

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İPEKYOLU KIRSAL MAHALLELERİNDE İÇME SUYU KALİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doğru YILMAZ
Danışman: Prof. Dr. Fazıl ŞEN

VAN – 2025

T.C.
VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
SU ÜRÜNLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İPEKYOLU KIRSAL MAHALLELERİNDE İÇME SU KALİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Doğu YILMAZ

Tez Savunma Sınavı Jüri Üyeleri
Prof. Dr. Fazıl ŞEN (Başkan)
Prof. Dr. Fazıl ŞEN (Danışman)
Prof. Dr. Ertuğrul KANKAYA (Üye)
Prof. Dr. Tayfun KARATAŞ (Üye)

VAN – 2025

KABUL VE ONAY SAYFASI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Prof. Dr. Fazıl ŞEN danışmanlığında, Doğu YILMAZ tarafından sunulan “**İpekyolu Kırsal Mahallelerinde İçme Suyu Kalitesi**” başlıklı bu çalışma Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili hükümleri gereğince 13 /06 /2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Fazıl ŞEN

İmza:

Üye: Prof. Dr. Tayfun KARATAŞ

İmza:

Üye: Prof. Dr. Ertuğrul KANKAYA

İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun /.... /..... tarih ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

İmza

.....
Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Doğu YILMAZ



ÖZET

İPEKYOLU KIRSAL MAHALLELERİNDE İÇME SUYU KALİTESİ

YILMAZ, Doğu

Yüksek Lisans Tezi, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fazıl ŞEN

Haziran 2025, 55 sayfa

Bu çalışma Van ilinin İpekyolu ilçesinde yer alan çeşitli mahallelerden alınan su örneklerinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik analizlerini içermektedir. Araştırma, 22 mahallede bulunan 25 farklı su kaynağından numuneler alarak, su kalitesini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Analizler, pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu, tuzluluk, toplam katı madde, bulanıklık, ağır metaller (gümüş, alüminyum, arsenik, bakır, krom, vb.) ve florür gibi parametreleri içermektedir. Numuneler, örnekleme şişeleriyle alınmış ve uygun sterilizasyon yöntemleri kullanılarak muhafaza edilmiştir. Çalışma, suyun potansiyel sağlık risklerini ortaya koymayı hedeflemiştir. Özellikle arsenik, alüminyum ve kurşun gibi elementlerin yüksek konsantrasyonlarına sahip bölgeler tespit edilmiştir. Faruksuyu ve Karagündüz Okulu gibi kaynaklarda arsenik ve kurşun seviyelerinin Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği sınırları aşması, bu kaynakların insan sağlığı açısından risk taşıdığını göstermektedir. Arazi çalışmaları sırasında pH değerlerinin genellikle 7.47 ile 8.37 arasında değiştiği, bazı kaynaklarda ise düşük oksijen seviyeleri ve yüksek elektriksel iletkenlik değerleri gözlemlenmiştir. Özellikle Faruksuyu kaynağı, düşük çözünmüş oksijen ve yüksek kirlenme oranları nedeniyle içme suyu olarak kullanılmak için uygun değildir. Bu araştırma, içme suyu kalitesinin yerel halk sağlığı üzerindeki etkilerini vurgulamış ve belirli su kaynaklarının iyileştirilmesi gerektiğini önermektedir. Ayrıca, bu su kaynaklarının düzenli izlenmesi ve uygun arıtma işlemleriyle kalitelerinin artırılması gerektiği ifade edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Ağır metal analizi, Su Kalitesi, Van-İpekyolu



ABSTRACT

DRINKING WATER QUALITY IN RURAL NEIGHBORHOODS OF İPEKYOLU

YILMAZ, Doğu

M.Sc. Thesis, Department of Fisheries Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Fazıl ŞEN

June 2025, 54 pages

This study investigates the physical, chemical, and biological analysis of water samples collected from various sources in the İpekyolu district of Van province. The study aims to assess water quality by analyzing samples taken from 25 different water sources in 22 neighborhoods. The parameters examined include pH, temperature, dissolved oxygen, saturated oxygen, salinity, total solids, turbidity, heavy metals (such as silver, aluminum, arsenic, copper, chromium, etc.), and fluoride. The samples were collected in HDPE laboratory containers and stored using proper sterilization techniques. The study aimed to identify potential health risks associated with water quality. High concentrations of elements such as arsenic, aluminum, and lead were found in certain areas. Water sources such as Faruksuyu and Karagündüz School exhibited arsenic and lead levels exceeding the limits set by the World Health Organization, indicating that these sources pose risks to human health. Fieldwork observations showed that pH values ranged between 7.47 and 8.37, while some sources exhibited low oxygen levels and high electrical conductivity values. Faruksuyu, in particular, was found to be unsuitable for drinking due to its low dissolved oxygen and high contamination levels. This study highlights the impact of drinking water quality on public health and suggests the need for improvements in certain water sources. It also emphasizes the importance of regular monitoring and the implementation of appropriate water treatment processes to enhance water quality.

