

İçme ve kullanma suyunda renk, suyun kalitesi ve saflığı hakkında önemli bir göstergedir. İdeal olarak, içme suyu renksiz olmalıdır. Renkli su genellikle çözünmüş maddelerin veya kirleticilerin varlığını işaret eder. Su, demir, manganez gibi metallerin oksitlenmesi sonucu kırmızımtırak, organik maddelerin çözünmesi nedeniyle sarı veya kahverengi olarak görülebilir. Suda yaşayan yosunlar suya yeşilimsi bir renk vermektedir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Uzun, 2006; Aktürk, 2009; Demir, 2009; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.6.1.2. Tat ve koku

İçme suyunun tadı, suyun içerdiği mineraller ve çözünmüş gazlarla ilişkilidir. Sağlıklı içme suyu hoş olmayan veya rahatsız edici bir tada sahip olmamalıdır. Suyun kendisi tatsızdır ancak suya karışan elementler (demir, mangan vs.) belirli tat özellikleri kazandırabilir. Kirleticiler, kimyasallar ya da yüksek mineral konsantrasyonu suyun

tadını kötüleştirebilir. Suda bazı kimyasalların (mangan, demir ve humus) bulunması durumunda mürekkep tadı oluşabilmektedir. Suyun kokusu, suyun kimyasal bileşimi ya da biyolojik aktivitesi ile ilişkili olabilir. Örneğin, suda yüksek düzeyde bulunan hidrojen sülfür, çürük yumurta kokusuna neden olurken alglerin veya bakterilerin çoğalması da kötü kokuya yol açabilir. İçme suyu ideal olarak kokusuz olmalıdır çünkü koku sudaki olası kirlenmeyi veya bozulmayı gösterir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Uzun, 2006; Demir, 2009; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.6.1.3. Bulanıklık

İçme ve kullanma suyunun bulanık olmaması gerekmektedir. Su bulanıklığı, suda askıda kalan maddelerin miktarını gösterir ve suyun berraklığı ile doğrudan ilişkilidir. Toprak parçacıkları, kil, organik maddeler, mikroorganizmalar ve diğer partiküller suyun bulanık görünmesine neden olabilir. Yüksek bulanıklık, suyun estetiğini etkiler ve su kalitesi ile hijyenin düşük olduğunun bir işaretidir. İdeal içme suyu, minimum düzeyde bulanıklık içermelidir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Anonim, 2005a; Uzun, 2006; Demir, 2009; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.6.1.4. Sıcaklık

Suyun sıcaklığı, su ekosistemlerindeki biyolojik, kimyasal ve fiziksel proseslerin seyrini önemli ölçüde etkilemektedir. Sıcaklık arttığında, kimyasal reaksiyonlar hızlanır ve maddelerin buharlaşma oranı artar. Bu durum, organizmaların solunum hızını artırarak oksijen tüketimini yükseltir ve organik maddelerin daha hızlı bozulmasına yol açar. Özellikle sıcaklık artışı, bakterilerin ve fitoplanktonların hızla çoğalmasına ve suyun bulanıklığının artmasına neden olabilir. Ani sıcaklık değişimleri, sucül yaşam için ölümcül sonuçlar doğurabilir. Suyun sıcaklığı, oksijenin çözünürlüğü gibi önemli fiziksel ve kimyasal süreçleri de etkilediğinden, akuatik ekosistemlerdeki canlıların hayatta kalma şartları üzerine önemli rolü bulunmaktadır. Organizmaların fizyolojik işlevlerinden enzim aktivitelerine moleküllerin hareketine kadar birçok süreç sıcaklıkla yakından ilişkilidir (Anonim, 2005a; Uzun, 2006; Aktürk, 2009; Demir, 2009; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.6.1.5. Elektriksel iletkenlik

Suyun elektriksel iletkenliği, su içerisindeki çözünmüş iyonların miktarını gösteren bir ölçüttür. Su içerisindeki mineraller ve tuzlar, suyun elektrik akımını iletme kapasitesini artırır. Yüksek elektriksel iletkenlik, suyun fazla miktarda çözünmüş madde içerdiğinin bir işaretidir ve bu genellikle suyun sert veya mineral bakımından zengin olduğunu gösterir. İçme ve kullanma suyunda düşük iletkenlik genellikle daha saf suyu işaret ederken, yüksek iletkenlik sudaki kirlenmeye ya da yüksek mineral içeriğine işaret edebilir. Sıcaklık, iletkenlik değerini etkilediği için, bu ölçüm standart olarak 25°C'de gerçekleştirilir (Anonim, 2005a; Uzun, 2006; Aktürk, 2009; Demir, 2009; şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.6.1.6. Toplam özünmüş katı madde

Toplam özünmüş katı madde (TDS), içme ve kullanma sularındaki çözünmüş halde bulunan mineral, tuz, metal ve diğer organik/inorganik maddelerin toplam miktarını ifade eder. TDS, suyun kalitesini ve güvenilirliğini belirlemede önemli bir parametredir. Suyun tadı, sertliği ve genel kullanımı üzerinde doğrudan etkisi vardır. TDS seviyesinin yükselmesi, suyun mineral bakımından zengin olduğunu gösterebilir. Ancak aşırı yüksek seviyeler suyun içilmesini ve kullanımını olumsuz etkileyebilir. Özellikle kalsiyum, magnezyum, sodyum ve potasyum gibi mineraller TDS değerini yükseltir. İçme suyunda ideal TDS seviyesi genellikle 300 mg/L'nin altında olmalıdır. 1000 mg/L'nin üzerindeki değerler suyu içme açısından uygun olmayan seviyelere getirebilir. TDS seviyeleri ayrıca suyun tarım, endüstri ve evsel kullanımdaki uygunluğunu da etkilemektedir (Uzun, 2006; Demir, 2009; şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.6.2. Kimyasal parametreler

1.6.2.1. pH değeri

İçme suyunun pH düzeyi suyun asidik ya da alkalik durumunu gösteren bir parametre olup 0-14 arasında bir skalayla gösterilir. pH ölçeğinde, 7 rakamı nötr noktayı temsil eder. Bu seviyenin altındaki değerlere sahip sular asit özelliği gösterirken, üstündeki değerlere sahip sular alkali karakterde kabul edilir. İçme suyu için önerilen ideal pH aralığı genellikle 6,5-8,5 arasındadır. Bu aralık hem insan sağlığı hem de suyun borularda korozyona yol amaması açısından önemlidir. Düşük pH'lı (asidik) su, metal boruların aşınmasına neden olabilir ve bu durum toksik maddelerin

suya karışmasına yol açabilir. Yüksek pH'lı su ise tadını değiştirebilir ve yine borular üzerinde kireçlenmeye neden olabilir. Bunun yanında insan vücudu doğal olarak hafif alkali bir yapıya sahiptir (kan pH'ı 7,35-7,45), bu nedenle hafif alkali içme sularının (pH 7,5-8,5) sindirim sistemi üzerinde olumlu etkileri olabileceği öne sürülmektedir. Genellikle yeraltı sularının pH'sı 7'den düşük, yerüstü sularının pH'sı 8'den yüksektir. İçme suyunun pH seviyesi için spesifik bir sınır belirlenmemiş olsa da genellikle 6,5 ile 8,5 aralığındaki suyun içilebilir olduğu kabul edilir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Uzun, 2006; Yıldız, 2016; Girgin, 2019). İçme sularında pH değerlerinin Dünya Sağlık Örgütü standartlarına göre 6,5 ile 8,5 aralığında olması gerektiği belirtilmiştir. Avrupa Birliği standartları ile Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı'nın İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği ve Türk Standartları Enstitüsü'nün TS-266 Standardına göre ise bu aralık 6,5-9,5 olarak ifade edilmiştir (Anonymous, 1998; Anonim, 2005b; Anonim, 2005a; Anonymous, 2024).

1.6.2.2. Toplam sertlik

Kalsiyum (Ca^{2+}) ve magnezyum (Mg^{2+}) iyonlarının suda çözülmüş haldeki miktarı toplam sertlik olarak tanımlanmaktadır ve suyun kimyasal kalitesini belirleyen önemli bir parametredir. Kirlenme indikatörü olarak da kullanılan su sertliği genellikle kalsiyum ve magnezyum tuzlarının kaynağı olan kireçtaşı ve dolomit gibi minerallerin çözünmesiyle meydana gelir. Sert su, sabunun köpürmesini zorlaştırır ve borularda kireçlenmeye neden olmaktadır. Toplam sertlik "mg/L $CaCO_3$ " birimiyle ifade edilir. Sularda bikarbonatlar tarafından oluşturulan ve kaynatma ile giderilebilen "geçici sertlik" ve Ca ve Mg iyonlarının bikarbonat dışında sülfat gibi diğer anyonlar ile oluşturdukları tuzlarının yol açtığı ve kaynatmakla giderilemeyen "kalıcı sertlik" olmak üzere iki tür sertlik tanımlanmıştır (Dayıoğlu ve ark., 2004; Uzun, 2006; Boysan ve Şengörür, 2009; Demir, 2009; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016). İnsan sağlığı üzerinde kalsiyum ve magnezyum elementlerinin çift yönlü etkileri gözlemlenebilmektedir. Bu mineraller sağlık açısından faydalı olabildiği gibi bazı durumlarda olumsuz sonuçlara da yol açabilmektedir. Sert suyun tüketimi, bu minerallerin vücut tarafından emilimini artırarak kemik sağlığına katkıda bulunabilir ve kardiyovasküler hastalıkların, kolon ve rektum kanserinin önlenmesinde olumlu bir rol oynayabilir. Ancak, aşırı sert suyun uzun süreli tüketiminin bazı insanlarda böbrek taşı riskini artırabileceği de bildirilmektedir (Yang ve ark., 1997; Yang, 1998; Boysan ve Şengörür, 2009). Sert su, tarımsal sulamada ve endüstride istenmeyen etkiler

yaratabileceği için, sertlik seviyesinin kontrol altında tutulması önem taşımaktadır. Sudaki sertlik derecesi, aynı zamanda su kaynaklarındaki kontaminasyon düzeyini belirlemede bir gösterge parametresi olarak değerlendirilmektedir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Uzun, 2006; Boysan ve Şengörür, 2009; Demir, 2009; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.6.2.3. Çözünmüş oksijen

Suda serbest halde bulunan oksijen molekülleri çözünmüş oksijeni ifade eder ve sucul ekosistemler için hayati öneme sahiptir. Çözünmüş oksijenin bir kaynağı, suyun çözünmüş oksijenle doymadığı durumlarda atmosferik oksijenin su kütlesine nüfuz etmesidir; diğer kaynağı ise su bitkilerinin fotosentez yoluyla saldığı oksijendir. Su ortamındaki çözünmüş oksijen seviyesi, suyun fizikokimyasal özelliklerine, sıcaklık, tuzluluk ve derinlik gibi çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Genellikle sıcaklık ve çözünmüş tuzların artışı, suyun çözünmüş oksijen içeriğini düşürürken, hava basıncının artışı çözünmüş oksijen miktarını artırmaktadır. Arıca sudaki çözünmüş oksijen; sülfür, nitrit ve demir gibi indirgenbilir maddeler tarafından da tüketilebilmektedir (Aktürk, 2009; Tai ve ark., 2012; Yıldız, 2016; Mader ve ark., 2017).

1.6.2.4. Biyokimyasal oksijen ihtiyacı

Biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ), su içerisinde bulunan mikroorganizmaların organik maddeleri ayrıştırması için gereken oksijen miktarını eden bir su kalitesi parametresidir. Genellikle mg/L olarak ölçülür ve organik kirlilik seviyesinin bir göstergesi olarak kullanılır. BOİ, sudaki organik maddelerin biyolojik olarak parçalanması sırasında tüketilen oksijen miktarını ölçer. Bu süreç, genellikle aerobik bakteriler tarafından gerçekleştirilir ve BOİ değeri ne kadar yüksekse suyun kirlilik seviyesi de o kadar yüksektir. Standart bir BOİ testi, genellikle 20°C'de 5 gün boyunca (BOİ₅) gerçekleştirilir ve bu zaman zarfında oksijen tüketimi izlenir. Temiz suların BOİ₅ seviyesi genellikle 2 mg/L seviyesinden daha düşüktür. Yüksek BOİ, oksijen seviyesinin düşmesine ve sucul yaşamın olumsuz etkilenmesine neden olabilir, bu nedenle atık su arıtma tesislerinde ve çevre izleme çalışmalarında BOİ'nin izlenmesi kritik öneme sahiptir (Demir, 2009; Ezer, 2009; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

1.6.2.5. Nitrit

Nitrit, organik maddelerin nitrifikasyonu sırasında amonyakın oksitlenmesi sonucu oluşan bir ara üründür ve suda bulunması genellikle organik madde kirliliğinin bir belirteçidir. Nitrit içme suyundaki konsantrasyonlarına göre halk sağlığı için tehlikeli olabilmektedir. Methemoglobinemi (mavi bebek sendromu), yüksek konsantrasyonlarda nitrit ve nitrat alımının akut etkilerinden biridir (Golaki ve ark., 2022). Nitritin varlığı, su ekosistemleri için zararlı olup, çözülmüş oksijen seviyesini azaltarak su canlıları üzerinde toksik bir etki yaratabilir. Amonyak, aerobik koşullarda *Nitrosomonas* tarafından nitrite oksitlenir ve bu bileşik, nitrate veya amonyaka dönüşmeden önce kısa bir süre suda kalır. Normal koşullarda temiz sularda nitrit bulunmaması gerekir. Nitrit varlığı genellikle evsel veya endüstriyel atıklardan kaynaklanır. Yeterli nitrifikasyon gerçekleşmediğinde atık sular ortamda yüksek nitrit konsantrasyonlarına yol açabilir. Nitrit kaynakları arasında endüstriyel, hayvansal ve evsel atıklar, çürümüş bitkisel atıklar ve tarımda kullanılan gübreler bulunmaktadır. Bu durum, nitritin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin bilinmemesiyle birlikte yüksek seviyelerde kirlenme olasılığına işaret eder. DSÖ'nün belirlediği standartlara göre, içme sularında anlık ölçümlerde bulunabilecek nitrit miktarının üst sınırı litre başına 3 miligram olarak tavsiye edilmektedir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Anonim, 2005a; Uzun, 2006; Demir, 2009; Ezer, 2009; Şimşek, 2011; Golaki ve ark., 2022).

1.6.2.6. Nitrat

Organik azotun oksijenle tepkimesi sonucu ortaya çıkan nihai bileşik olan nitrat, düşük kirliliğe sahip sularda en yaygın rastlanan inorganik azot türüdür. Nitrat, sulu ortamlarda yüksek çözünürlük, hareketlilik ve kararlılığa sahip bir kirleticidir. Mikrobiyal faaliyetler ve organik maddelerin nitrate dönüşümü nedeniyle toprağa da girebilir. Bazen, işlenmemiş endüstriyel atıklar yoluyla nitrit yeraltı sularına karışabilir (Golaki ve ark., 2022). Tarımsal faaliyetlerde kullanılan azotlu gübreler, doğal azot bağlanması ve insan-hayvan atıkları nitrat kaynaklı kirlenmenin başlıca sebepleridir. Toprakta stabil durumda bulunmayan nitrat bir kısmı göl, akarsu ve denizlere taşınırken bir kısmı bitkilerce alınır. Bir kısmı da denitrifikasyona uğrar. Nitrat, geniş çaplı yayılım potansiyeline sahip kirleticiler arasında yer alarak, çevre kirliliğinin ölçülmesinde kritik bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Nitratın suda bulunması,

çözünmüş oksijen seviyesini azaltarak su kirliliği ve ekosistemlerde risklere neden olabilir. Nitratın fazla bulunduğu sulara bakteri sayısı artabilir. Bu durum insan sağlığı için önemli risk oluşturur. İdeal bir suyun nitrat içermemesi gerekir fakat günümüzde tamamen nitratsız su bulmak neredeyse imkânsız hale gelmiştir. İçme suyunda nitrat varlığına ilişkin yapılan çalışmalar, nitratın kanserojen etkiler, yenidoğanlarda zararlı sonuçlar ve diğer sağlık sorunlarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. DSÖ standartlarında nitrat konsantrasyonunun üst sınırı 50 mg/L (anlık) olarak önerilmiştir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Anonim, 2005a; Uzun, 2006; Demir, 2009; Ezer, 2009; Şimşek, 2011).

1.6.2.7. Demir

Su kaynakları arasında yer alan yeraltı sularında genel olarak en fazla görülen element arasında yer almaktadır. Demir elementi, doğal ortamda ferro (Fe^{+2}) ve ferrik (Fe^{+3}) olmak üzere değişik iki formda bulunur. Yeraltı su kaynaklarında genellikle ferro formundaki demir bileşiklerine rastlanır. Bu formdaki demir bileşikleri oksijen ile etkileşime girdiğinde, kimyasal bir reaksiyon sonucu ferrik forma dönüşüm gösterir. İçme sularındaki demir genellikle çözünmüş formda bulunur ve suyun renginde değişimle birlikte kötü bir tat ve kokuya neden olabilir. Suyun bulanık ve kırmızımsı kahverengi görünmesine yol açar. Demirin yüksek düzeyde bulunması, boru hatlarında ve ev aletlerinde paslanmaya, tıkanıklıklara ve suyun kalitesinin düşmesine neden olabilir. İçme suyundaki demir genellikle sağlık için doğrudan bir risk teşkil etmez ancak demir bakterileri olarak bilinen mikroorganizmaların sayıca artması elverişli bir ortam oluşturabilir. Ayrıca yüksek miktarda demir endüstriyel süreçlerde ve tekstil, kâğıt gibi sektörlerde ürün kalitesini olumsuz etkileyebilir. Suda bulunmasına izin verilen demir miktarı 0,05-0,2 mg/L arasında sınırlandırılmıştır (Anonim, 2005a; Uzun, 2006; Ezer, 2009; Şimşek, 2011; Sevindir ve Pakdil, 2014).

1.6.2.8. Mangan

Mangan, yeraltı sularında yaygın olarak bulunan ve demire benzer özellikler gösteren bir elementtir. Mangan doğada çözünmeyen (Mn^{+4}) ve çözünen (Mn^{+2}) şekillerde bulunur. Mangan elementinin +2 değerlikli formu özellikle yeraltı su kaynaklarında yaygın olarak bulunmaktadır. Bu formdaki mangan, oksijen ile temas ettiğinde kimyasal bir oksidasyon reaksiyonu gerçekleşerek +4 değerlikli forma

dönüşüm göstermektedir. Mangan için belirlenen en yüksek oran 0,02-0,05 mg/L olarak tespit edilmiştir. İçme sularında 0,05 mg/L'nin üzerinde mangan bulunması, suyun rengini koyulaştırarak siyahımsı-kahverengi bir tortu bırakmasına neden olur ve bu da estetik açıdan rahatsız edicidir. Manganın içme suyunda yüksek seviyelerde bulunması, boru hatlarında ve su tesisatlarında tortu birikimine, tıkanıklıklara ve ev aletlerinde lekelerle neden olabilir. Sağlık açısından mangan uzun süre yüksek miktarlarda alındığında nörotoksik etkiler gösterebilir ve sinir sistemi üzerinde olumsuz sonuçlara neden olabilir. Ayrıca, yüksek mangan seviyeleri bazı endüstriyel süreçlerde ve su işleme sistemlerinde istenmeyen kirliliklere ve işlem zorluklarına yol açabilir (Uzun, 2006; Sevindir ve Pakdil, 2014; Björklund ve ark., 2017).

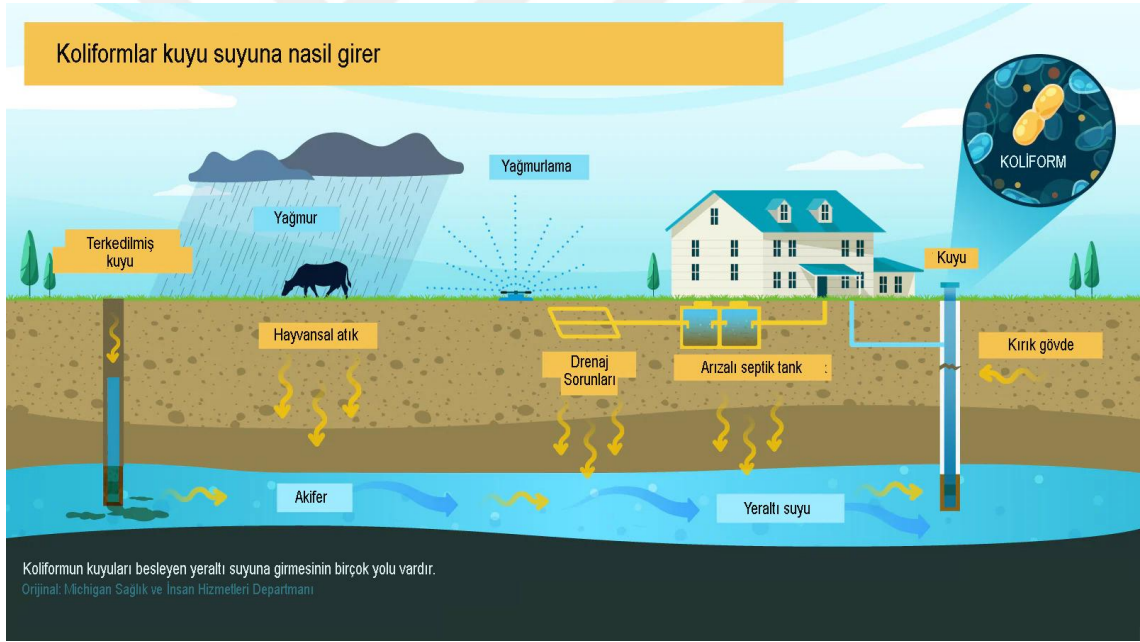
1.6.3. İndikatör mikroorganizmalar

İndikatör mikroorganizmalar suyun mikrobiyal kalitesini değerlendirmek için kullanılan, patojen mikroorganizmaların varlığını veya çevresel kirlenmeyi işaret eden mikroorganizmalardır. Çevresel örneklerin rutin olarak bağırsak patojenleri açısından incelenmesi genellikle zahmetli, güç ve uzun süre gerektirmektedir. Bu yüzden, bu tür incelemeler genellikle patojen mikroorganizmaların varlığına işaret edebilecek belirli indikatör mikroorganizmaların analiziyle gerçekleştirilir. Bu bakteriler basit bakteriyolojik yöntemlerle kolayca izole edilebilir ve sayılabilir. İndikatör mikroorganizmaların varlığı suyun dışkı kaynaklı kirlenmiş olabileceğini ve dolayısıyla zararlı patojenler içermeye olasılığını gösterir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Gerba, 2009). Bu indikatörlerden bazıları bu tez kapsamında aşağıda açıklanmıştır.

1.6.3.1. Koliform bakteriler

İçme suyunun mikrobiyal kalitesini değerlendirmek için kullanılan birincil mikroorganizmalar toplam ve fekal koliformlardır (Mahmodian ve ark., 2024). Koliform bakteriler, genellikle *E. coli* ve ona yakın olan Gram-negatif, çomak şeklindeki bakterileri kapsayan bir bakteri grubudur. Bu bakteriler, *Enterobacteriaceae* familyasında yer alır ve genellikle insan ve hayvan bağırsaklarında doğal olarak bulunurlar. Bu bakteriler, 35-37°C'de 24-48 saatte fermantasyon yolu ile laktozdan gaz ve asit üretirler ve oksidaz negatif olmalarıyla tanınırlar. Koliform grubunda gıda yönünden riskli olan mikroorganizmalar *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* ve *Enterobacter* gibi cinslere ait türler olarak sayılabilir. *E. coli*, doğrudan sıcakkanlı

hayvanların bağırsaklarında bulunur ve fekal kirliliğin bir göstergesi olarak kabul edilirken grubun diğer üyeleri bitki ve toprak gibi çevresel kaynaklardan gelebilir (Şekil 1). Bu nedenle içme suyu sistemlerinde *E. coli* veya fekal koliform bakterilere rastlanması dışkı bulaşmasının bir işareti olup *Salmonella*, *Shigella* ve *Pasteurella* gibi patojenlerin varlığına dair uyarıcı olabilir. Koliform bakteriler suda rahatlıkla tespit edilebildiğinden su kalitesinin tespiti için uygun indikatör olarak kabul edilmiştir. Ülkemizde Sağlık Bakanlığı tarafından çıkarılan insani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik, içme ve kullanma sularında bu bakteri grubunun bulunmaması gerektiğini bildirmektedir. Bu sulara ilgili bakterilerin tespit edilmesi klorlama ve arıtmanın yetersiz olduğunun ve ayrıca kontaminasyon ve çevresel kirliliğin şekillendiğinin göstergesidir (Anonim, 2005a; Avcı ve ark., 2006; Şimşek, 2011; Yıldız, 2016; Çavdar, 2018; Golaki ve ark., 2022).



Şekil 1.1. Kuyu sularında koliform bakteriler (Goddard, 2024)

1.6.3.2. *Escherichia coli*

Enterobacteriaceae familyası üyesi olan *E. coli* fakültatif anaerobik, çomak şekilli ve gram negatif bir bakteridir ve genellikle insan ve hayvan bağırsak mikrobiyotasında bulunurlar. Bu mikroorganizma, 3-50 °C arasında değişen sıcaklıklarda (en uygun 37-41 °C) yaşayabilir ve pH 4,3-10 aralığında çoğalır. Nutrient agar, kanlı agar ve MacConkey, EMB agar gibi enterobakterilerin selektif besiyerlerinde 37 °C'de 24 saatte belirgin şekilde görülen S tipli koloniler meydana

getirirler. MacConkey agarda pembe, EMB agarda metalik refle veren koloniler oluşturur. Nutrient Buyyon'da 24 saatte 37 °C'de bulanıklık meydana getirerek çoğalırlar. Zararsız suşları bağırsak florasında denge sağlayarak besinlerin sindirimine yardımcı olur ve zararlı mikroorganizmaların çoğalmasını engeller. Ancak bazı patojenik suşlar hayvanlarda ve insanlarda çeşitli enfeksiyonlara neden olabilir. Patojenik *E. coli* türleri farklı virülans faktörlerine sahip suşlardan oluşur ve bu suşlar gastroenterit, pneumoni, meningitis ve septisemi gibi çeşitli enfeksiyonlara yol açabilir (Aktürk, 2009; Anonim, 2009; Özaslan, 2009; Yıldız, 2016; Girgin, 2019).

Bu patojen gruplar arasında Enteropatogenik *E. coli* (EPEC), Enterohemorajik *E. coli* (EHEC), Enterotoksijenik *E. coli* (ETEC), Enteroagregatif *E. coli* (EAEC) ve Enteroinvaziv *E. coli* (EIEC) türleri yer almakta ve sindirim sistemi problemlerine yol açmaktadır. Bu türlerden EHEC içerisinde yer alan *E. coli* O157:H7 serotipi kanlı ishal, hemolitik üremik sendrom gibi ciddi komplikasyonlara neden olmaktadır. Bu bakteri genellikle doğada lağımlarda ve kontamine olmuş sularda bulunduğundan su kirliliğini tespit etmek için kullanılan iyi bir indikatördür. Suyun bu bakterilerce kirlenmesine neden olan geleneksel kaynaklar arasında atık su arıtma tesisleri, septik tank sistemleri, hayvan gübresi ve yağmur suyu akışı yer almaktadır (Anonim, 2005a; Ezer, 2009; Şimşek, 2011; Brinkmeyer ve ark., 2015; Tanas, 2016; Çavdar, 2018).

1.6.3.3. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa, gram negatif, çubuk şekilli, hareketli ve çeşitli ortamlarda yaşayabilen bir bakteridir. Nemli ortamlarda kolaylıkla çoğalabilen, *Pseudomonas* spp. zorunlu aerobtur ve bu cinsin diğer üyelerinden farklı olarak *P. aeruginosa* nitratı metabolize etme kabiliyetinden dolayı anaerobik koşullarda da hayatta kalabilmektedir. Kültürlerde çoğunlukla tek başına veya ikişerli ince, düz çomaklar şeklinde görülür.

Bu bakteri, %5 oranında koyun kanı içeren besiyerinde hemoliz yapabilir. Ayrıca 37 °C'de bir gün süreyle bekletildiğinde besiyerinde iki farklı tipte koloni oluşumu gözlenir. Bunlardan biri büyük, parlak ve geniş bir alana yayılan, diğeri ise doğal kaynaklardan izole edilen suşlardan elde edilen, küçük, konveks ve düzensiz şekilli kolonilerdir. Fırsatçı bir bakteri olan *P. aeruginosa*, çevrede yaygın olarak bulunur. Musluk suyu, duş başlıkları, su depoları ve dağıtım sistemlerinde biyofilm tabakaları

oluşturabilir (Anonim, 2005a; Aktürk, 2009; Özaslan, 2009; Yıldız, 2016; Sırıken ve Öz, 2017; Çavdar, 2018; Girgin, 2019). Çevresel stres faktörlerine karşı biyofilm oluşturması bu mikroorganizmaya önemli bir koruma sağlar.

Bu film tabakası, antibiyotiklere, dezenfektanlara ve bağışıklık sisteminin savunma hücrelerine karşı direnç kazanmalarına yardımcı olur. Biyofilm içinde yaşayan bakteriler, metabolik ürünlerini paylaşarak besin kaynaklarını daha verimli kullanabilirler. Biyofilm yapıları içinde bakteriler arasında genetik bilgi (plazmidler gibi) alışverişi daha kolaydır (Nouraldin ve ark., 2016; Sırıken ve Öz, 2017). Bu bakteri distile su gibi düşük besin içeren ortamlarda dahi uzun süre yaşamını sürdürebilir. Bu özelliği onu içme ve kullanma sularında potansiyel bir sağlık riski haline getirir. *P. aeruginosa*'nın su kaynaklarında bulunması, suyun bakteriyolojik kalitesinin bozulduğunu ve su sistemlerinde hijyenik koşulların yetersiz olduğunu gösterebilir. Özellikle suyun sıcaklığının artması ve su akış hızının yavaşlaması, bakterinin çoğalmasını kolaylaştırır. Bu durum, özellikle şebeke sistemlerinde yeterli dezenfeksiyon yapılmadığında ortaya çıkar. *P. aeruginosa*, kimyasal dezenfektanlara karşı dirençli olabildiğinden, bu bakterinin yayılmasını kontrol etmek zor olabilir. Kloro karşı orta düzeyde bir direnç gösterir, ozonlama gibi bazı dezenfeksiyon yöntemlerine daha fazla direnç geliştirdiği de bildirilmiştir. İçme suyu yönetmelikleri ve kalite standartlarına göre içme sularında bulunmaması gerekmektedir. Bu bakterinin suda varlığı suyun insan tüketimi için güvenli olmadığını gösterir. *P. aeruginosa* pnömoni, gastrointestinal ve üriner sistem enfeksiyonları gibi çok farklı enfeksiyonlara neden olmakla birlikte özellikle immün sistemi zayıf hastalarda önemli risk oluşturmaktadır (Anonim, 2005a; Aktürk, 2009; Özaslan, 2009; Yıldız, 2016; Sırıken ve Öz, 2017; Çavdar, 2018; Girgin, 2019).

1.7. Siirt İli Su Kaynakları ve Potansiyeli

Bir yörede yağış miktarının olağan seviyenin altına düşmesi kuraklığa yol açmaktadır. Kuraklık geçici bir olaydır ve süreklilik göstermez. Bagnouls Gausson Kuraklık İndeksi değerlendirmelerine göre Siirt ili çok kurak olarak sınıflandırılmaktadır (Cebeci ve ark., 2019).

1.7.1. Akarsular

Siirt ilinin önemli akarsularını Dicle Irmağı, Botan Çayı, Garzan Çayı, Kızılsu Çayı ve Behranca Deresi oluşturmaktadır (Anonim, 2022).

1.7.2. Doğal Göller, Göletler ve Rezervuarlar

Siirt ilinde Kil Çekirdekli Kaya Dolgu tipinde Sulama alanı net 338 ha olan Cefan göleti ve sulama alanı net 3362 ha olan Garzan-Kozluk Regülatörü bulunmaktadır (Anonim, 2022).

1.7.3. Yeraltı Suları

Siirt Merkez, Kurtalan ve Aydınlar ilçeleri ile Kayabağlar, Gökçebağ ve Atabağı beldelerinin içme suyu ihtiyaçlarının bir kısmı, Şirvan ilçesindeki Hesko adı verilen doğal kaynak suyu ve Botan Çayı üzerindeki keson kuyularından temin edilmektedir (Tablo 1.2). Ayrıca, tarımsal ve sanayi amaçlı kullanımlar için açılan su sondajları ile köylerin içme ve kullanma suyu ihtiyaçlarını karşılamak üzere birçok kayıtlı veya kayıtsız su sondajı mevcuttur (Anonim, 2022).

Tablo 1.2. Siirt ili yeraltı suyu potansiyeli

Kaynağın İsmi	hm ³ /yıl
İçme-Kullanma	0,64
Sanayi	1,22
Sulama	0,79
Toplam Çekilen Su	2,66

1.7.4. Su kaynaklarının kirlilik durumu

1.7.4.1. Endüstriyel kaynaklar

İl geneline ait endüstriyel nitelikli atık su arıtma tesisi bulunmamaktadır. Münferit dağınık olan işletmelerin evsel atıksuları sızdırmaz tip fosseptikte toplanarak vidanjör yardımı ile çekilerek ilgili Belediyenin altyapısına deşarj edilmektedir. İl genelinde büyük endüstriyel faaliyet noktasında iki adet tesis mevcut olmakla birlikte, tesislerden biri Kurtalan İlçesi Oyacak Köyü mevkiindeki Limak Kurtalan Çimento Fabrikası, diğeri ise Şirvan İlçesi Madenköy mevkiindeki Cengiz İnşaat Bakır Madeni ve Zenginleştirme Tesisidir (Anonim, 2022).