Keywords: Heavy metal analysis, Van-Ipekyolu, Water quality



TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının tüm aőamalarında engin bilgi birikimi, yapıcı eleőtirileri ve yol göstericiliği ile bana rehberlik eden değerli danışmanım Sayın Prof. Dr. Fazıl Şen'e en içten teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca akademik ve kişisel geliőimime katkı sağlayan, bilimsel yolculuğumda beni yreklendiren ve her zaman destek olan kıymetli dostum Dr. Diyar Tekce'ye; hayatımın her anında yanımda olan, sabrı ve sevgisiyle bu zorlu süreci benimle paylaőan sevgili niőanlım Ezgi Yıldız'a, kıymetli iş arkadaőım Yüksek Ziraat Mühendisi Sena Yıldız'a ve ismini burada anamadığım tüm dostlarıma sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

2025

Doğu YILMAZ



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
Çizelgeler LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	3
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	19
3.1. Çalışma Alanı.....	19
3.2. Numune Alımı ve Muhafazası	20
3.3. pH, Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen, Oksijen Doygunluğu (%), Tuzluluk, İletkenlik ve TDS Ölçümü	20
3.4. Bulanıklık Miktarının Ölçülmesi	21
3.5. Sudaki Ağır Metal Miktarının Ölçülmesi	22
4. BULGULAR.....	23
4.1 Su Alınan Kaynaklarda Yapılan Gözlemler	23
4.2 Arazide Yapılan Ölçüm Sonuçları	24
4.2.1 pH Değerleri	24
4.2.2 Çözünmüş Oksijen Değerleri	25
4.2.3 İletkenlik Değerleri.....	25
4.2.4 Oksijen Doygunluğu.....	25
4.2.5 Tuzluluk Değerleri	25
4.2.6 Toplam Çözünmüş Madde Değerleri	26
4.2.7 Sıcaklık Değerleri.....	26
4.2.8 Bulanıklık Değerleri	26
4.3 Laboratuvarda Yapılan Ölçümlerin Sunuçları	26
4.3.1 Gümüş	27
4.3.2 Alüminyum.....	27
4.3.3 Arsenik	27
4.3.4 Kobalt	27
4.3.5 Krom.....	28
4.3.6 Bakır	28
4.3.7 Demir.....	28
4.3.8 Potasyum	28

4.3.9 Manganez	28
4.3.10 Molibden	29
4.5.11 Nikel	29
4.3.12 Kurşun	29
4.3.13 Çinko	29
4.3.14 Siyanür.....	29
4.3.15 Florür	29
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	31
5.1 Gümüş	31
5.2 Alüminyum	31
5.3 Arsenik.....	32
5.4 Kobalt.....	33
5.5 Krom	34
5.6 Bakır.....	34
5.7 Demir	35
5.8 Potasyum.....	36
5.9 Manganez.....	37
5.10 Molibden.....	37
5.11 Nikel.....	38
5.12 Kurşun.....	38
5.13 Çinko.....	38
5.14 Siyanür	39
5.15 Florür.....	40
5.16 Arazide Ölçülen Parametrelerin Genel Değerlendirmesi	41
5.16.1 pH Değerleri	41
5.16.2 Çözünmüş Oksijen	41
5.16.3 İletkenlik.....	42
5.16.4 Oksijen Doygunluğu.....	42
5.16.5 Tuzluluk.....	42
5.16.6 Toplam Çözünmüş Madde	43
5.16.7 Sıcaklık.....	43
5.16.8 Bulanıklık	43
5.16.9 Arazide Yapılan Ölçümlerin Genel Değerlendirmesi	44
5.17 Sonuç.....	45
5.18 Öneriler	47
KAYNAKLAR.....	49
ÖZ GEÇMİŞ.....	53

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 4.1 Arazi de gerçekleştirilen su kaynaklarına ait fiziksel ve kimyasal ölçüm sonuçları	24
Çizelge 4.2 Su Numunesi analiz sonuçları	30



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 Su örneği alınan bölgelerin haritadaki yerleri	19
Şekil 3.2 Arazi tipi multimetre cihazı HACH HQ 40D.....	21
Şekil 3.3 HACH 2100Q marka turbidimetre cihazı	21
Şekil 4.1 Çeşitli örnekleme noktalarından su numunelerinin alınması.....	23
Şekil 4.2 Çeşitli örnekleme noktalarından su numunelerinin alınması.....	23





SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalarıyla aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
DO	Çözünmüş oksijen (dissolved oxygen)
%DO	Oksijen doygunluğu (%)
EC	Elektriksel iletkenlik
HCO₃⁻	Bikarbonat
Mg/L	Miligram/Litre
NTU	Nephelometric turbidity unit
TDS	Toplam çözünmüş madde
TOC	Toplam organik karbon
Kısaltmalar	Açıklama
EPA	Environmental Protection Agency (ABD Koruma Ajansı)
TS266	Türk Standartları Enstitüsü İçme ve Kullanma Suyu Standardı
WHO	World Health Organization