1.7.4.2. Eysel kaynaklar

Siirt İl Merkezinde Siirt Belediyesi Kentsel Atıksu Arıtma Tesisi faaliyette olup, 17.500 ton/gün mevcut kapasiteli arıtma tesisi yaklaşık 115147 kişilik nüfusa hizmet vermektedir. Arıtılan atıksu dolaylı olarak mevsimsel Gökçebağ Deresi üzerinden Yerlibahçe Köyü mevkiinden Botan Çayına deşarj edilmektedir (Anonim, 2022).

1.7.4.3. Diğer

İl genelinde, Merkezde faaliyette olan katı atık düzenli depolama tesisi katı atık birliğı kurulmasına rağmen 2019 yılı için bakıldığında Merkez, Tillo ve Gökçebağ Belediyeleri hariç tüm belediyeler vahşi depolama işlemine devam etmekte olup hem yer üstü hem de yer altı sularını kirletmektedirler (Anonim, 2022).

1.8. Siirt Üniversitesi

Siirt Üniversitesi, merkez yerleşkesi Kezer'de bulunan bir üniversitedir. Siirt Üniversitesi bünyesinde 10 fakülte, 3 yüksekokul, 6 meslek yüksekokulu, 4 enstitü ve 21 Uygulama Araştırma merkezi bulunmaktadır. Üniversite genelinde 18823 öğrenci ve 682 akademik personel bulunmaktadır (Anonim, 2024b).

1.9. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada; Siirt Üniversitesinin Kezer yerleşkesindeki yapılarda (rektörlük, Fakülteler, Cami, tesis, hayvan hastanesi, merkezler) bulunan musluklardan alınan su örneklerinin fiziksel ve kimyasal kalitesinin tespitini yapmak, mikrobiyolojik kirlilik seviyesini saptayarak uygun bulunmayan durumlar için tedbirler alınmasını sağlamak ve iyileştirme çalışmalarına katkıda bulunmak amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ağaoğlu ve ark. (1999) Van yöresindeki on beş farklı kaynak suyundan alınan toplam 30 örneği, çeşitli parametreler (fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik) yönünden analiz etmiştir. Çalışma sonucunda örneklerde mikroorganizma sayısını $0-9,4 \times 10^4$ kob/mL arasında bulmuştur. Analizi yapılan sularının %33,3'ünde koliform mikroorganizmalar tespit etmiştir. Yapılan çalışmada ortalama pH değeri 7,45 olarak saptanmış olup örneklerin hiçbirinde demir tespit edilmemiştir.

Karakaş ve ark. (2003) tarafından Eskişehir'de damacana içme suları koliformlar yönünden incelenmiştir. Araştırma sonucunda damacana sularında koliform bakterileri tespit edilmiş olup, bu koliformların içme sularında uzun süre yaşayabildikleri gösterilmiştir.

Hapçioğlu ve ark. (2004) İstanbul'da bir hastanenin farklı bölümlerinin su dağıtım sistemlerinden örnekler alarak incelemiştir. Çalışma sonucunda su örneklerinin 84'ünden (%84) *Bacillus* spp. (%77), *Bacillus cereus* (%11), *Pseudomonas* spp. (%5) ve *stafilokoklar* (%4) olmak üzere çeşitli bakteriler izole edilmiştir.

Dayıoğlu ve ark. (2004) tarafından Kütahya içme sularının değerlendirildiği çalışmada pH değeri 6,88-7,68 tespit edilmiş olup koliform bakteri, nitrit ve nitrate rastlanmadığı ifade edilmiştir.

Şirin ve Demir (2007) Samsun Çarşamba ovası sol sahilindeki bazı köylerde içme ve kullanma suyunu incelemiştir. Çalışma sonucunda pH 6,89-7,54, iletkenlik 451-2430 $\mu\text{S}/\text{cm}$, demir 0,091-0,230 ppm ve mangan 0,131-0,638 $\mu\text{g}/\text{L}$ olarak tespit edilmiştir.

Süphandağ ve ark. (2007) İstanbul'da içme sularını incelemiş ve sonuçta pH değerini 6,87-7,41 ve iletkenlik değerini 258-467 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit etmiştir. Ayrıca koliform bakteriye rastlanmadığı bildirilmiştir.

Alişarlı ve ark. (2007) Van bölgesi (Ercis, Özalp, Saray, Muradiye, Çaldıran, Gürpınar, Gevas ve Edremit) sularının mikrobiyolojik kirlilik durumlarını incelediği araştırmada 366 adet su örneği incelenmiş ve koliform bakteri oranı merkezde %40,65, ilçelerde %74,07, *E. coli* oranı merkezde %8,13 ve ilçelerde %8,64 olarak tespit edilmiştir.

Karaoğlu ve ark. (2008) Muğla Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki kaynak sularının pH değerini 6,34-7,33, iletkenlik değerini 42-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nitrit değerini en

yüksek 0,007 mg/L, nitrat değerini 0,0035-1,88 ve en yüksek demir konsantrasyonu 0,095 mg/L olarak belirlenmiştir.

Aktürk (2009) Tufanbeyli (Adana)'de yol güzergahındaki sularının çeşitli parametreler yönünden analizini gerçekleştirmiştir. Analizler sonucu pH değerini ilkbaharda 7,04-7,96, yazın 7,49-8,08, sonbaharda 7,52-8,17 ve kışın 7,79-8,39, iletkenlik değerini ilkbaharda 346-975 $\mu\text{S/cm}$, yazın 335-964 $\mu\text{S/cm}$, sonbaharda 340-865 $\mu\text{S/cm}$ ve kışın 316-883 $\mu\text{S/cm}$ olarak tespit etmiştir.

Alemdar ve ark. (2009) tarafından Bitlis'te gerçekleştirilen araştırmada suların pH değeri 7,41 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca musluk sularının %7'sinde koliform ve *E. coli* tespit edildiği ifade etmişlerdir.

Ezer (2009) İstanbul Terkos gölünün mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik seviyesini araştırmıştır. Analizler sonunda pH 7,21-8,89, iletkenlik 0,16-1,55 mS/cm, bulanıklık 3-205 NTU ve demir değeri 0,01-0,96 mg/L olarak ölçülmüştür.

Koçak ve Güner (2009) tarafından Erzurum'da farklı noktalardan alınan 70 musluk suyu örneğinin incelediği bir çalışmada su numunelerinin 9'unda (%12,85) koliform bakteri ürettiği belirtilmiştir. Çalışılan 57 depo ve 13 kuyu suyundan alınan örneklerde sırasıyla (%5,26) ve (%46,15) oranında koliform bakterisi ve bunun yanında kuyu suyu kaynaklı bir halk çeşmesinde fekal koliform tespit edildiği ifade edilmiştir. pH değerinin 6,64-7,78 aralığında olduğu bildirilmiştir. Bulanıklık değerleri 0,01-4,21 NTU olduğu bildirilmiştir. Ortalama bulanıklık değerlerinin, yönetmelikte belirtilen standart değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Nitrit değeri 0,01-0,50 mg/L olarak bildirilmiştir. Kuyu sularının nitrit değerleri 0,07 mg/L, su depoları kaynaklı gelen suların ortalama nitrit değerleri ise 0,02 mg/L olarak tespit edilmiştir. Nitrat değeri 4,08-128,39 mg/L olarak bildirilmiştir.

Özaslan (2009) fekal koliform varlığını Adana'daki içme sularında tespit etme amaçlı yaptığı çalışmada Yüreğir ilçesinden alınan su örneklerinde *Pseudomonas* sp. ürettiğini bildirmiştir

Pseudomonas sp. ürettiğini bildirmiştir

Şimşek (2011) tarafından İstanbul Sazlıdere barajından alınan su örneklerinin çeşitli parametreler yönünden incelenmesi sonucunda iletkenlik 0,34-0,63 $\mu\text{S/cm}$, bulanıklık 5-142 NTU, nitrit değeri 0-0,278 mg/L ve nitrat değeri 0,088-11,88 mg/L olarak bulunmuştur.

Arı ve ark. (2013) Afyonkarahisar’da Düzağaç Akdeğirmen Barajı suyunun bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelediği çalışmada pH değeri ilkbaharda 8,3 yazın 7,7 sonbaharda 7,8 ve kış ayında 7,9, ortalama 7,92 olarak tespit etmiştir. Bulanıklık değeri ilkbaharda 148 NTU, yazın 8 NTU, sonbaharda 14 NTU ve kış ayında 16 NTU, nitrit değeri ilkbaharda 0,024 mg/L, yazın 0,008 mg/L, sonbaharda 0,021 mg/L, kış ayında 0,000 mg/L, nitrat değeri ilkbaharda 0,17 mg/L, yazın 0,31 mg/L, sonbaharda 0,10 mg/L ve kış ayında 0,50 mg/L olarak tespit edilmiştir.

Poyraz (2014) Düzce’de 15 farklı lokasyondan aldığı içme sularını incelemiş ve ortalama demir seviyesini 189,2 µg/L ve mangan seviyesini 46,6 µg/L olarak tespit edilmiştir.

Atıcı ve ark. (2016) Erciş (Van) ve civarındaki çeşitli alanlarda kullanılan su kaynaklarından alınan örnekleri incelemiş ve sonuçta pH 6,03-7,98, iletkenlik 11,25-559,2 µS/cm, bulanıklık 0,09-1,50 NTU, nitrit 0,01-0,078 mg/L, nitrat 1,4-16,8 mg/L ve demir 0,00-0,02 µg/L olarak tespit etmiştir.

Bora (2016) Zonguldak merkez ilçeye bağlı köylerden aldığı su örneklerinde pH değerini 6,50-8,79 olarak ölçmüştür. Örneklere ait elektriksel iletkenlik değeri 21-1020 µS/cm olarak ölçülmüştür.

Yaşar ve ark. (2016) Mardin’de içme sularındaki ağır metal düzeylerinin araştırmış, mangan düzeyini 0,164 µg/L olarak belirlemiştir.

Yıldız (2016) tarafından Giresun içme sularının bakteriyolojik kalitesinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada ilin su şebekesinden farklı aylarda alınan su örneklerinde mikroorganizmalara (*E. coli*, fekal koliform) rastladığını bildirmiştir. Su örneklerinin pH değerleri Mayıs (7,700), Haziran (7,652), Temmuz (7,682), Ağustos (7,694) ve Eylül (7,745) aylarında ölçülmüştür. Su örneklerinin bulanıklık değerleri mayıs (0,152 NTU), haziran (0,192 NTU), temmuz (0,060 NTU), ağustos (0,086 NTU) ve eylül (0,043 NTU) aylarında belirlenmiştir.

Tanas (2016) Sakarya’da su kalitesi tespiti amacıyla yaptığı araştırmada il merkezinden ve ilçelerinden alınan 102 numunenin 17’sinde koliform bulunduğunu, bakteri tespit edilen örneklerin beş tanesinde *E. coli* tespit ettiğini bildirilmiştir. Örneklerde pH değeri Kasım-Nisan ayları arasında 6,8-7,6 olarak tespit edilmiştir.

Zeybek ve Kalyoncu (2016) Antalya’da Kargı Çayı suyunun fizikokimyasal kalitesini belirlemek amacıyla yaptıkları analizler sonucunda pH değerinin 7,03-9,4

arasında olduğunu rapor etmişlerdir. Elektriksel iletkenlik değerleri 346,95-599,12 $\mu\text{S/cm}$ arasında değişim göstermiştir. En yüksek sonbahar mevsiminde 7. istasyonda (916 $\mu\text{S/cm}$), en düşük değer ise yaz mevsiminde 2. istasyonda (299,5 $\mu\text{S/cm}$) ölçülmüştür. Nitrit iyonlarının ölçüm değerleri analiz limitlerinin altında ($<0,01$ mg/L) kaldığı bildirilmiştir.

Çetin (2017) tarafından Tunceli’de doğal su kaynaklarından alınan örneklerin çeşitli parametreler bakımından incelendiği bir çalışmada 8 farklı lokasyondan alınan örneklerin 3’ünde koliform bakteriye rastlandığı bildirilmektedir. Çalışmada pH 7,22-8,36, iletkenlik 165,8-760 $\mu\text{S/cm}$, nitrit değeri $<0,001$ -0,6734 mg/L ve nitrat 0,0162-10,010 mg/L olduğu ifade edilmiştir.

Kireçci ve ark. (2017) tarafından Kahramanmaraş’ta suların mikrobiyolojik durumunu belirlemek amacıyla gerçekleştirilen araştırmada 67 örneğin 53 tanesinde (%79) *E. coli* ve diğer bakterilerin izole edildiği bildirilmektedir.

Çavdar (2018) Sakarya’da hastane içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik analizi amacıyla incelediği 40 su örneğinde *P. aeruginosa* (%2,5) ürediğini bildirmiştir.

Tekeli ve ark. (2018) Hatay ilinde içme amaçlı kullanılan kuyu sularının kalite parametreleri bakımından incelenmesi sonucu ortalama pH değerini 7,30, ortalama demir değerini 0,0019 $\mu\text{g/L}$ ve ortalama mangan değerini 0,0028 mg/L olarak belirlemiştir.

Girgin (2019) tarafından Diyarbakır Dicle üniversitesinde yapılan incelemede depo ve kuyulardan alınan toplam 84 su örneğinin pH değerinin 6,55-8,22 aralığında olduğunu, örneklerin %64,0’ünde mikroorganizma tespit ettiğini, 54 örnekte belirlenen 26 farklı mikroorganizmanın %12 sinin *E. coli* olduğunu bildirmiştir.

Gökçen ve Atasever (2019) Erzurum il ve ilçe merkezlerinden alınan 1403 su örneğinin, 117’sinde (%8,33) koliform ve *E. coli* ürediğini saptamıştır. Çalışmada pH 6,65-8,33, iletkenlik 113-830 $\mu\text{S/cm}$, nitrit 0,02-0,25 mg/L, nitrat 9,60-26,85 mg/L ve demir 0,04-0,18 $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir.

Gürbüz ve Güngör (2019) Mardin’de gerçekleştirdikleri araştırmada alınan su örneklerinde pH değerleri depo sularında 7,30-7,90, kuyu sularında 7,00-8,22 ve şebeke sularından 6,24-8,23 olarak bulmuşlardır. İletkenlik değerleri ise depo sularında 45,4-1350 $\mu\text{S/cm}$, kuyu sularında 41,90-2500,00 $\mu\text{S/cm}$ ve şebeke sularında 39,50-2660,00 $\mu\text{S/cm}$ olarak ölçülmüştür.

Aslan ve Sumer (2021) Sivas ili içme ve kullanma suyu örneklerinin mikrobiyolojik kalitesini araştırmış ve su örneklerinde %40 koliform bakteri ve %33 *E. coli* tespit etmiştir.

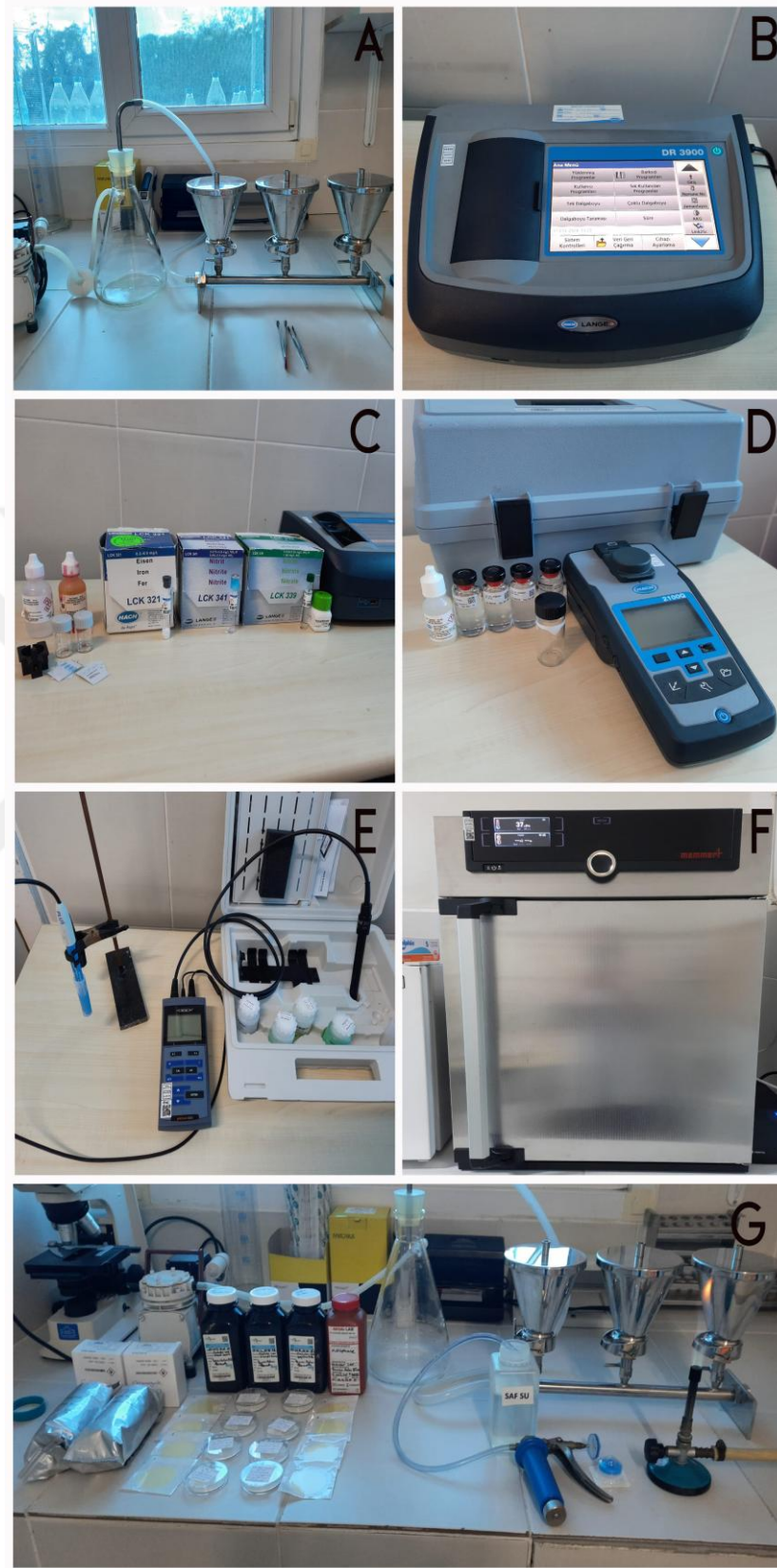
Kurt ve ark. (2022) tarafından Bursa'da 10 değişik alandan alınan kuyu sularında ortalama demir seviyesi 86,29 µg/L, ortalama mangan seviyesi 20,02 µg/L olarak bildirilmiştir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Kullanılan Cihazlar

- Membran Filtrasyon Sistemi (Sartorius, Almanya)
- Spektrofotometre (Hach-Lange DR3900, Almanya) ve ölçüm kitleri
- Turbidimetre (Hach-Lange 2100Q, Almanya)
- pH metre (WTW, Almanya)
- Konduktivimetre (WTW, Almanya)
- Soğutmalı İnkübatör (Mettler PP55, Almanya)
- Etüv (Elektro-Mag)
- Çalışmada kullanılan cihaz görselleri Şekil 3.1’de gösterilmiştir



Şekil 3.1. Çalışmada kullanılan cihazlar. (A) Membran filtrasyon sistemi, (B) Spektrofotometre, (C) Spektrofotometre ölçüm kitleri, (D) Turbidimetre, (E) Konduktivimetre, (F) Soğutmalı inkübatör, (G) Besiyerleri

3.2. Çalışma Alanı

Bu çalışma Siirt Üniversitesi Kezer yerleşkesinde gerçekleştirilmiştir (37°57'33"K, 41°50'52"D). Çalışmanın su örnekleri, Siirt Üniversitesinin Kezer yerleşkesinde bulunan Ziraat Fakültesi Eğitim Binası, Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası, İlahiyat Fakültesi, Eğitim Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Yemekhane, Kütüphane, Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu, Mühendislik Fakültesi (A, B ve C blok), Misafirhane, Kapalı Spor Salonu, Cami, Rektörlük (A ve B blok), Lojmanlar, Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi, Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı (SKS), Küçük ve Büyükbaş Hayvan Çiftliği, Merkezi Laboratuvar, Öğrenci Yurdu ve ana depo olmak üzere 23 lokasyondan alınmıştır (Şekil 3.2). Çalışmadaki su örnekleri binaların zemin katında bulunan bayan lavabolarındaki soldan birinci musluktan alınmıştır. Hayvan hastanesi ve Ziraat Fakültesi Dekanlık binasında birinci kattaki bayan lavabosundan örnekler alındı.



Şekil 3.2. Örneklerin alındığı bazı lokasyonlar. (A) Rektörlük, (B) Ziraat fakültesi, (C) Hayvan hastanesi, (D) SKS, (E) Merkezi laboratuvar, (D-F) Çiftlik

3.3. Örneklerin Alınması

Su numunesi; Türkiye Hudut ve Sahiller Sağlık Genel Müdürlüğünün içme kullanma sularının denetimi ve numune alma usulleri genelgesine göre alınmıştır (Anonim, 2024a).

3.3.1. Gerekli malzemeler

- Dezenfektan (elleri temizlemek için)
- Havlu kâğıt (musluğu temizlemek için)
- Alkol (sterilizasyon için)
- Steril numune kabı (Sodium thiosulfatlı, 500 mL)
- Isı kaynağı (Çakmak, pürmüz)

3.3.2. Uygulama

Numune almadan önce çeşme kapalı iken ağız temiz bir bezle silindi. Ardından çeşme açılıp 3-5 dakika kuvvetlice su akıtıldı, çeşme kapatıldıktan sonra çeşmenin ağız 10-15 saniye yakıldı. Çeşme kuvvetlice akacak şekilde açıldıktan sonra steril numune şişesinin ağızındaki koruyucu sargı açıldı. Çeşme hafif akacak şekilde ayarlandıktan sonra numune şişesi akan suya hafif açı yapacak şekilde tutularak şişe tam dolmayacak şekilde su numunesi alındı. Ardından şişe kapatıldı (Şekil 3.3). Su numuneleri, 500 mL'lik Sodium thiosulfatlı steril numune kaplarına alınarak soğuk zincirde 24 saat içerisinde Taşdelen Su ve İçecek Sanayi Tic. A.Ş. firmasına ait laboratuvara ulaştırıldı. Serbest kloru nötralize etmek için tiyosülfatlı şişeler kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Numune alınması. (A) Musluğun temizlenmesi, (B) Musluğun yakılması, (C) Örnek alınması, (D) Etiketleme

3.4. Teşhis Yöntemleri

3.4.1. Membran filtrasyon

Bu çalışmada mikrobiyolojik analizler uygun besiyerleri kullanılarak membran filtrasyon sistemi (Sartorius, Almanya) ile gerçekleştirilmiştir. Bu sistem üçlü paslanmaz çelik filtre tutucusu (SM 16824), vakuma dayanıklı silikon hortum (SM 16623), iki litre kapasiteli cam vakum erleni ve 220 V vakum pompasından (SM 16612) oluşmaktadır. Besiyerleri, filtre kağıtları, dozajlama şırıngası (SM 16685) ve şırınga ucu (SM 16534K) gibi diğer ekipmanlar da Sartorius marka tercih edilmiştir

Koliform bakterileri ve *E. coli* belirlenmesi için Chromogenic coliform besiyeri, *P. aeruginosa* belirlenmesi için Cetremide besiyeri kullanılmıştır. Her iki besiyerinde de 13906 numaralı 0,45 µm çapında, filtre rengi beyaz, çizgi rengi yeşil membran tipi kullanılmıştır.

Mikrobiyolojik analize başlamadan önce eller yıkanıp laboratuvar tezgâhı dezenfekte edilmiştir. Mikrobiyolojik çalışmayı etkilememesi için havadan gelebilecek mikroorganizmalara karşı bek alevi yakılmıştır. Besiyeri ambalajı dezenfektanla silinmiş ve alevden geçirilmiş paslanmaz çelik makasla kesilerek hazır inaktif besiyeri içeren petri kapları çıkarılarak üzerlerine etiket yapıştırılmıştır. Etiketlere ekim tarihi, saati, numunenin alındığı yer, besiyerinin adı ve numune süzme miktarı yazılmıştır.

Dozaj şiringasının ucuna, steril paketteki 0,2 µm membran filtre el değmeden takılmıştır. Besiyerleri 3,2 mL'ye ayarlanan dozaj şiringası yardımıyla steril saf su ile ıslatılarak aktif hale getirilmiştir.

Filtre desteği vakum açırken bek alevinden geçirilerek steril edilmiştir. Huni kapağı alevden geçirilerek kapatılmıştır. Filtre hunisinin alt kısmı bek alevinden geçirilerek yerine oturtulmuştur.

Filtre tutucusunun kapağı açılarak tekrar alevden geçirilmiştir. Steril paketlerdeki membran filtre kâğıdı el ile temas etmeyecek şekilde açılmıştır. Paslanmaz çelik pens bek alevinden geçirildikten sonra filtre üstündeki sarı koruyucu tabakayla alevden geçirilmiş pens ile tutularak filtre destek kısmına yerleştirilmiştir. Filtre yerleştirildikten sonra üzerindeki sarı koruyucu kâğıt alınmıştır. Huni tekrar yerine yerleştirilmiştir. Huni kapağı yarım açılarak 250 mL su numunesi huni içerisindeki 250 mL çizgisine kadar konulmuştur. Vakum musluğu açılıp vakum pompası çalıştırılarak su numunesi filtre edilmiştir.

Filtrasyon işlemi tamamlandıktan sonra vakum pompası ve vakum musluğu kapatılmış ve filtre kâğıdı daha önce steril saf su ile ıslatılmış olan besiyeri üzerine alevden geçirilmiş olan pens yardımıyla yerleştirilmiştir. Petri kutusu düz bir şekilde 37°C sıcaklığına ayarlanmış olan soğutmalı inkübatöre (Memmert IPP55, Almanya) konulduktan 24 ve 48 saat sonra besiyerleri incelenmiştir. Ardından 48 saat inkübatörde bekleyen besiyerlerinde *E. coli* bakterisi için mavi-mor renkli koloniler, koliform bakterileri için pembe-kırmızı renk koloniler aranmıştır.

P. aeruginosa için de membran filtre düzeneği aynı şekilde sanitize edilmiştir. Bu bakterinin aranmasında da 250 mL su numunesi filtre edilip filtre kâğıdı Cetremide besiyerine yerleştirilip 42°C’de inkübasyona (inkübatör; Elektro-Mag, Türkiye) bırakılmıştır. Ardından 48 saat sonra besiyerinde mavi-yeşil veya sarı-yeşil renkli 1-2 mm çapında UV lamba altında floresan ışığa veren koloniler aranmıştır.

3.4.2. pH

pH tayini için pH metre (WTW, Almanya) kullanılmıştır. Potasyum klorür (KCl) çözeltisi içerisinde bulunan pH probu piset yardımıyla saf suyla yıkandıktan sonra probun ucuna değdirmeden havlu kâğıtla kurulanmıştır. pH ölçüm probu 100 mL’lik steril numune kabına alınan su numunesine dik bir şekilde daldırılarak pH ölçümü yapıp kaydedilmiştir.

3.4.3. İletkenlik

İletkenlik tayini için konduktivimetre (WTW, Almanya) kullanılmıştır. İletkenlik ölçüm probu 100 mL’lik steril numune kabına alınan su numunesine daldırılarak iletkenlik ölçümü yapıp kaydedilmiştir.

3.4.4. Bulanıklık

Bulanıklık tayini için turbidimetre cihazı (Hach-Lange 2100Q, Almanya) kullanılmıştır. Analizi yapılacak su numunesi cihazın 20 mL’lik cam küveti üzerinde işaretli yere kadar doldurulmuştur. Cam küvet kendi bezi ile silinip cihaza yerleştirilmiştir. Daha sonra ölçüm yapılmış ve ölçüm sonucu NTU değeri olarak kaydedilmiştir.

3.4.5. Nitrit

Nitrit tayini için Spektrofotometre (Hach-Lange DR3900, Almanya) kullanılmıştır. Nitrit analizinde LCK 341 (0,015-0,6 mg/L NO₂) test kiti kullanılmıştır. Analizi yapılacak su numunesinden 2 mL alınarak barkodlu test tüpünün içine konulmuş, tüp aşağı yukarı hafif çevrilerek su numunesi ile reaktifin karışması sağlanmıştır. Mekanik saat 10 dk ya kurulmuştur. Bu süreden sonra test tüpü havlu kâğıt ile silinerek spektrofotometreye yerleştirilmiş ve ölçüm sonucu kaydedilmiştir.

3.4.6. Nitrat

Nitrat tayini için Spektrofotometre (Hach-Lange DR3900, Almanya) kullanılmıştır. Nitrat analizinde LCK339 (0,23-13,5 mg/L NO₃) test kiti kullanılmıştır. Analizi yapılacak su numunesinden 1 mL alınarak barkodlu test tüpünün içine konulmuştur. A reaktifinden 0,2 mL (2-Propanol) test tüpüne eklenerek tüp aşağı yukarı hafif çevrilerek su numunesi ile karışması sağlanmıştır. Mekanik saat 15 dk ya kurulmuştur. Süre sonunda test tüpü havlu kâğıt ile silinerek spektrofotometreye yerleştirilmiş ve ölçüm sonucu kaydedilmiştir.

3.4.7. Demir

Demir tayini için Spektrofotometre (Hach-Lange DR3900, Almanya) kullanılmıştır. Demir analizinde LCK321 (0,2-6,0 mg/L) test tüpü kullanılmıştır. Analizi yapılacak su numunesinden 2 mL alınarak barkodlu test tüpüne konulmuştur. Test tüpü aşağı yukarı hafif çevrilerek su numunesi ile reaktifin karışması sağlanmıştır. Mekanik saat 15 dk ya kurulmuştur. 15 dk sonra test tüpü havlu kâğıt ile silinerek spektrofotometreye yerleştirilmiş ve ölçüm sonucu kaydedilmiştir.

3.4.8. Mangan

Mangan analizi için spektrofotometrede (Hach-Lange DR3900, Almanya) 290 Manganese, LR PAN (0,006-0,700 mg/L) programı seçilmiştir. Spektrofotometreye ait olan iki adet kapaklı 10 mL'lik boş cam şişe alınmıştır. İlk şişeye 10 mL deiyonize su, ikinci şişeye 10 mL analizi yapılacak su konulmuştur. Her iki şişeye askorbik asit tozu ilave edilerek aşağı yukarı çevirerek hafif çalkalanmıştır. Her iki şişeye de 12'şer damla Alkaline Cyanide reaktifi ilave edilmiştir. Karıştırmak için şişeler kendi etrafında hafifçe döndürülmüştür. Her iki şişeye 12'şer damla PAN İndikatörü damlatılmıştır. Şişeler tekrar kendi etrafında hafifçe döndürülerek su numunesi ile reaktifin karışması sağlanmıştır. Mekanik saat iki dakikaya ayarlanmıştır. Süre sonunda spektrofotometreye ilk şişe olan "Sıfır" çözeltisi konulup ZERO tuşuna basılmıştır. Daha sonra ikinci şişe olan numune şişesi yerleştirilip READ tuşuna basılmış ve ölçüm sonucu kaydedilmiştir.

3.5. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel değerlendirmede SPSS 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılmıştır. Sayısal değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri minimum, maksimum ve aritmetik ortalama±standart sapma olarak değerlendirildi. Grupların karşılaştırılmasında kruskal wallis h testi kullanıldı ve $p<0.05$ değeri anlamlı kabul edilmiştir

3.6. Etik Kurul

Bu alışma Siirt Üniversitesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Tarih ve Sayı: 19.06.2023-5016).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal Analiz Bulguları

4.1.1. pH

Suların kimyasal reaksiyonları ve biyolojik yaşamı üzerinde pH kritik bir rol oynar. İçme suyunun pH değeri suyun asidik veya bazik olma derecesini gösteren bir parametredir ve 0 ile 14 arasında bir ölçekte ifade edilir. pH değeri 7 nötr olarak kabul edilirken bu değer altındaki sular asidik, üzerindeki sular ise bazik olarak tanımlanır (Dayıoğlu ve ark., 2004; Uzun, 2006; Yıldız, 2016).

Bu çalışma sonucunda su örneklerinin pH değerleri 7,56-8,38 (ortalama 7,88) olarak tespit edilmiştir. Sonuçlar arasında en düşük değer Rektörlük Binası B Blok'ta tespit edilirken en yüksek değer Küçük ve Büyükbaş Hayvan Çiftliği'nde bulunmuştur. Bu araştırma sonucunda tespit edilen pH değerleri Tablo 4.1'de sunulmuştur

Van bölgesinde yapılan bir araştırmada 15 noktadan toplanan 30 su örneğinin pH düzeyi 6,95-8,16 (Ağaoğlu ve ark., 1999), Kütahya'da 6,88-7,68 (Dayıoğlu ve ark., 2004) ve İstanbul'da tüketilen şebeke bazlı içme sularının incelenmesi sonucu pH değeri 6,87-7,41 olarak belirlenmiştir (Süphandağ ve ark., 2007).