1. GİRİŞ

Tüm canlılar için yaşamsal öneme sahip olan su, kimyasal yapısı itibariyle bir oksijen atomunun çevresine yaklaşık 104.5°'lik açıyla bağlanmış iki hidrojen atomundan oluşan, güçlü bir çözücü olma özelliğine sahip temel bir bileşendir. Bu güçlü çözücü özelliği, su moleküllerinin polar yapısından ve hidrojen bağları oluşturabilme kapasitesinden kaynaklanmaktadır. Hidrojen bağları sayesinde su; şekerler, amino asitler ve iyonik bileşikler gibi birçok maddeyi çözerek hücrenel taşımaya olanak sağlar. Bu özellik, canlı metabolizmasının temel yapı taşlarının çözünmesini ve taşınmasını mümkün kılar. İnsan hayatı için de vazgeçilmez olan su, tarih boyunca insanların yerleşim alanlarını belirlemede etkili olmuş, medeniyetlerin su kenarlarında kurulmasına neden olmuştur. Bu suyun toplam su miktarının yalnızca %2.5'i tatlısu olup, bunun da %68.9'u buzullar, %30.8'i yer altı suları, %0.3'ü ise yüzeysel su kaynakları (göl, akarsu vb.) şeklindedir (Atıcı vd. 2016). Nüfus artışı, hızlı kentleşme ve sanayileşme gibi olgular, kişi başına düşen temiz su miktarının gittikçe azalmasına neden olmaktadır (Akın ve Akın, 2007). Su kaynakları, yalnızca insan tüketimi açısından değil; tarımsal sulama, hayvancılık, su ürünleri yetiştiriciliği, endüstriyel üretim ve enerji üretimi gibi çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Özellikle tarım sektörü, küresel su tüketiminin yaklaşık %70'ini oluşturarak su kaynakları üzerinde en büyük baskıyı yaratmaktadır. Sanayi ve enerji üretimi %20, evsel kullanım ise yaklaşık %10'luk bir paya sahiptir (Turan ve Bayraktarı, 2020). Bu kadar geniş kapsamda kullanılan su kaynakları, doğal kaynaklar arasında en çok tehdit altında olan unsurlardan biri haline gelmiştir. İklim değişikliği, hızlı nüfus artışı, kentleşme, kontrolsüz tarımsal faaliyetler ve endüstriyel kirlilik, hem su miktarını hem de su kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca, nehir yataklarının değiştirilmesi, yeraltı su rezervlerinin aşırı çekimi ve doğal sulak alanların bozulması gibi insan kaynaklı müdahaleler, tatlı su ekosistemlerinin sürdürülebilirliğini tehdit etmektedir.

Van Gölü Havzası, çok sayıda göl, akarsu ve tuzlu su kaynağı barındırması açısından Doğu Anadolu Bölgesi'nin hidrolojik olarak en zengin alanlarından biridir. Ancak 2019 yılında yapılan bir araştırma, havza içindeki birçok su kaynağının ağır metal birikimi, yüksek tuzluluk ve elektriksel iletkenlik gibi etkenlerle su kalitesi açısından risk

altında olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle arsenik, kobalt, mangan ve molibden gibi metallerin yüksek düzeyde tespit edilmesi, bu kaynakların içme suyu, tarım ve hayvancılıkta kullanımını sınırlandırmaktadır. HPI (Ağır Metal Kirlilik İndeksi) değerleri doğrultusunda, havzadaki pek çok noktada su kalitesi "kullanılamaz" sınıfına girmiştir. Bu bulgular, Van ve çevresindeki su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetiminin yalnızca bölgesel değil, ulusal ölçekte de öncelikli bir çevresel konu olduğunu ortaya koymaktadır (Atıcı vd., 2021).

Su kaynakları, insan sağlığı, çevresel denge ve sürdürülebilir kalkınma açısından hayati öneme sahip doğal varlıklardır. Artan nüfus, hızlı kentleşme, iklim değişikliği ve sanayileşme gibi etkenler, tatlı su kaynakları üzerindeki baskıyı her geçen gün artırmakta; bu durum, su kaynaklarının korunması, mevcut kalitesinin izlenmesi ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesini zorunlu kılmaktadır. Su kıtlığı ve kirliliği gibi tehditler, sadece ekosistem sağlığı için değil, aynı zamanda gıda güvenliği ve ekonomik kalkınma açısından da ciddi riskler oluşturmaktadır. Bu doğrultuda, bu çalışmanın temel amacı, Van ili İpekyolu İlçesinin kırsal mahallelerinde kullanılan içme sularının fiziksel ve kimyasal parametrelerinin analizi yapılarak, mevcut durumun değerlendirilmesi ve ortaya çıkacak bulgular doğrultusunda ilgili kurum ve kuruluşlar için gerekli tavsiyelerde bulunmaktır. Bu çalışma, özellikle Van ili İpekyolu ilçesinin içme suyu temininde kullanılan kaynakların doğal ve insan kaynaklı kirlilik unsurları açısından mevcut durumunun belirlenmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu bağlamda, çalışmadan elde edilecek bulguların, hem su kalitesinin artırılması ve korunmasına yönelik yerel yönetimlere yol göstermesi, hem de gelecekte yürütülecek benzer araştırmalar için bilimsel bir veri tabanı oluşturması beklenmektedir. Ayrıca, çalışma sonucunda geliştirilecek öneriler, Van İli su kaynaklarının uzun vadede sürdürülebilir ve güvenli bir şekilde kullanımına katkı sağlayacaktır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Geyikçi (1999) tarafından yapılan doktora çalışmasında, Orta Karadeniz Bölgesi'nde yer alan 16 farklı yüzey ve kaynak suyunda organik klorlu pestisit kirliliği ile içme suyu kalitesi araştırılmıştır. Amasya, Ordu, Samsun ve Sinop illerine içme suyu sağlayabilecek nitelikteki bu kaynaklardan alınan örneklerde, 16 farklı organik klorlu pestisit analizi yapılmış olup (özellikle γ -BHC) Bakırçay, Çamlıca Deresi ve Bekiroğlu Drenajı'nda, TS 266 (1997) standartlarında belirtilen sınır değerlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Öte yandan diğer örneklerin içme suyu kalite standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Yıldız (2004) Kütahya şehir merkezinde içme suyu kalitesini etkileyen çevresel faktörlerin değerlendirdiği çalışmada 2002 yılı boyunca altı farklı mahalleden 30'ar günlük aralıklarla su örnekleri toplanmış ve fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Analiz edilen parametreler arasında bulanıklık, renk, koku, tat, tortu, pH, toplam sertlik, sülfat, klorür, nitrit, amonyak, nitrat ve toplam organik madde yer almıştır. Sonuçlar, özellikle Eylül ve Kasım aylarında bulanıklık ve renk düzeylerinin yüksek olduğunu, kış aylarında ise pH değerinin arttığını göstermiştir. Ayrıca toplam sertlik ve klorür düzeylerinin mevsimsel ve aylık olarak anlamlı düzeyde değiştiği tespit edilmiştir. Çalışma, içme suyu kalitesinin çevresel faktörlerden önemli ölçüde etkilendiğini ortaya koymakta ve düzenli izleme çalışmalarının gerekliliğine dikkat çekmektedir.

Samuelsson vd. (2010) yaptıkları çalışmada İsveç'in farklı bölgelerinden elde edilen içme suyu örneklerinde çinko (Zn), demir (Fe), nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-) ve diğer parametrelerin konsantrasyonlarını analiz etmişlerdir. Çalışmada, yüksek Tip 1 diyabet insidansına sahip bölgelerde içme suyundaki çinko, nitrat ve nitrat-azotu düzeylerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. İçme suyu numunelerinde ölçülen ağır metal ve mineral seviyelerinin genel olarak içme suyu standartlarına uygun olduğunu; ancak çinko konsantrasyonunun düşük olmasının çocukluk çağı Tip 1 diyabet gelişimiyle ilişkili olabileceğini saptamışlardır.

Iğdır'daki Bulakbaşı Suyu'nda yapılan çalışmada, yıl boyunca alınan örnekler üzerinde fiziksel ve kimyasal değerlendirmeler yapılmış ve suyun genel olarak temiz olduğu raporlanmıştır. Sertlik, bikarbonat ve iletkenlik değerleri suyun mineralli yapısını

ortaya koyarken, bazı örneklerde arsenik ve siyanür gibi metallerin sınır değerlere yaklaştığı da belirtilmiştir Ayrıca Iğdır'daki Bulakbaşı Suyu üzerine yapılan bir araştırmada, dört örnekleme noktasından alınan su örneklerinde su sıcaklığı, pH, elektriksel iletkenlik ve çözülmüş oksijen gibi temel parametrelerin aylık değişimi değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, suyun bazı dönemlerde kalite parametrelerinde sınır değerlere yaklaştığı ve özellikle tarımsal faaliyetlerin etkisiyle bulanıklık ve çözülmüş madde miktarında dönemsel artışların gözlemlendiği raporlanmıştır (Aksoy, 2012).