Samsun Çarşamba ovası sol sahilindeki köylerden alınan su örneklerinin incelenmesi sonucu pH değerleri 6,89-7,54 (Şirin ve Demir, 2007), Muğla Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesinde 6,34-7,33 (Karaoğlu ve ark., 2008), Bitlis merkez ve ilçelerinde ortalama pH değeri 7,41 (Alemdar ve ark., 2009), Adana Tufanbeyli yol hattındaki içme sularında ilkbaharda 7,04-7,96, yazın 7,49-8,08, sonbaharda 7,52-8,17 ve kışın 7,79-8,39 olarak tespit edilmiştir (Aktürk, 2009).

Erzurum su dağıtım şebekelerinin farklı yerlerinden rastgele olarak seçilmiş ev, halk çeşmeleri, marketler, gıda işletmeleri, resmî kurumlardan toplanan 70 musluk suyu numunesinin incelendiği çalışmada pH değeri 6,64-7,78 olarak bildirilmiştir (Koçak ve Güner, 2009). İstanbul'da Terkos gölünde yapılan su analizine göre pH değerinin 7,21-8,89 olduğu ifade edilmiştir (Ezer, 2009).

Afyonkarahisar'da içme su ihtiyacını karşılayan Düzağaç Akdeğirmen barajının su özellikleri incelenmiş ve pH değeri ilkbaharda 8,3, yazın 7,7, sonbaharda 7,8 ve kış ayında 7,9 olarak bulunmuştur (Arı ve ark., 2013). Antalya Kargı Çayında gerçekleştirilen araştırmada istasyonlarda ölçülen pH değerleri 7,03-9,4 arasında

değişim göstermiştir (Zeybek ve Kalyoncu, 2016). Van ili Erciş İlçesi ve çevresindeki çeşitli yerleşim yerlerinde içme suyu olarak kullanılan kaynaklardan alınan örneklerin incelenmesi sonucu pH değeri 6,03-7,98 arasında tespit edilmiştir (Atıcı ve ark., 2016).

Giresun ili su şebekesinden alınan suların pH değerleri Mayıs ayında 7,700, Haziranda 7,652, Temmuzda 7,682, Ağustosta 7,694 ve Eylülde 7,745 olarak ölçülmüştür (Yıldız, 2016). Sakarya ili merkezinden ve ilçelerinden seçilen 17 örnekleme noktadan 102 adet su numunesi alınmış ve pH değeri Kasım-Nisan ayları arasında 6,8-7,6 olarak tespit edilmiştir (Tanas, 2016). Zonguldak merkez ilçeye bağlı köylerden alınan su numunelerinde pH değerleri 6,50-8,79 olarak bulunmuştur (Bora, 2016).

Tunceli’de 8 farklı lokasyonda gerçekleştirilen bir araştırmada pH değeri 7,22-8,36 arasında belirlenmiştir (Çetin, 2017). Hatay ilinde insani kullanım amaçlı kuyu ve içme sularının kalite parametreleri bakımından incelenmesi sonucu ortalama pH değeri 7,30 olarak belirlenmiştir (Tekeli ve ark., 2018). Erzurum’un merkez ve ilçelerinde gerçekleştirilen analizlerde su örneklerinin pH değeri 6,65-8,33 arasında belirlenmiştir (Gökçen ve Atasever, 2019). Mardin’de alınan su örneklerinde pH değerleri depo sularında 7,30-7,90, kuyu sularında 7,00-8,22 ve şebeke sularından 6,24-8,23 olarak bulunmuştur (Gürbüz ve Güngör, 2019). Diyarbakır’da Dicle üniversitesinde depo ve kuyulardan alınan toplam 84 su örneğinin pH değerinin 6,55-8,22 aralığında olduğu bildirilmiştir (Girgin, 2019).

Çalışmalardaki pH değerleri arasında görülen farkların nedenleri arasında örnekleme dönemi, örnekleme yeri (musluk, depo, kuyu, akarsu, baraj vs.), çiftlik gibi atık kaynaklarının su kaynağına yakınlığı olarak sayılabilir. İçme sularında pH seviyesi İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik’te (Anonim, 2005a) ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (Anonim, 2005b) ve Avrupa Birliği standardında (Anonymous, 1998) 6,5-9,5 olarak belirlenmiştir. Ayrıca İnsani Tüketim amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte suyun aşındırıcı olmaması gerektiği bildirilmektedir. Bu çalışmanın sonuçları ilgili yönetmelik ve standartlarla uyumludur. Bu sonuçlar kampüs suyunun pH özelliği açısından içilebilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.1. Su örneklerinin pH değerleri

SN	Lokasyon	pH
1	Ziraat Fakültesi Eğitim Binası	7,85
2	Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası	8,20
3	İlahiyat Fakültesi	7,98
4	Eğitim Fakültesi	7,78
5	Fen Edebiyat Fakültesi	7,77
6	Yemekhane	7,72
7	Kütüphane	7,79
8	Beden Eğitimi Yüksek Okulu	7,85
9	Mühendislik Fakültesi A-Blok	7,75
10	Mühendislik Fakültesi B-Blok	7,74
11	Mühendislik Fakültesi C-Blok	7,98
12	Misafirhane	7,76
13	Kapalı Spor Salonu	7,78
14	Cami	8,21
15	Rektörlük A-Blok	7,71
16	Rektörlük B-Blok	7,56
17	Lojmanlar	8,14
18	Veteriner Fak. Hayvan Hastanesi	8,05
19	SKS Binası	7,81
20	Küçükbaş- Büyükbaş Hayvan Çiftliği	8,38
21	Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi	7,61
22	Öğrenci Yurdu	7,86
23	Ana depo	8,17
	Ortalama	7,89

4.1.2. Elektriksel iletkenlik

Suyun elektriksel iletkenliği, suyun içerisindeki çözülmüş iyonların miktarını gösteren bir ölçüttür. Yüksek elektriksel iletkenlik, suyun fazla miktarda çözülmüş madde içerdiğinin bir işaretidir ve bu genellikle suyun sert veya mineral bakımından zengin olduğunu gösterir (Şimşek, 2011; Yıldız, 2016).

Su numunelerinin iletkenlik değerlerinin araştırılması sonucu en yüksek değer Küçük ve Büyükbaş Hayvan Yetiştirme Uygulama ve Araştırma Merkezinde tespit edilirken (379 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en düşük değer Ziraat Fakültesi Eğitim Binasında (224 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ortalama 262 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür (Tablo 4.2).

İstanbul'da tüketilen şebeke bazlı içme sularının çeşitli parametrelerinin değerlendirilmesi sonucu iletkenlik değerinin 258-467 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olduğu (Süphandağ ve ark., 2007), Samsun Çarşamba ovası sol sahilindeki köylerden alınan su örneklerinde iletkenlik değerinin 451-2430 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu (Şirin ve Demir, 2007),

Muğla Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki kaynak sularının incelendiği bir çalışmada iletkenlik değerinin 42-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu (Karaoğlu ve ark., 2008) ve Adana Tufanbeyli yol hattındaki içme sularının iletkenlik değerinin ilkbaharda 346-975 $\mu\text{S}/\text{cm}$, yazın 335-964 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sonbaharda 340-865 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve kışın 316-883 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu bildirilmiştir (Aktürk, 2009).

İstanbul'da Terkos Göl'ünde yapılan araştırmada su analizi sonuçlarına göre iletkenlik 0,16-1,55 mS/cm (Ezer, 2009), İstanbul Sazlıdere Baraj Göl'ünde ise iletkenlik 0,34-0,63 mS/cm olarak ölçülmüştür (Şimşek, 2011). Zeybek ve Kalyoncu (2016) tarafından Antalya Kargı Çayında gerçekleştirilen analizlerde elektriksel iletkenlik değerleri 346,95-599,12 $\mu\text{S}/\text{cm}$ arasında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek sonbahar mevsiminde 7. istasyonda (916 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en düşük değer ise yaz mevsiminde 2. istasyonda (299,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ölçülmüştür. Atıcı ve ark. (2016) tarafından Erciş (Van) ve çevresinde içme suyu olarak kullanılan çeşitli alanlardan alınan örneklerin incelenmesi sonucu iletkenlik değerinin 11,25-559,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu saptanmıştır. Bora (2016) tarafından Zonguldak merkez ilçeye bağlı köylerden alınan numunelerde elektriksel iletkenlik 21-1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak tespit edilmiştir.

Tunceli'de 8 farklı lokasyonda alınan su örneklerinde iletkenlik değeri 165,8-760 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Çetin, 2017), Erzurum'un merkez ve ilçelerinde gerçekleştirilen araştırmada su örneklerinin iletkenlik değerinin 113-830 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak ölçülmüştür (Gökçen ve Atasever, 2019). Mardin'de yapılan bir çalışmada iletkenlik değerleri depo sularında 45,40-1350,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kuyu sularında 41,90-2500,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ve şebeke sularında 39,50-2660,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olarak bulunmuştur (Gürbüz ve Güngör, 2019).

İçme sularında iletkenlik seviyesi İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (Anonim, 2005a), TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (Anonim, 2005b) ve Avrupa Birliği standardında (Anonymous, 1998) en çok 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olması gerektiği bildirilmiştir. Bu çalışma sonucu elde edilen tüm veriler ilgili yönetmelik ve standartla uyumdadır. Bu veriler kampüs sularının iletkenlik açısından içilebilir olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.2. Su örneklerinin iletkenlik seviyeleri

SN	Lokasyon	İletkenlik (20 °C'de $\mu\text{S/cm}$)
1	Ziraat Fakültesi Eğitim Binası	224
2	Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası	264
3	İlahiyat Fakültesi	255
4	Eğitim Fakültesi	274
5	Fen Edebiyat Fakültesi	272
6	Yemekhane	228
7	Kütüphane	269
8	Beden Eğitimi Yüksek Okulu	274
9	Mühendislik Fakültesi A-Blok	232
10	Mühendislik Fakültesi B-Blok	268
11	Mühendislik Fakültesi C-Blok	245
12	Misafirhane	270
13	Kapalı Spor Salonu	275
14	Cami	259
15	Rektörlük A-Blok	225
16	Rektörlük B-Blok	229
17	Lojmanlar	226
18	Veteriner Fak. Hayvan Hastanesi	256
19	SKS Binası	321
20	Küçükbaş- Büyükbaş Hayvan Çiftliği	379
21	Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi	231
22	Öğrenci Yurdu	280
23	Ana depo	277
	Ortalama	262

4.1.3. Bulanıklık

Su bulanıklığı, suda askıda kalan maddelerin miktarını gösterir ve suyun berraklığı ile doğrudan ilişkilidir. Toprak parçacıkları, kil, organik maddeler, mikroorganizmalar ve diğer partiküller suyun bulanık görünmesine neden olabilir (Dayıoğlu ve ark., 2004; Uzun, 2006).

Bu çalışmada bulanıklık yönünden yapılan inceleme sonucunda en yüksek değer Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesinde (3,60 NTU), en düşük değer ise Mühendislik Fakültesi C Blokta (0,24 NTU) ortalama 1,05 NTU olarak ölçülmüştür (Tablo 4.3).

İstanbul'da Terkos Göl'ünde yapılan su analizi sonuçlarına göre iletkenlik değeri 3-205 NTU olarak tespit edilmiştir. En fazla bulanıklık kasım ayında tespit edilirken en düşük bulanıklık mayıs ayında tespit edilmiştir (Ezer, 2009). Erzurum'da Koçak ve Güner (2009) tarafından yapılan alınan su örneklerinin bulanıklık değerleri 0,01-4,21

(ortalama 1,42) NTU olduğu bildirilmiştir. Ortalama bulanıklık değerlerinin, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelikte bildirilen değerlerin üzerinde olduğu ifade edilmiştir. Arı ve ark. (2013) tarafından Afyonkarahisar’da içme su ihtiyacını karşılayan Düzağaç Akdeğirmen barajının su özellikleri analiz edilmiş ve bulanıklık değeri ilkbaharda 148, yazın 8, sonbaharda 14 ve kış ayında 16 olarak belirlenmiştir.

Van’ın Erciş ilçesi ve çevresindeki farklı yerleşim yerlerinde insani amaçlı kaynaklardan alınan örneklerin bulanıklık değerinin 0,09-1,50 (ortalama 0,43) NTU olduğu bildirilmiştir (Atıcı ve ark., 2016). Giresun’da toplanan su örneklerinin Mayıs-Eylül aylarındaki bulanıklık değerleri sırasıyla 0,152, 0,192, 0,060, 0,086 ve 0,043 NTU olarak belirlenmiştir (Yıldız, 2016). Erzurum’un merkez ve ilçelerinde gerçekleştirilen araştırmada su örneklerinin bulanıklık değerinin tüketicilerce kabul edilebilir sınırlarda olduğu ifade edilmiştir (Gökçen ve Atasever, 2019). İstanbul Sazlıdere Baraj Gölünde gerçekleştirilen bir çalışmada bulanıklık değeri 5-142 NTU olarak tespit edilmiştir. Bulanıklık değerlerinin ilkbahar ve yaz mevsimlerinde yükseldiği, sonbahar ve kış mevsimlerinde ise düştüğü tespit edilmiştir (Şimşek, 2011).

İçme sularında bulanıklık seviyesi İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik’te “*Tüketicilerce kabul edilebilir ve herhangi bir anormal değişim yok*” (Anonim, 2005a), TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında 1,0 NTU (Anonim, 2005b), Dünya Sağlık Örgütü tarafından <1 NTU (Anonymous, 2024), Avrupa Birliği tarafından ise tüketicilerce kabul edilebilir olarak belirlenmiştir (Anonymous, 1998).

Ayrıca İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik’te “*Yüzeysel suyun arıtılması durumunda Kurum, arıtılmış sudaki bulanıklığın 1,0 NTU değerini aşmamasına dikkat eder.*” denmektedir. Bu çalışma sonunda; Fen Edebiyat Fakültesi (1,24 NTU), Lojmanlar (1,73 NTU), Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası (2,95 NTU), Cami (3,45 NTU) ve Veteriner Fakültesi Hayvan Hastanesi’nden (3,60 NTU) alınan su örneklerinin ölçülen değerleri yönetmelik ve standardın belirlediği üst sınır değerinin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Bu durumun nedenleri; ilgili boru hattında fazla su akışına bağlı olarak kireçlenme şekillenmesinden, boru hattında suyun fazla beklemesinden veya boru hattında kimyasal bir kirlilikten kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir.

Tablo 4.3. Su örneklerinin bulanıklık seviyeleri

SN	Lokasyon	Bulanıklık (NTU)
1	Ziraat Fakültesi Eğitim Binası	0,33
2	Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası	2,95
3	İlahiyat Fakültesi	0,33
4	Eğitim Fakültesi	0,82
5	Fen Edebiyat Fakültesi	1,24
6	Yemekhane	0,26
7	Kütüphane	0,96
8	Beden Eğitimi Yüksek Okulu	0,85
9	Mühendislik Fakültesi A-Blok	0,29
10	Mühendislik Fakültesi B-Blok	0,40
11	Mühendislik Fakültesi C-Blok	0,24
12	Misafirhane	0,99
13	Kapalı Spor Salonu	0,89
14	Cami	3,45
15	Rektörlük A-Blok	0,79
16	Rektörlük B-Blok	0,69
17	Lojmanlar	1,73
18	Veteriner Fak. Hayvan Hastanesi	3,60
19	SKS Binası	0,45
20	Küçükbaş- Büyükbaş Hayvan Çiftliği	0,40
21	Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi	0,52
22	Öğrenci Yurdu	0,91
23	Ana depo	0,25
	Ortalama	1,01

4.1.4. Nitrit

Nitrit, organik maddelerin nitrifikasyonu sırasında amonyakın oksitlenmesi sonucu meydana gelen bir ara üründür ve suda bulunması genellikle kirliliğin (organik madde) bir göstergesi olarak kabul edilir. Suda bulunan nitrit ve nitratın kaynağını, bitkisel ve hayvansal maddelerin çürümesi, gübre kullanımı, evsel su atıkları ve endüstriyel atık deşarjları oluşturur (Dayıoğlu ve ark., 2004; Uzun, 2006; Şimşek, 2011).

Bu çalışmada ölçümü yapılan numuneler nitrit yönünden incelendiğinde en yüksek değer öğrenci yurdunda (0,021 mg/L) tespit edilirken, en düşük değer Rektörlük A Blokta (0,013 mg/L), ortalama 0,015 mg/L olarak belirlenmiştir (Tablo 4.4).

Kütahya'da gerçekleştirilen bir çalışmada alınan su örneklerinde nitrite rastlanmadığı bildirilmiştir (Dayıoğlu ve ark., 2004). Muğla Kavaklıdere-Bozdoğan

bölgesindeki kaynak sularının incelenmesi sonucu nitrit değerlerinin en yüksek 0,007 mg/L olarak 7.istasyonda tespit edildiği ve bunun nedeninin tarımsal faaliyetlerden dolayı suni ve çiftlik gübrelere kullanılmasıyla kaynaklandığı bildirilmektedir (Karaoğlu ve ark., 2008). Erzurum'da 70 musluk suyu numunesinin incelenmesinde nitrit değeri 0,01-0,50 (ortalama 0,03) mg/L olarak bildirilmiştir. Kuyu sularının nitrit değerleri 0,07 mg/L, su depolarından gelen suların ortalama nitrit değerleri ise 0,02 mg/l olarak tespit edilmiştir. Kuyu sularının nitrit değerlerinin depo sularına göre önemli düzeyde yüksek olduğu bildirilmiştir (Koçak ve Güner, 2009).

İstanbul Sazlıdere Baraj Gölü'nde gerçekleştirilen bir çalışmada Nitrit değerinin 0-0,278 mg/L olduğu saptanmıştır (Şimşek, 2011). Afyonkarahisar'da içme su ihtiyacını karşılayan Düzağaç Ak değirmen barajının su özellikleri araştırılmış ve nitrit değeri ilkbaharda 0,024, yazın 0,008, sonbaharda 0,021, kış ayında 0,000 ve ortalama 0,013 olarak tespit edilmiştir (Arı ve ark., 2013). Antalya Kargı Çayından alınan su örneklerinin ölçümlerde nitrit iyonlarının ölçüm değerleri analiz limitlerinin altında (<0,01 mg/L) kaldığı bildirilmiştir (Zeybek ve Kalyoncu, 2016).

Van'ın Erciş ilçesi ve çevresindeki farklı yerleşim yerlerinde insani amaçlı kullanılan kaynaklardan alınan örneklerin nitrit değerinin 0,01-0,078 mg/L (Atıcı ve ark., 2016), Tunceli'de 8 farklı lokasyondan alınan suların nitrit değeri <0,001 ile 0,6734 mg/L arasında (Çetin, 2017), Erzurum'un merkez ve ilçelerinde gerçekleştirilen araştırmada su örneklerinin nitrit düzeyinin 0,02 ile 0,25 mg/L arasında ortalama olarak 0,083 mg/L olduğu belirlenmiştir (Gökçen ve Atasever, 2019). İran'da Golaki ve ark. (2022) tarafından gerçekleştirilen araştırmada nitrit değeri 0,008 mg/L olarak tespit edilmiştir.

İçme sularında nitrit seviyesi İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (0,50 mg/L) (Anonim, 2005a), Avrupa Birliği Standardı (0,50 mg/L) (Anonymous, 1998) ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (Sınıf 1,2 Tip 1: 0,10 mg/L, Sınıf 2 Tip 2: 0,50 mg/L) belirlenmiştir (Anonim, 2005b). Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler Dayıoğlu ve ark. (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışma ve aynı zamanda ilgili yönetmelik ve standarda uymaktadır. Bu veriler kampüs suyunun nitrit yönünden içilebilir durumda olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.4. Su örneklerinin nitrit seviyeleri

SN	Lokasyon	Nitrit (mg/L)
1	Ziraat Fakültesi Eğitim Binası	0,01
2	Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası	0,02
3	İlahiyat Fakültesi	0,01
4	Eğitim Fakültesi	0,01
5	Fen Edebiyat Fakültesi	0,02
6	Yemekhane	0,01
7	Kütüphane	0,02
8	Beden Eğitimi Yüksek Okulu	0,02
9	Mühendislik Fakültesi A-Blok	0,02
10	Mühendislik Fakültesi B-Blok	0,02
11	Mühendislik Fakültesi C-Blok	0,02
12	Misafirhane	0,02
13	Kapalı Spor Salonu	0,02
14	Cami	0,01
15	Rektörlük A-Blok	0,01
16	Rektörlük B-Blok	0,02
17	Lojmanlar	0,02
18	Veteriner Fak. Hayvan Hastanesi	0,02
19	SKS Binası	0,02
20	Küçükbaş- Büyükbaş Hayvan Çiftliği	0,02
21	Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi	0,02
22	Öğrenci Yurdu	0,02
23	Ana depo	0,01
	Ortalama	0,02

4.1.5. Nitrat

Nitrat, organik azotun oksidasyonu ile oluşan son ürün olup doğal olarak toprakta ve sulara bulunur. Tarımsal faaliyetlerde kullanılan azotlu gübreler, doğal azot bağlanması ve insan-hayvan atıkları nitrat kaynaklı kirlenmenin başlıca sebepleridir (Demir, 2009; Şimşek, 2011).

Bu çalışma sonucunda alınan su örnekleri nitrat açısından değerlendirildiğinde, en yüksek değer Cami’de (0,60 mg/L), en düşük seviye ise İlahiyat Fakültesi’nde (0,52 mg/L) belirlenmiştir. Örneklerin ortalama nitrat değeri 0,56 mg/L olarak saptanmıştır (Tablo 4.5).

Kütahya’da gerçekleştirilen bir araştırmada alınan su örneklerinde nitrate rastlanmadığı bildirilmiştir (Dayıoğlu ve ark., 2004). Erzurum’da farklı noktalardan alınan 70 musluk suyu numunesinin incelenmesi sonucu nitrat değeri 4,08-12,39

(ortalama 43,66) mg/L olarak bulunmuştur (Koçak ve Güner, 2009). Muğla Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki kaynak sularının araştırılmış ve Nitrat değerleri 0,0035-1,88 mg/L olarak tespit edilmiştir (Karaoğlu ve ark., 2008). İstanbul Sazlı dere Baraj Gölünün nitrat değeri 0,088-11,88 mg/L olarak belirlenmiştir (Şimşek, 2011). Afyonkarahisar'da içme su ihtiyacını karşılayan Düzağaç Akdeğirmen barajından alınan numunelerde nitrat değeri ilkbaharda 0,17, yazın 0,31, sonbaharda 0,10, kış ayında 0,50 ve ortalama 0,27 olarak saptanmıştır (Arı ve ark., 2013).

Erçiş (Van) ve çevresinde içme suyu olarak kullanılan çeşitli kaynaklardan alınan örneklerin nitrat değerinin 1,4-16,8 mg/L olarak rapor edilmiştir (Atıcı ve ark., 2016). Tunceli'de farklı lokasyonlardan alınan su numunelerinin nitrat değerleri 0,0162-10,010 mg/L arasında olduğu ifade edilmiştir (Çetin, 2017). Erzurum'un merkez ve ilçelerinde gerçekleştirilen bir araştırmada su örneklerinin nitrat seviyesinin 9,60 ile 26,85 mg/L arasında olduğu rapor edilmiştir (Gökçen ve Atasever, 2019). Golaki ve ark. (2022) İran'da nitrat düzeyini 13,5 mg/L olarak bulduğunu bildirmiştir.

İçme sularında nitrat seviyesi İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (50 mg/L), Dünya Sağlık Örgütü (50 mg/L) (Anonymous, 2024), Avrupa Birliği (50 mg/L), (Anonymous, 1998) ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (Sınıf 1,2 Tip 1: 25 mg/L, Sınıf 2 Tip 2: 50 mg/L) belirlenmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler Dayıoğlu ve ark. (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışma ve aynı zamanda ilgili yönetmelik ve standartlara uymaktadır. Bu veriler kampüs suyunun nitrat yönünden içilebilir durumda olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.5. Su örneklerinin nitrat seviyeleri

SN	Lokasyon	Nitrat (mg/L)
1	Ziraat Fakültesi Eğitim Binası	0,58
2	Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası	0,59
3	İlahiyat Fakültesi	0,52
4	Eğitim Fakültesi	0,55
5	Fen Edebiyat Fakültesi	0,52
6	Yemekhane	0,52
7	Kütüphane	0,57
8	Beden Eğitimi Yüksek Okulu	0,57
9	Mühendislik Fakültesi A-Blok	0,58
10	Mühendislik Fakültesi B-Blok	0,58
11	Mühendislik Fakültesi C-Blok	0,57
12	Misafirhane	0,55
13	Kapalı Spor Salonu	0,58
14	Cami	0,60
15	Rektörlük A-Blok	0,52
16	Rektörlük B-Blok	0,53
17	Lojmanlar	0,58
18	Veteriner Fak. Hayvan Hastanesi	0,59
19	SKS Binası	0,59
20	Küçükbaş- Büyükbaş Hayvan Çiftliği	0,52
21	Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi	0,57
22	Öğrenci Yurdu	0,59
23	Ana depo	0,53
	Ortalama	0,56

4.1.6. Demir

Demir yeraltı sularında doğal olarak bulunan bir elementtir ve su kaynaklarında en yaygın görülen metallere biridir. İçme sularındaki demir genellikle çözülmüş formda bulunur ve suyun renginde değişimle birlikte kötü bir tat ve kokuya neden olabilir. Suyun bulanık ve kırmızımsı kahverengi görünmesine yol açar (Uzun, 2006; Ezer, 2009).

Bu çalışmada alınan su örneklerinin analizlerinde demir miktarı en yüksek Ziraat Fakültesi Dekanlık binasında (0,09 mg/L) belirlenirken, en düşük Mühendislik Fakültesi C Blokta (0,02 mg/L), ortalama 0,04 mg/L olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.6).

Van bölgesi kaynak sularının kalitelerini incelemek için 15 kaynaktan alınan toplam 30 adet su örneğinin hiçbirinde demir tespit edilmediği bildirilmiştir (Ağaoğlu ve ark., 1999). Samsun Çarşamba ovası sol sahilindeki köylerden alınan örneklerde

demir değerinin 0,091-0,230 ppm olarak tespit edilmiştir (şirin ve Demir, 2007). Muğla Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki kaynak sularının incelendiği bir araştırmada en yüksek demir konsantrasyonu 0,095 mg/L olduğu belirlenmiştir (Karaoğlu ve ark., 2008).

Terkos Gölü'nde yapılan su analizi sonuçlarına göre demir düzeyinin 0,01-0,96 mg/L olduğu bildirilmiştir (Ezer, 2009). Düzce'de Poyraz (2014) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada 15 farklı lokasyondan içme uyu örnekleri alınmış ve ortalama demir seviyesi 189,2 µg/L olarak bildirilmiştir. Atıcı ve ark. (2016) tarafından Erciş'te içme suyu olarak kullanılan kaynaklardan alınan su örneklerinin demir değerinin 0,00-0,02 µg/L olduğunu belirtmiştir (Atıcı ve ark., 2016).

Hatay'da kuyu sularının içme suyu kalite parametreleri analiz edilmiş ve ortalama demir değeri 0,0019 µg/L olarak belirlenmiştir (Tekeli ve ark., 2018). Erzurum'un merkez ve ilçelerindeki su örneklerinde demir düzeyi 0,04 ile 0,18 µg/L arasında saptanmıştır (Gökçen ve Atasever, 2019). Bursa ilinin merkezden uzak kırsal alanlarında on farklı lokasyondan alınan kuyu sularının analizi sonucunda ortalama demir seviyesi 86,29 µg/L olarak tespit edilmiştir (Kurt ve ark., 2022).

İçme sularında demir seviyesi İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (200 µg/L) (Anonim, 2005a), Avrupa Birliği (200 µg/L), (Anonymous, 1998) ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (Sınıf 1,2 Tip 1: 50 µg/L, Sınıf 2 Tip 2: 200 µg/L) (Anonim, 2005b) belirlenmiştir. Bu alışma sonucunda elde edilen veriler ilgili yönetmelik ve standartlarla uyumaktadır. Bu veriler kampüs suyunun demir yönünden içilebilir durumda olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.6. Su örneklerinin demir seviyeleri

SN	Lokasyon	Demir (mg/L)
1	Ziraat Fakültesi Eğitim Binası	0,02
2	Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası	0,09
3	İlahiyat Fakültesi	0,03
4	Eğitim Fakültesi	0,05
5	Fen Edebiyat Fakültesi	0,08
6	Yemekhane	0,02
7	Kütüphane	0,07
8	Beden Eğitimi Yüksek Okulu	0,06
9	Mühendislik Fakültesi A-Blok	0,02
10	Mühendislik Fakültesi B-Blok	0,02
11	Mühendislik Fakültesi C-Blok	0,02
12	Misafirhane	0,06
13	Kapalı Spor Salonu	0,04
14	Cami	0,07
15	Rektörlük A-Blok	0,04
16	Rektörlük B-Blok	0,05
17	Lojmanlar	0,03
18	Veteriner Fak. Hayvan Hastanesi	0,07
19	SKS Binası	0,03
20	Küçükbaş- Büyükbaş Hayvan Çiftliği	0,02
21	Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi	0,03
22	Öğrenci Yurdu	0,04
23	Ana depo	0,02
	Ortalama	0,04

4.1.7. Mangan

Mangan, yeraltı sularında yaygın olarak bulunan ve demire benzer özellikler gösteren bir elementtir. İçme sularında 0,05 mg/L'nin üzerinde mangan bulunması, suyun rengini koyulaştırarak siyahımsı-kahverengi bir tortu bırakmasına neden olur (Uzun, 2006; Sevindir ve Pakdil, 2014).

Üniversite kampüsünden alınan su örneklerinde mangan miktarını belirlemek üzere yapılan ölçümlerde en yüksek Mühendislik Fakültesi A Blokta (0,02 mg/L), en düşük ise Küçük ve Büyükbaş Hayvan Yetiştirme Uygulama ve Araştırma Merkezi ve Fen-Edebiyat Fakültesinde (0,01 mg/L), ortalama 0,02 mg/L olarak ölçülmüştür (Tablo 4.7).

Samsun'da Şirin ve Demir (2007) tarafından gerçekleştirilen çalışmada mangan değeri 0,131-0,638 µg/L olarak saptanmıştır. Düzce'de Poyraz (2014) tarafından 15

farklı lokasyondan içme uyu örnekleri alınmış ve ortalama mangan seviyesi 46,6 µg/L tespit edildiği bildirilmiştir. Mardin’de Yaşar ve ark. (2016) tarafından il genelinde bulunan içme suyu kaynaklarından alınan 15 su örneğinin ortalama mangan düzeyi 0,164 µg/L olarak belirlenmiştir. Hatay’da kullanılan kuyu sularının içme suyu kalite parametreleri araştırılmış ve ortalama mangan değeri 0,0028 mg/L olarak saptanmıştır (Tekeli ve ark., 2018). Bursa’da 10 değişik alandan alınan kuyu sularının analizi sonucu ortalama mangan seviyesi 20,02 µg/L olduğu ifade edilmiştir (Kurt ve ark., 2022).

İçme sularında mangan seviyesi İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (50 µg/L), Avrupa Birliği (50 µg/L) ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardında (Sınıf 1,2 Tip 1: 20, Sınıf 2 Tip 2: 50 µg/L) belirlenmiştir. Bu çalışmanın verileri ilgili yönetmelik (Anonymous, 1998, 2005) ve standartla (Anonim, 2005b) örtüşmektedir. Bu veriler kampüs suyunun mangan yönünden içilebilir durumda olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.7. Su örneklerinin mangan seviyeleri

SN	Lokasyon	Mangan (mg/L)
1	Ziraat Fakültesi Eğitim Binası	0,02
2	Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası	0,02
3	İlahiyat Fakültesi	0,01
4	Eğitim Fakültesi	0,02
5	Fen Edebiyat Fakültesi	0,01
6	Yemekhane	0,02
7	Kütüphane	0,02
8	Beden Eğitimi Yüksek Okulu	0,01
9	Mühendislik Fakültesi A-Blok	0,02
10	Mühendislik Fakültesi B-Blok	0,02
11	Mühendislik Fakültesi C-Blok	0,02
12	Misafirhane	0,02
13	Kapalı Spor Salonu	0,02
14	Cami	0,02
15	Rektörlük A-Blok	0,02
16	Rektörlük B-Blok	0,02
17	Lojmanlar	0,02
18	Veteriner Fak. Hayvan Hastanesi	0,02
19	SKS Binası	0,02
20	Küçükbaş- Büyükbaş Hayvan Çiftliği	0,01
21	Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi	0,01
22	Öğrenci Yurdu	0,02
23	Ana depo	0,01
	Ortalama	0.02

4.2. Mikrobiyolojik Analiz Bulguları

4.2.1. Koliform Bakteriler ve *Escherichia coli* Bulguları

Su kalitesinin mikrobiyolojik olarak korunması hem insan sağlığı hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir öneme sahiptir. Koliform grubu mikroorganizmalar, suların mikrobiyolojik kalitesini belirlemede önemli göstergelerden biridir. Koliformlar, genellikle toprak, bitki ve hayvanların sindirim sistemlerinde bulunan bakterilerdir. Koliformlar kendi başlarına patojen olmasalar da varlıkları suyun dışkı kaynaklı kontaminasyona uğradığını ve daha tehlikeli patojenlerin bulunma olasılığını gösterir. Enterobacteriaceae üyesi *E. coli* insan ve sıcakkanlı hayvanların doğal bağırsak mikrobiyotasında bulunmaktadır. Bu nedenle hem hijyen hem de fekal kontaminasyon indikatörü olarak *E. coli* oldukça önemlidir. Bundan dolayı içme suyu ve yüzey suları gibi kaynaklarda koliformların varlığı su kalitesinin yetersiz olduğunu ve halk sağlığı için risk teşkil ettiğini ifade eder (Edberg ve ark., 2000; Alisharlı ve ark., 2007).