Chaturvedi ve Dave (2012), yeraltı sularındaki demir kirliliğini ele aldıkları çalışmalarında, içme suyunun güvenli hâle getirilmesi için kullanılan çeşitli demir giderme yöntemlerini literatür doğrultusunda kapsamlı biçimde incelemiştir. Demirin yeraltı sularında genellikle Fe^{+2} formunda bulunduğu, bu formun özellikle estetik sorunlara (suyun renginde değişiklik, metalik tat, koku ve bulanıklık gibi) yol açarak suyu kullanılamaz hâle getirebildiği vurgulanmıştır. Dünya Sağlık Örgütü tarafından içme suyu için önerilen demir sınır değeri 0.3 mg/L olarak belirtilmiş; bu seviyenin üzerindeki konsantrasyonların ise boru tıkanmaları, demir bakterilerinin çoğalması ve altyapı sorunları gibi teknik problemlere neden olabileceği ifade edilmiştir. Çalışmada yeni bir yöntem geliştirilmemiş, bunun yerine elektriksel iletkenlik (EC), oksidasyon/filtrasyon, iyon değişimi, adsorpsiyon, aktif karbon filtrasyonu, ultrafiltrasyon, biyoremediasyon ve süperkritik akışkan ekstraksiyonu gibi çok sayıda mevcut yöntemin avantajları, sınırlılıkları, verimlilik oranları ve uygulanabilirlik koşulları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Özellikle elektrokoagülasyon yönteminin 25 mg/L'ye kadar olan Fe^{+2} konsantrasyonlarını giderme konusunda oldukça etkili olduğu ve kırsal alanlarda elektriğe ihtiyaç duymadan güneş enerjisiyle çalıştırılabileceği vurgulanmış, oksidasyon/filtrasyon yönteminin ise düşük maliyeti ve kullanım kolaylığı nedeniyle kırsal bölgelerde tercih edilebilecek en uygun çözüm olduğu önerilmiştir. Bu çalışma, demir giderme yöntemlerini dünya çapında, özellikle kırsal alanlarda içme suyu sağlamak amacıyla geliştirmeyi amaçlamışlardır.

Mohod ve Dhote (2013) tarafından yapılan çalışmada, Hindistan'ın Nagpur şehrinde içme suyu kaynaklarındaki ağır metallerin varlığı incelenmiştir. Çalışma araştırma kapsamında çeşitli içme suyu örnekleri toplanarak kimyasal analizler yapılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, içme suyunda bulunan kadmiyum, krom, bakır,

demir, kurşun, kobalt, manganez, cıva, nikel ve çinko gibi ağır metallerin konsantrasyonları, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (USEPA) tarafından belirlenen içme suyu standartlarının bazı durumlarda üzerinde bulunmuştur. Bu bulgular, içme suyunun çoğu örneğinde standartlara uygun olmadığını ve daha fazla izleme yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Nazeer vd. (2014) çalışmasında, Pakistan'ın Soan Nehri üzerinde yapılan araştırma, nehir suyu örneklerinde ağır metallerin dağılımını, risk değerlendirmesini ve su kalitesinin su kalite endeksi (WQI) ile karakterizasyonunu incelemiştir. Çalışma, suyun ve sedimanın muson yağmurları öncesi ve sonrası dönemlerdeki kimyasal özelliklerini analiz etmiş ve ağır metal konsantrasyonlarının monson sonrası dönemde daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Kadmyum (Cd), Kurşun (Pb) ve Nikel (Ni) gibi metallerin konsantrasyonları, sucul yaşam ve evsel kullanım için belirlenen sınır değerlerin üzerinde bulunmuştur. Su kalite endeksiyle yapılan değerlendirmede, Soan Nehri su kalitesinin monson öncesi dönemde daha iyi olduğu belirlenmiştir. Araştırma, ağır metal kirliliğinin hem doğal süreçler hem de insan faaliyetlerinden kaynaklandığını ve özellikle Cd, Zn ve Pb gibi metallerin sucul ekosistem için ciddi tehdit oluşturduğunu vurgulamaktadır. Pakistan'ın su kalite standartları ile karşılaştırıldığında, ağır metal konsantrasyonlarının aşılması, hem ekosistem hem de insan sağlığı için risk yaratmaktadır. Bu nedenle, nehir suyu ve sedimentlerinde ağır metal kirliliği üzerine daha fazla izleme yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Gemci (2016) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Kahramanmaraş ilinin içme suyu temininde önemli rol oynayan Ayvalı, Karasu ve Pınarbaşı kaynaklarından alınan örnekler üzerinden bu suların fiziksel, kimyasal ve bakteriyolojik özellikleri 2014 yılı boyunca incelenmiştir. Sekiz aylık periyotta yapılan pH ve bulanıklık analizlerinin yanı sıra, yıl sonunda gerçekleştirilen ağır metal ve mikrobiyolojik analizler doğrultusunda, tüm kaynaklardan elde edilen su örneklerinin WHO ve TS-266 içme suyu standartlarına büyük ölçüde uygun olduğu belirlenmiştir. Özellikle metal iyonları düzeylerinin standartların oldukça altında olduğu, bakteriyolojik açıdan ise koliform bakteri içermedikleri tespit edilmiştir. Çalışmanın bulguları, bu kaynakların insan tüketimi açısından güvenli olduğunu ortaya koyarken; artan nüfus ve çevresel baskılar doğrultusunda, bu suların kalite parametrelerinin düzenli aralıklarla izlenmesi ve altyapı sistemlerinin planlı bir şekilde geliştirilmesi gerektiğine işaret etmektedir.

Meride ve Ayenew (2016), Etiyopya'nın Wondo Genet Kampüsü'nde yürüttükleri çalışmada, kampüs genelinden alınan içme suyu örneklerinin fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalitesini analiz ederek, elde edilen bulguların halk sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini değerlendirmiştir. Araştırma sonucunda; sıcaklık, pH, iletkenlik, TDS, klorür, sülfat, sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum gibi parametrelerin tamamının WHO tarafından belirlenen içme suyu standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir. Ancak mikrobiyolojik analizlerde, bazı örneklerde toplam koliform bakteriye rastlanmıştır; fekal koliform tespit edilmemekle birlikte bu durum, mikrobiyolojik kalite açısından düşük düzeyde de olsa bir risk taşıdığına işaret etmişlerdir. Çalışma, suyun fiziksel ve kimyasal açıdan güvenli olduğunu, ancak mikrobiyolojik kalite yönünden sürekli izlenmesi gerektiğini vurgulamakta; düzenli denetim ve uygun arıtma yöntemlerinin uygulanmasının, su kaynaklı hastalıkların önlenmesinde önemli rol oynayacağını ortaya koymaktadır.

Türkoğlu (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Gaziantep iline içme suyu temin eden Düzbağ Baraj Gölü'nün su kalitesi fiziksel, kimyasal ve biyolojik parametreler açısından değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında belirli aralıklarla alınan su örnekleri üzerinde pH, sıcaklık, bulanıklık, iletkenlik ve sertlik gibi temel fiziksel-kimyasal parametrelerin yanı sıra; arsenik, kurşun, cıva, demir, mangan ve krom gibi ağır metaller ile biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ), toplam organik karbon ve mikrobiyolojik göstergeler de analiz edilmiştir. Elde edilen veriler, Düzbağ kaynağının genel olarak ulusal (TS-266) ve WHO içme suyu standartlarına büyük oranda uygun olduğunu ortaya koymakla birlikte; özellikle arsenik, cıva ve siyanür gibi kirleticilerin bazı dönemlerde tespit edilmesi, uzun vadeli izleme ve ileri arıtma sistemlerine duyulan ihtiyacı gündeme getirmiştir. Ayrıca, yüksek pH düzeylerinin dezenfeksiyon süreçlerini etkileyebileceği, düşük bulanıklık düzeylerinin ise konvansiyonel arıtma için avantaj sağladığı belirtilmiştir. Çalışma, planlama aşamasındaki yeni arıtma tesisi için öneriler sunarak, doğal su kaynaklarının sürdürülebilir ve güvenli kullanımına yönelik kapsamlı bir bilimsel temel oluşturmuştur.

Boyraz (2017) tarafından yürütülen çalışmada, ev tipi su arıtma cihazlarının kullanım sıklığı ile bu cihazların içme suyunun mikrobiyolojik ve kimyasal kalitesine etkileri değerlendirilmiştir. Konya'nın Meram ilçesinde gerçekleştirilen bu kesitsel çalışmada 810 haneye ulaşılarak anket uygulanmış ve arıtma cihazı kullanan evlerden

hem Şebeke suyu hem de arıtılmıŐ su örnekleri toplanarak analiz edilmiştir. Bulgular, Şebeke suyuna kıyasla arıtılmıŐ su örneklerinde pH, serbest klor, florür, kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik gibi temel parametrelerin anlamlı düzeyde azaldığını belirtirmiŐtir. Elde edilen veriler, ev tipi arıtma cihazlarının iÇme suyundaki yararlı mineralleri kayda değer biÇimde azalttığını ve düzenli bakım yapılmadığında iÇme suyu kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceğini ortaya koymuştur. Bu durum, söz konusu cihazların sağlık aÇısından her zaman ideal bir çözüm olmadığını ve toplum sağlığı bağlamında dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Çavuş vd. (2017) tarafından yapılan çalışmada, Van merkez ilçelerinde iÇme suyu temininde kullanılan farklı kaynaklardan alınan 19 örnekleme noktası üzerinden fiziksel ve kimyasal analizler gerçekleştirilmiştir. İncelenen parametreler arasında sıcaklık, pH, iletkenlik, znmŐ oksijen ve bulanıklık gibi temel fiziksel ltlerin yanı sıra arsenik, mangan, nitrat, nitrit, amonyak, demir, çinko ve alüminyum gibi elementler yer almıştır. Bulgular genel olarak Türkiye iÇme suyu standartları TS 266, İTASHY, SKKY, YSKY) ile uyumluluk gösterdiği belirtilmiştir. Bununla birlikte, özellikle Adnan Darendeliler İlköğretim Okulu ve Marangozlar Sondajı gibi bazı istasyonlarda arsenik seviyeleri; İskele eŐme ve Kale Suyu gibi alanlarda ise mangan düzeyleri sınır değerlerin üzerinde bulunduğu belirtilmiştir. Ayrıca, Őabaniye Mezarlık Sondajı, Kültür Sondajı ve Kale Suyu örneklerinde yüksek bulanıklık değerleri tespit edilmiş ve bu durum söz konusu kaynakların fiziksel arıtmaya tabi tutulmadan doğrudan kullanıma sunulmasının riskli olabileceğini belirtilmiştir. Çalışmanın sonuçları, Van merkezdeki iÇme suyu kaynaklarının genel kalite düzeyinin büyük oranda yeterli olduğunu ortaya koymakla birlikte, bazı bölgesel sapmaların düzenli izleme ve ileri düzeyde arıtma önlemleriyle kontrol altına alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Subka (2017) tarafından Libya'nın Zuwarah kentinde yapılan yüksek lisans tezinde, bölgedeki iÇme suyu kaynaklarının kalite düzeyleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Mart-Eylül 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilen çalışmada; musluk suyu, yeraltı suyu, deniz suyu ve arıtılmıŐ deniz suyu örnekleri 22 farklı noktadan toplanarak, toplam znmŐ katılar (TDS), iletkenlik (EC), pH, znmŐ oksijen (DO), tuzluluk, toplam sertlik, kalsiyum, magnezyum, sodyum, potasyum, amonyum, bikarbonat, sülfat, klorür, nitrat, nitrit, fosfat, demir, bakır, çinko, kurşun ve koliform bakteri gibi parametreler bakımından analiz edilmiştir. Bulgular, musluk suyunun genel