Siirt Üniversitesinin 23 farklı lokasyonundan su örneklerinin alındığı bu çalışmada koliform ve *E. coli* yönünden yapılan analizler sonucunda besiyerlerinde herhangi bir üremeye rastlanmamıştır (Tablo 4.8).

Van ilinin merkez ve ilçelerinde sular çeşitli parametreler (fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik) yönünden incelenmiş ve on beş noktadan alınan otuz su örneğinin %33,3'ünde koliform mikroorganizmalar tespit edildiği bildirilmiştir (Ağaoğlu ve ark., 1999). Eskişehir'de damacana içme suları koliform yönünden incelenmiş ve su örneklerinin 33'ünde (%52,3) koliform bakteri ve örneklerin 3'ünde fekal koliform saptanmıştır (Karakaş ve ark., 2003). Kütahya'da Dayıoğlu ve ark. (2004) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada alınan su örneklerinin mikrobiyolojik analizi sonucu koliform bakteriye rastlanmadığı bildirilmiştir. Alisharlı ve ark. (2007) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada Van bölgesinden 366 su örneği alınmış koliform bakteri oranı merkezde %40,65, ilçelerde %74,07, *E. coli* oranı merkezde %8,13, ilçelerde %8,64 olarak tespit edilmiştir

İstanbul'da Süphandağ ve ark. (2007) tarafından şebeke sularının mikrobiyolojik değerleri incelenmiş ve koliform bakteriye rastlanılmadığı bildirilmiştir. Alemdar ve ark. (2009) Bitlis merkezinde musluk sularının %7'sinde koliform ve %7'sinde *E. coli* tespit ettiğini ifade etmiştir. Erzurum'da çeşitli lokasyonlardan seçilmiş toplam 70

musluk suyu numunesinin incelendiği bir çalışmada su numunelerinin 9'unda (%12,85) koliform bakteri ürettiği belirtilmiştir. Çalışılan 13 kuyu suyundan 6 tanesinde (%46,15), depo kaynaklı 57 su numunesinin 3 tanesinde (%5,26) koliform bakterisi tespit edildiği bildirilmiştir. Ayrıca bir tane kuyu suyu kaynaklı bir halk çeşmesinde fekal koliform tespit edildiği ifade edilmiştir (Koçak ve Güner, 2009).

Giresun'da Yıldız (2016) tarafından ilin su şebekesinden farklı aylarda alınan su örneklerinde koliform grubu mikroorganizmalara (*E. coli*, fekal koliform) rastlandığı bildirilmiştir. Bora (2016) tarafından Zonguldak merkez ilçeye bağlı köylerde gerçekleştirilen araştırmada alınan 161 su örneğinde koliform bakteri (960 kob/100 mL) saptanmıştır. Sakarya ili merkezi ve ilçelerinden alınan 102 numunenin 17'sinde koliform bakteri tespit edilmiş, bunların 5'inin *E. coli* bakterisi olduğu belirlenmiştir (Tanas, 2016). Tunceli'de 8 farklı lokasyondan alınan su örneklerinin 3'ünde koliform bakteri saptanmıştır (Çetin, 2017). Erzurum il ve ilçe merkezlerinden alınan 1403 su örneğinin, 117'sinde (%8,33) koliform ve *E. coli* ürettiği raporlanmıştır (Gökçen ve Atasever, 2019). Sivas ili içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik analizinde su örneklerinde %40 koliform bakteri ve %33 *E. coli* tespit edilmiştir (Aslan ve Sümer, 2021). Nepal'de turistler tarafından yoğun kullanılan Everest Dağı trekking alanındaki içme suyu kalitesinin araştırıldığı bir çalışmada herhangi bir bakteri (*E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Citrobacter*) varlığına rastlanmamıştır (Küpper ve ark., 2022).

Su kaynaklarının fekal olarak kirli olup olmadığının belirlenmesi hijyenik açıdan güvenilirliğinin göstergesidir. İçme ve kullanma sularında, İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardına göre 250 mL suda (0/250 mL) koliform ve *E. coli* bulunmamalıdır. Bu çalışmada koliform bakteri ve *E. coli*'ye rastlanmaması Süphandağ ve ark. (2007) ve Dayıoğlu ve ark. (2004) tarafından gerçekleştirilen araştırmalarla, ilgili standart (Anonymous, 1998; Anonim, 2005b; Anonymous, 2024) ve yönetmelikle (Anonim, 2005a) uyusmaktadır. Ayrıca bu durum etkin bir dezenfeksiyon işleminin gerçekleştirildiğini göstermektedir.

4.2.2. *Pseudomonas aeruginosa* Bulguları

P. aeruginosa, çevresel ortamlarda yaygın olarak bulunan bir bakteri türüdür. Bu bakteri özellikle hastane ortamlarında önemli bir patojen olarak bilinir ve bağışıklık sistemi zayıf olan kişilerde ciddi enfeksiyonlara yol açabilir. *P. aeruginosa* doğal su

kaynaklarında ve su sistemlerinde sıkça bulunur. Nemli ortamlarda ve su arıtma sistemlerinde çoğalma eğilimindedir. İçme suyu dağıtım sistemlerinde, musluklarda ve duş başlıklarında *P. aeruginosa* kontaminasyonu meydana gelebilir. Havuz sularında bulunması sonucu kulak enfeksiyonlarına neden olmaktadır (Çavdar, 2018).

Bu çalışmada gerçekleştirilen analizler sonucunda besiyerlerinde *P. aeruginosa* yönünden herhangi bir üremeye rastlanmamıştır (Tablo 4.8). Bu sonuç Sağlık Bakanlığı tarafından hazırlanan İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik (Anonim, 2005a) ve TSE tarafından hazırlanan TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardı (Anonim, 2005b) ve Avrupa Birliği Standardıyla (Anonymous, 1998) örtüşmektedir.

İstanbul'da bir hastanede Hapçioğlu ve ark. (2004) tarafından 100 ayrı noktadan alınan su örneklerinde *Pseudomonas* spp. (%5) tespit ettiklerini bildirmiştir. Özaslan (2009) tarafından Adana'da gerçekleştirilen bir araştırmada Yüreğir bölgesinden alınan su örneklerinde *Pseudomonas* sp. ye rastlanılmıştır. Çavdar (2018) Sakarya'da hastane sularının mikrobiyolojik analizini yaptığı araştırmasında incelediği 40 su örneğinde *P. aeruginosa* (%2,5) tanımlanmıştır.

Tablo 4.8. Lokasyonlara göre su örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları

SN	Lokasyon	<i>E. coli</i> (kob/ 250 mL)	Koliform (kob/ 250mL)	<i>P. aeruginosa</i> (kob/ 250 mL)
1	Ziraat Fakültesi Eğitim Binası	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
2	Ziraat Fakültesi Dekanlık Binası	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
3	İlahiyat Fakültesi	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
4	Eğitim Fakültesi	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
5	Fen Edebiyat Fakültesi	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
6	Yemekhane	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
7	Kütüphane	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
8	Beden Eğitimi Yüksek Okulu	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
9	Mühendislik Fakültesi A-Blok	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
10	Mühendislik Fakültesi B-Blok	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
11	Mühendislik Fakültesi C-Blok	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
12	Misafirhane	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
13	Kapalı Spor Salonu	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
14	Cami	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
15	Rektörlük A-Blok	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
16	Rektörlük B-Blok	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
17	Lojmanlar	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
18	Veteriner Fak. Hayvan Hastanesi	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
19	SKS Binası	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
20	Küçükbaş- Büyükbaş Hayvan Çiftliği	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
21	Bilim ve Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
22	Öğrenci Yurdu	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı
23	Ana depo	Üreme olmadı	Üreme olmadı	Üreme olmadı

Bu çalışmada Siirt Üniversitesinin Kezer yerleşkesinde bulunan 23 binadan alınan su örneklerinde mikrobiyolojik olarak Koliform, *E. coli*, *P. aeruginosa*, kimyasal olarak pH, iletkenlik, nitrit, nitrat, demir, mangan ve fiziksel olarak bulanıklık parametreleri incelenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak önemli bir fark belirlenmemiştir ($p>0.05$) (Tablo 4.9).

Tablo 4.9. Kezer yerleşkesi su örneklerinin tanımlayıcı parametreleri

Parametre	n	Minimum	Maksimum	Ortalama+ Ss
Koliform	23	-	-	-
<i>E. coli</i>	23	-	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	23	-	-	-
pH	23	7,56	8,38	7,89±0,21
İletkenlik (20 °C'de µS/cm)	23	224,00	379,00	262±35,72
Bulanıklık (NTU)	23	0,24	3,60	1,01±1,00
Nitrit (mg/L)	23	0,01	0,02	0,02±0,01
Nitrat (mg/L)	23	0,52	0,60	0,56±0,03
Demir (mg/L)	23	0,02	0,09	0,04±0,03
Mangan (mg/L)	23	0,01	0,02	0,02±0,01

Siirt Üniversitesinin Kezer yerleşkesinde bulunan 23 lokasyondan alınan su örneklerinin hiçbirinde koliform, *E. coli* ve *P. aeruginosa* üremediği görülmüştür. Örneklerin pH seviyesinin 7,56-8,38 (7.88±0.21) arasında, iletkenlik düzeyinin 224,00-379,00 (261,64±35,72) arasında, bulanıklık değerinin 0,24-3,60 (105±1,00) arasında, nitrit değerinin 0,01-0,02 (0,02±0,01) arasında, nitrat değerinin 0,52-0,60 (0,56±0,03) arasında, demir değerinin 0,02-0,09 (0,04±0,02) arasında ve mangan değerinin 0,01-0,02 (0,02±0,01) arasında olduğu belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Siirt Üniversitesinin Kezer yerleşkesinde bulunan yapıların 23'ünden alınan su örnekleri mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal yönden Sağlık Bakanlığının yayınlamış olduğu “İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmelik” ve TSE tarafından yayınlanmış olan TS-266 standardı kapsamında incelenmiştir.

- Bu çalışmada alınan 23 su örneğinin pH değeri 7,56-8,38 (ortalama 7,88) arasında değişmektedir. Bu veri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardıyla uyusmaktadır.
- Bu çalışmada alınan 23 su örneğinin iletkenlik değeri 224-379 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (ortalama 262 $\mu\text{S}/\text{cm}$) arasında değişmektedir. Bu veri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardıyla uyusmaktadır.
- Bu çalışmada alınan 23 su örneğinin nitrit değeri 0,013-0,021 mg/L (ortalama 0,015 mg/L) arasında değişmektedir. Bu veri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardıyla uyusmaktadır.
- Bu çalışmada alınan 23 su örneğinin nitrat değeri 0,52-0,60 mg/L (ortalama 0,56 mg/L) arasında değişmektedir. Bu veri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardıyla uyusmaktadır.
- Bu çalışmada alınan 23 su örneğinin demir değeri 0,02-0,09 mg/L (ortalama 0,04 mg/L) arasında değişmektedir. Bu veri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardıyla uyusmaktadır.
- Bu çalışmada alınan 23 su örneğinin mangan değeri 0,01-0,02 mg/L (ortalama 0,02 mg/L) arasında değişmektedir. Bu veri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardıyla uyusmaktadır.

- Bulanıklık yönünden yapılan incelemeler sonucunda bazı lokasyonlardan elde edilen değerlerin ilgili yönetmelik ve standart tarafından belirlenen üst sınırın üzerinde olduğu görülmüştür. Genel olarak suların bulanık olma sebepleri şu şekilde sıralanabilir. Su kaynağına taşınan yüzeysel akıntılar sulardaki tortu ve partikülleri artırabilir. Böylece su kaynağında bulunan toprak, kil veya organik maddeler suyun bulanık görünmesine neden olabilir. Ayrıca su arıtma tesislerinde filtrasyonun etkili yapılmaması tortuların musluklara ulaşmasına neden olabilir. Bunun yanında borulardaki pas, tortu birikintileri ve mineral çökeltileri suya karışarak bulanıklık oluşturabilir. Borulardaki basınç değişiklikleri tortuların hareket etmesine neden olabilir. Borulardaki çatlaklardan toprak veya yabancı maddeler suya karışabilir. Tüm bu durumlar suların bulanık görülmesine neden olabilir. Siirt Üniversitesi kezer kampüsünde bulunan 23 binadan alınan su örneklerinden sadece 5'inin ilgili yönetmelik ve standart tarafından belirlenen üst sınırın üzerinde çıkması ilgili birimlerin boru hatlarında bir sorun olduğunu (çatlak, kırık, eski ve paslı borular) düşündürmektedir.
- Bu çalışmada alınan 23 su örneğinin hiçbirinde koliform, *E. coli* ve *P. aeruginosa* ürememiştir. Bu veri İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe ve TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular Standardıyla uyusmaktadır.

Sonuç olarak; kampüs alanındaki içme amacıyla kullanılan suyun Sağlık Bakanlığının yayınlamış olduğu İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkındaki Yönetmeliğe, Dünya Sağlık Örgütü standartlarına, Avrupa Birliği standartlarına ve TSE tarafından yayınlanmış olan TS-266 standartlarına göre uygun olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle Siirt Üniversitesi Kezer yerleşkesi binalarındaki suların, içme ve kullanma suyu olarak değerlendirilmesinde herhangi bir sakınca bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

5.2. Öneriler

- İçme suyu kalitesini sağlamak için belirli aralıklarla laboratuvar analizleri (mikrobiyolojik ve fizikokimyasal) yapılmalıdır.

- İçme suyu elde edilen yerlerde uygun su arıtma sistemleri kurulmalı ve uygun klorlama yöntemi kullanılmalıdır.
- Su borularında herhangi bir sızıntı, paslanma ya da hasar olup olmadığını tespit etmek için periyodik denetimler yapılmalıdır. Hasarlı kısımlar anında onarılmalıdır.
- En az yılda bir kez profesyonel ekipler tarafından su depoları temizlenmeli ve dezenfekte edilmelidir.
- Su depolarına görevi olmayan insanların ve hayvanların (haşere, fare vb.) rahatlıkla ulaşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Yağmur suyu tahliye sistemleri düzenli olarak kontrol edilerek içme suyu depolarına karışması engellenmelidir.
- Su giriş noktalarına filtre sistemleri yerleştirilmeli ve bu sistemlerin bakımları düzenli olarak gerçekleştirilmelidir.
- Su tüketen öğrenci ve çalışanlara temiz su kullanımı, su tasarrufu ve kirlenme riskleri hakkında eğitim verilmelidir.
- Suyu yakın bölgelerde tarım ilaçları, temizlik kimyasalları veya zehirli maddeler kullanılmamalıdır.
- Kanalizasyon ve atık yönetim sistemleri su kaynaklarından uzak tutulmalı ve sızıntı riskine karşı sürekli izlenmelidir.
- İçme suyu kirlenmesi durumunda devreye girecek bir acil durum yönetim planı hazırlanmalı ve kampüs genelinde uygulanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Ağaoğlu, S., Ekici, K., Alemdar, S., Dede, S., 1999. Van ve yöresi kaynak sularının mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal kaliteleri üzerine araştırmalar, *Van Tıp Dergisi*, 6 (2), 30-33.
- Aktürk, S., 2009. Adana-Tufanbeyli yol hattındaki çeşme sularının mikrobiyolojik kalitesinin belirlenmesi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 5-61.
- Aküzüm, T., Çakmak, B., Gökalp, Z., 2010. Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi, *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 3 (1), 67-74.
- Alemdar, S., Kahraman, T., Ağaoğlu, S., Alisharlı, M., 2009. Bitlis ili içme sularının bazı mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özellikleri, *Ekoloji*, 19 (73), 29-38.
- Alisharlı, M., Ağaoğlu, S., Alemdar, S., 2007. Van Bölgesi İçme ve Kullanma Sularının Mikrobiyolojik Kalitesinin Halk Sağlığı Yönünden İncelenmesi, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 18 (1), 67-77.
- Anonim, 2005a. İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmelik [online], Ankara, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=7510&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>, [Ziyaret Tarihi: 17.09.2024].
- Anonim, 2005b. İnsanî Tüketim Amaçlı Sular (TS-266) [online], Ankara, <https://intweb.tse.org.tr/standard/standard/Standard.aspx?081118051115108051104119110104055047105102120088111043113104073082080080071077100076119105103072>, [Ziyaret Tarihi: 01.08.2024].
- Anonim, 2009. *Escherichia coli* [online], Ankara, <http://www.mikrobiyoloji.org/TR/Genel/BelgeGoster.aspx?F6E10F8892433CFFAAAF6AA849816B2EF7CC333BB17DDDB54C>, [Ziyaret Tarihi: 14.09.2024].
- Anonim, 2017. İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik [online], Ankara, <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=24036&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5>, [Ziyaret Tarihi: 17.09.2024].
- Anonim, 2019. İçme Suyu Temin Edilen Suların Kalitesi ve Artırılması Hakkında Yönetmeliği [online], Ankara, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190706-8.htm>, [Ziyaret Tarihi: 17.09.2024].
- Anonim, 2022. Siirt İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu [online], <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/siirt-ilcdr-2021-20221025111744.pdf>, [Ziyaret Tarihi: 20.09.2024].
- Anonim, 2023. Devlet Su İşleri: Faaliyet Raporları [online], Ankara, <https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/759>, [Ziyaret Tarihi: 17.09.2024].
- Anonim, 2024a. İçme Kullanma Sularının Denetimi ve Numune Alma Usulleri Genelgesi [online], Ankara, <https://www.hssgm.gov.tr/DigerDuzenlemeler>, [Ziyaret Tarihi: 17.09.2024].

- Anonim, 2024b. Yükseköğretim Bilgi Yönetim Sistemi. [online], <https://istatistik.yok.gov.tr/>, [Ziyaret Tarihi: 15.09.2024].
- Anonymous, 1998. The Quality of Water Intended for Human Consumption [online], <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/1998/83/2015-10-27>, [Ziyaret Tarihi: 10.09.2024].
- Anonymous, 2011. Guidelines For Drinking-Water Quality, *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*, 38 (4), 1-564.
- Anonymous, 2024. The Guidelines for Drinking-Water Quality [online], <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/water-safety-and-quality/drinking-water-quality-guidelines>, [Ziyaret Tarihi: 10.09.2024].
- Arı, S., Kargıoğlu, M., Temel, M., 2013. Düzağaç akdeğirmen barajının bazı fiziko-kimyasal özellikleri, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13 (1), 9-14.
- Aslan, R. ve Sümer, Z., 2021. İçme ve kullanma suyu örneklerinin mikrobiyolojik kalitesinin *Escherichia coli* O157: H7 serotipi yönünden araştırılması: sivas ili örneği, *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (3), 192-200.
- Atıcı, A.A., Gültekin, A., Şen, F., Elp, M., 2016. Erciş (Van) ilçesi içme sularının su kalitesi özellikleri, *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 26 (4), 517-528.
- Avcı, S., Bakıcı, M.Z., Erandaç, M., 2006. Tokat ilindeki içme sularının koliform bakteriler yönünden araştırılması, *Cumhuriyet Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 28 (4), 107-112.
- Bjørklund, G., Chartrand, M.S., Aaseth, J., 2017. Manganese exposure and neurotoxic effects in children, *Environmental Research*, 155, 380-384.
- Bora, D., 2016. Zonguldak merkez ilçeye bağlı köylerde suların fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizi, *Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak*, 50-64.
- Boysan, F. ve Şengörür, B., 2009. Su sertliğinin insan sağlığı için önemi, *Sakarya University Journal of Science*, 13 (1), 7-10.
- Brinkmeyer, R., Amon, R.M., Schwarz, J.R., Saxton, T., Roberts, D., Harrison, S., Ellis, N., Fox, J., DiGuardi, K., Hochman, M., 2015. Distribution and persistence of *escherichia coli* and enterococci in stream bed and bank sediments from two urban streams in houston, Tx, *Science of the Total Environment*, 502, 650-658.
- Cebeci, İ., Demirkıran, O., Doğan, O., Sezer, K.K., Öztürk, Ö., Elbaşı, F., 2019. Türkiye'nin iller bazında kuraklık değerlendirmesi, *Toprak Su Dergisi*, 169-176.
- Çakır, H., 2023. Su kirliliğine su hakkı perspektifinden bir bakış: burdur örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (47), 322-351.
- Çavdar, G., 2018. Hastane içme ve kullanma sularının mikrobiyolojik analizi; sakarya, *Sakarya Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sakarya*, 50-53.

- Çetin, Ç., 2017. Tunceli bölgesindeki bazı doğal su kaynaklarından alınan su örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizler açısından değerlendirilmesi, *Munzur Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tunceli, 36-51.
- Çiçek, İ. ve Ataol, M., 2009. Türkiye'nin su potansiyelinin belirlenmesinde yeni bir yaklaşım, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 7 (1), 51-65.
- Daniels, M.C. and Popkin, B.M., 2010. Impact of water intake on energy intake and weight status: a systematic review, *Nutrition Reviews*, 68 (9), 505-521.
- Dayıoğlu, H., Özyurt, M.S., Bingöl, N., Yıldız, C., 2004. Kütahya ili içme sularının bazı fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri, *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University* (7), 71-90.
- Demir, H., 2009. Sarısu deresi ve karadeniz'e birleşme noktasında mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik seviyesinin saptanması, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 14-34.
- Edberg, S., Rice, E., Karlin, R., Allen, M., 2000. *Escherichia coli*: The best biological drinking water indicator for public health protection, *Journal of Applied Microbiology*, 88 (S1), 106S-116S.
- Evsahıbioğlu, A., Aküzüm, T., Çakmak, B., 2005. Su yönetimi, su kullanım stratejileri ve sınıraşan sular, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 119-134.
- Ezer, S., 2009. Terkos gölü'nün mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik seviyesinin saptanması, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 21-70.
- Gerba, C., 2009. Indicator Microorganisms. Maier, R., Pepper, I., Gerba, C. (Editör), *Environmental Microbiology*, Elsevier, USA, 484-499.
- Girgin, M., 2019. Üniversite yerleşkesinde bulunan binalara ait su depolarının uygunluğu ve içme suyunun mikrobiyolojik kalitesinin değerlendirilmesi, *Dicle Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır, 57-71.
- Goddard, J., 2024. Quick Guide: Coliform bacteria in well water [online], USA, <https://mytapscore.com/blogs/tips-for-taps/coliform-bacteria-in-well-water>, [Ziyaret Tarihi: 10.09.2024].
- Golaki, M., Azhdarpoor, A., Mohamadpour, A., Derakhshan, Z., Conti, G.O., 2022. Health risk assessment and spatial distribution of nitrate, nitrite, fluoride, and coliform contaminants in drinking water resources of kazerun, Iran, *Environmental Research*, 203, 111850.
- Gökçen, H. ve Atasever, M., 2019. Erzurum bölgesindeki içme sularının kalitesinin belirlenmesi, *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 14 (2), 159-169.
- Güler, Ç. ve Çobanoğlu, Z., 1994. *Su Kirliliği, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi No:12*, Sağlık Bakanlığı, Ankara,
- Günay, O. ve Eke, C., 2019. İstanbul-Sarıyer ilçesindeki bazı toprak örneklerinde cs-137 konsantrasyonunun belirlenmesi, *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5 (1), 29-39.
- Gürbüz, S. ve Güngör, A.Ç., 2019. Physical and chemical properties of drinking and usage waters of mardin, *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 90 (2), 76-82.

- Hapçioğlu, B., Yeğenoğlu, Y., Erturan, Z., Nakipoğlu, Y., 2004. Bir hastanenin çeşitli birimlerine ait su dağıtım sistemlerinden izole edilen mikroorganizmalar, *Türk Mikrobiyoloji Cemiyeti Dergisi*, 34 (1), 56-61.
- Jasper, C., Le, T.-T., Bartram, J., 2012. Water and sanitation in schools: a systematic review of the health and educational outcomes, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9 (8), 2772-2787.
- Jéquier, E. and Constant, F., 2010. Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration, *European Journal of Clinical Nutrition*, 64 (2), 115-123.
- Jiang, J., Zhang, X., Wen, G., Zhu, M., Zheng, Y., 2024. Purification resistance index: a new water quality assessment method toward drinking water production, *Water Research*, 122555.
- Karakaş, N., Kıvanç, M., Güven, K., Yılmaz, N., 2003. Eskişehir damacana içme sularının koliformlar yönünden incelenmesi ve bu bakterilerin içme suyunda yaşam kabiliyetlerinin araştırılması, *Gıda*, 28 (1), 95-99.
- Karaoğlu, M.H., Balcı, A., Uğurlu, M., 2008. Kavaklıdere-Bozdoğan bölgesindeki kaynak sularının fizikokimyasal açıdan incelenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 2 (32), 53-61.
- Karpuzcu, M., 1994. *Çevre Kirlenmesi Ve Kontrolü*, Kubbealtı Neşriyatı Yayınları, 92-137.
- Kireçci, E., Uğuz, M.T., Aral, M., 2017. Kahramanmaraş ilindeki içme, kullanma ve çevresel suların mikrobiyolojik niteliğinin membran filtrasyon sistemi ile belirlenmesi, *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (1), 20-24.
- Koçak, Ö. ve Güner, A., 2009. Erzurum il merkezindeki içme ve kullanma sularının kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik kalitesi, *Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi*, 4 (1), 9-22.
- Kramer, M.H., Herwaldt, B.L., Craun, G.F., Calderon, R.L., Juranek, D.D., 1996. Surveillance for waterborne-disease outbreaks-united states, 1993-1994, *MMWR CDC Surveill Summ*, 45 (1), 1-33.
- Kurt, A., Kander, S., Çopur, Ö.U., 2022. Bursa ili kırsal bölgelerindeki içme suyu amaçlı kullanılan kuyu sularının ağır metal seviyelerinin belirlenmesi, *The Journal of Food*, 47 (2), 199-211.
- Küpper, T., Apel, C., Bertsch, D., van der Giet, M., van der Giet, S., Graß, M., Cerfontaine, C., Haunolder, M., Hundt, N., Kühn, C., 2022. Analysis of local drinking water for fecal contamination in solu-khumbu/mt. everest region, Nepal, *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 246, 114043.
- Li, P. ve Wu, J., 2019. Drinking water quality and public health, *Exposure and Health*, 11 (2), 73-79.
- Mader, M., Schmidt, C., van Geldern, R., Barth, J.A., 2017. Dissolved oxygen in water and its stable isotope effects: A review, *Chemical Geology*, 473, 10-21.

- Mahmodian, Y., Farhadi, M., Ghanbari, S., Ghanbari, F., Filban, F., Mohammadi, M.J., 2024. Monitoring microbial safety and evaluation of removal efficiency from drinking water in ahvaz, Iran, *Desalination and Water Treatment*, 100561.
- Mandour, R., 2013. Drinking water toxicity in health and diseases, *Air Water Borne Diseases*, 2 (1), 1-7.
- Nouraldin, A.A.M., Baddour, M.M., Harfoush, R.A.H., Essa, S.A.M., 2016. Bacteriophage-antibiotic synergism to control planktonic and biofilm producing clinical isolates of *Pseudomonas aeruginosa*, *Alexandria Journal of Medicine*, 52 (2), 99-105-199-105.
- Omarova, A., Tussupova, K., Berndtsson, R., Kalishev, M., Sharapatova, K., 2018. Protozoan parasites in drinking water: a system approach for improved water, sanitation and hygiene in developing countries, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15 (3), 495.
- Owens, C.E., Byleveld, P.M., Osborne, N.J., 2017. Microbial health-based targets for drinking water: current state and australian case study, *Microbiology Australia*, 38 (4), 196-198.
- Özaslan, A., 2009. Adana içme suyunda fekal koliform düzeyinin belirlenmesi ve antibiyotik dirençlilik frekansı, Yüksek Lisan Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 3-36.
- Parkes, M.W. and Horwitz, P., 2009. Water, ecology and health: ecosystems as settings for promoting health and sustainability, *Health Promotion International*, 24 (1), 94-102.
- Popkin, B.M., D'Anci, K.E., Rosenberg, I.H., 2010. Water, hydration, and health, *Nutrition Reviews*, 68 (8), 439-458.
- Poyraz, B., 2014. Farklı lokasyonlardan alınan içme sularında ağır metal analizi, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2 (1), 16-27.
- Savanovitch, C., Sauvart-Rochat, M.-P., 2013. An educational resource based on water and health as a teaching aid in french primary schools part I: Identification of Needs and Content, *Education Sciences*, 3 (3), 300-313.
- Schweitzer, L. and Noblet, J., 2018. Water contamination and pollution, *Green Chemistry*, Elsevier, 261-290.
- Sertyeşilşik, E., 2017. Türkiye'nin su kaynaklarının ekonomi politiği üzerine bir inceleme, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 10 (1), 28-30.
- Sevindir, H. ve Pakdil, N.B., 2014. Demir ve mangan gideriminde saf ve kaplı pomza kullanılması, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13 (1), 82-87.
- Sırıken, B. ve Öz, V., 2017. *Pseudomonas aeruginosa*: özellikleri ve quorum sensing mekanizması, *Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi*, 18, 42-52.
- Some, S., Mondal, R., Mitra, D., Jain, D., Verma, D., Das, S., 2021. Microbial pollution of water with special reference to coliform bacteria and their nexus with environment, *Energy Nexus*, 1, 100008.

- Süphandağ, Ş.A., Uyguner, C.S., Bekbölet, M., 2007. İstanbul'da tüketilen ticari ve şebeke bazlı içme sularının kimyasal ve spektroskopik profilleri, *Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi*, 17 (2), 23-35.
- Şimşek, H., 2011. Sazlıdere baraj gölü'nün mikrobiyolojik ve kimyasal kirlilik düzeyinin belirlenmesi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 5-120.
- Şirin, G. ve Demir, Y., 2007. çarşamba ovası sol sahilindeki bazı köylerde içme ve kullanma suyu problemleri ve çözümüne ilişkin öneriler, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22 (3), 248-259.
- Tai, H., Yang, Y., Liu, S., Li, D., 2012. A review of measurement methods of dissolved oxygen in water. Li, D. Chen, Y. (Editör), *Computer and Computing Technologies in Agriculture V*, Springer, Berlin, 569-576.
- Tanas, E., 2016. Sakarya ili içme suyu şebekesinin su kalitesinin araştırılması, *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya, 22-53.
- Tarrass, F., Benjelloun, M., 2012. The effects of water shortages on health and human development, *Perspectives in Public Health*, 132 (5), 240-244.
- Tekeli, T., Yücel, Y., Tekeli, Y., 2018. Hatay'da kullanılan kuyu sularının içme suyu kalite parametreleri bakımından incelenmesi ve kemometrik yöntemlerle karakterizasyonu, *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 8 (2), 70-83.
- Turan, E. ve Bayrakdar, E., 2020. Türkiye'nin su yönetim politikaları: ulusal güvenlik açısından bir değerlendirme, *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi*, 6 (2), 1-19.
- Usta, A., 2016. Türkiye'nin su potansiyelinin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi*, 3 (2), 01-09.
- Uzun, H., 2006. Trabzon ili akarsularının su kalite düzeylerinin araştırılması, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 6-109.
- Yang, C.Y., 1998. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from cerebrovascular disease, *Stroke*, 29 (2), 411-414.
- Yang, C.Y., Chiu, H.F., Chiu, J.F., Tsai, S.S., Cheng, M.F., 1997. Calcium and magnesium in drinking water and risk of death from colon cancer, *Japanese Journal of Cancer Research*, 88 (10), 928-933.
- Yaşar, S., Üstek, M.A., Bengü, A.Ş., Mis, L., 2016. Mardin bölgesi içme sularında ağır metal düzeylerinin araştırılması, *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (2), 63-71.
- Yıldız, N., 2016. Giresun içme suları bakteriyolojik kalitesinin belirlenmesi, *Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Giresun, 2-46.
- You, H., Fan, H., Xu, L., Wu, Y., Liu, L., Yao, Z., 2019. Poyang lake wetland ecosystem health assessment of using the wetland landscape classification characteristics, *Water*, 11 (4), 825.
- Yüksek, T., 2004. Türkiye'nin su kaynakları ve havza planlamasına dönük genel değerlendirmeler, *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1 (2), 71-83.

Zeybek, M., Kalyoncu, H., 2016. Kargı ayı (Antalya, Türkiye) su kalitesinin fizikokimyasal parametrelere göre belirlenmesi, *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33 (3), 223-231.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı Burcu ASLAN BİLEN

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Naci Gökçe,Süper Lise, Merkez/Ağrı	1999
Üniversite	: Atatürk Üniv. Fen-Edebiyat Fak. Biyoloji	2005
Yüksek Lisans	:	
Doktora	:	

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2006-2007	Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi Patoloji Laboratuvarı	Biyolog
2007-2010	Şile Devlet Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı	Biyolog
2010-2017	İnci Doğal Kaynak Suları A.Ş. Aqua-Net Doğal Kaynak Suyu	Biyolog (Mesul müdür)
2018-	Vakıf Taşdelen Su ve İçecek San. Tic. A.Ş.	Biyolog (Mesul müdür)

UZMANLIK ALANI:

YABANCI DİLLER: İngilizce

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER:

YAYINLAR