olarak ulusal ve uluslararası içme suyu standartlarıyla uyumlu olduğunu ve içilebilir nitelikte olduğunu ortaya koyarken, yeraltı sularının pek çok parametre açısından limit değerlerin üzerinde olduğu ve bu haliyle içme amacıyla doğrudan kullanılmasının uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Özellikle yeraltı su örneklerinde EC, TDS, tuzluluk, toplam sertlik, sodyum ve ağır metal konsantrasyonlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bazı örneklerde koliform bakteri varlığı da saptanmıştır. Bu kapsamda, Zuwarah bölgesinde içme suyu temininde musluk suyu ve deniz suyu arıtımı ile elde edilen suların, yeraltı suyuna kıyasla daha güvenli olduğu belirlenmiştir.

Chowdhury vd. (2016), içme suyunda bulunan ağır metallerin analizini yapmışlar ve bu metallerin özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki içme suyu kalitesiyle ilişkisini incelemiştir. Çalışmada, arsenik, cıva, kurşun, kadmiyum ve krom gibi ağır metallerin içme suyundaki varlığına yer verilmiştir. Çalışmada kullanılan analiz yöntemleri, bu ağır metallerin içme suyu standartlarına uygun olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Arsenik, cıva, kurşun ve kadmiyum seviyeleri, WHO ve yerel içme suyu standartlarına göre analiz edilmiş ve bu metallerin çoğunun içme suyu için belirlenen kabul edilebilir sınırların üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Örneğin, arsenik ve kurşun seviyeleri sıklıkla su kalitesi kriterlerine uymamaktadır. Çalışma, gelişmekte olan ülkelerdeki su kaynaklarında bu metallerin yüksek seviyelerde bulunmasının içme suyu kalitesine zarar verdiğini ve iyileştirilmesi gereken alanlar olduğunu vurgulamaktadır.

Van Gölü'ne dökülen Güzelkonak Deresi'nde yapılan saha çalışmasında, yıl boyunca alınan örneklerde klorür, kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, bikarbonat ve toplam alkalinite gibi parametrelerin yüksek düzeylerde olduğu saptanmıştır. Demir, çinko ve krom gibi ağır metallerin ise düşük konsantrasyonlarda bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle sertlik ve bikarbonat düzeyleri, suyun karakterinin sert yapıda olduğunu göstermektedir. Çalışma, derenin hidrojeolojik yapısının yerel koşullara duyarlı olduğunu ve bu nedenle düzenli izleme gerektirdiğini vurgulamaktadır (Bayram, 2016).

Van'daki Deliçay üzerinde yapılan bir yıllık izleme çalışmasında, çayın içme, kullanma ve sulama amacıyla kullanılabilir nitelikte olduğu saptanmıştır. Bazı dönemlerde çinko ve krom konsantrasyonları içme suyu standartlarına yaklaşmış olsa da, demir ve mangan düzeylerinin kabul edilebilir sınırlar içinde kaldığı görülmüştür. Bu sonuçlar, çayın genel olarak kirlenmemiş olduğunu; ancak mevsimsel değişimlerin su kalitesini etkileyebileceğini göstermektedir (Seyhan, 2016).

Atıcı vd. (2016), Van İli Erciş ilçesi ve çevresindeki yerleşim birimlerinden alınan içme suyu örneklerinin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik niteliklerini çok boyutlu olarak incelemişlerdir. Çalışmada, 18 farklı noktadan toplanan örneklerde sıcaklık, pH, bulanıklık, çözülmüş oksijen ve elektriksel iletkenlik gibi temel parametreler sahada ölçülürken; laboratuvar ortamında ise kalsiyum, magnezyum, toplam sertlik, alkalinite, nitrat, nitrit, amonyak, fosfor, florür, çinko, bakır, mangan, demir, alüminyum, siyanür ve arsenik gibi çok sayıda kimyasal parametre analiz edilmiştir. Mikrobiyolojik değerlendirmelerde fekal koliform bakteriye rastlanmamış olması, suyun mikrobiyal açıdan güvenli olduğunu göstermektedir. Ancak serbest klor ve bakır değerlerinin bazı örneklerde belirlenen sınırların üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Özellikle bu iki parametrenin insan sağlığı açısından potansiyel risk oluşturabileceği vurgulanmış, bu durumun yerel su sistemlerinde olası korozyon ve dezenfeksiyon kaynaklı sorunlardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Genel olarak, su örneklerinin büyük oranda TS-266, İTASHY ve diğer ulusal yönetmeliklerde belirtilen standartlara uygunluk gösterdiği, ancak yerel düzeydeki bazı kimyasal sapmaların sürekli izlenmesi gerektiği önerilmiştir. Bölgede içme suyu kaynaklarının yalnızca evsel değil, aynı zamanda tarımsal sulama amacıyla da kullanıldığını ortaya koyarak, su kalitesinin sadece halk sağlığı değil, tarım politikaları açısından da stratejik önem taşıdığını göstermektedir. Ayrıca çalışma, Karasu Çayı'nda iki yıl boyunca süren bir çalışmada, kum alımı gibi insan faaliyetlerinin hem su kalitesini hem de inci kefali popülasyonunu olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Özellikle bulanıklık, ortofosfat ve mangan gibi parametrelerin sınır değerleri aştığı ve çayın içme ve tarımsal kullanım açısından tehdit altında olduğu ortaya koyulmuştur.

Nawab vd. (2017) tarafından Pakistan'ın Buner bölgesinde gerçekleştirilen çalışmada, içme suyu kaynaklarındaki zehirli metallerin (Nikel, Çinko, Kurşun, Krom ve Kadmiyum) konsantrasyonları ve bunların insan sağlığı üzerindeki potansiyel riskleri değerlendirilmiştir. Bu çalışma kapsamında, yeraltı ve yüzey sularındaki metal konsantrasyonları, İndüktif Bağlantılı Plazma Kütle Spektrometresi cihazı ile ölçülerek, Pakistan Çevre Koruma Ajansı ve Dünya Sağlık Örgütü tarafından belirlenen güvenli limitlerle karşılaştırılmıştır. Araştırma sonuçları, Kurşun, Nikel, Krom ve Kadmiyum gibi metallerin içme suyu örneklerinde, hem Pakistan Çevre Koruma Ajansı hem de Dünya Sağlık Örgütü limitlerini aştığını ortaya koymuştur. Ancak, yapılan değerlendirmelere göre, içme suyu örneklerindeki Sağlık Risk İndeksi değerleri hem yetişkinler hem de

çocuklar için 1'den düşük bulunmuş ve yerel halk için sağlık riski oluşturmadığı sonucuna varılmıştır. Çalışmada ayrıca, bölgedeki mermer sanayisinin metal kirliliğine yol açtığı ve bu sorunun çözülmesi için devletin daha etkin atık yönetimi ve arıtma önlemleri alması gerektiği vurgulanmıştır.

Nthunya vd. (2017) tarafından yapılan araştırmada, Güney Afrika'nın Mpumalanga bölgesindeki Chief Albert Luthuli Yerel Belediyesi'nde, Lochiel adlı kırsal bir yerleşim alanındaki içme suyu kaynaklarında toksik metallerin varlığı ve seviyeleri incelenmiştir. 2014 ile 2015 yılları arasında dört mevsim boyunca (kış, bahar, yaz ve sonbahar) seçilen içme suyu kaynaklarından (açık kuyular, topluluk tankları, su arıtma tesisleri ve kuyu suları) su örnekleri toplanmış ve toksik metallerin (kobalt, krom, bakır, kurşun, çinko, manganez ve demir) konsantrasyonları ICP-OES yöntemiyle ölçülmüştür. Araştırmada, bazı su kaynaklarında toksik metal seviyelerinin, USEPA, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve SANS241 tarafından belirlenen sınır değerlerinden biraz daha yüksek olduğu (örneğin manganez ve kobalt), diğer kaynaklarda ise kabul edilebilir limitler içinde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, toksik metallerin konsantrasyonlarının belirlenen limitlerin üzerinde olduğu su kaynaklarına yakın yerleşim yerlerinde yaşayan halkın, bu metallerden kaynaklanabilecek hastalıklara karşı risk altında olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca, metallerin yan etkilerinin hemen fark edilmese de, uzun süreli maruz kalma durumunda biyolojik birikim yapabilecekleri ve zararlı etkilerle sonuçlanabileceği belirtilmiştir.

Ghaderpoori vd. (2018), İran'ın Lorestan Eyaleti'nde yer alan Hürremabat şehrinde gerçekleştirdikleri çalışmalarında, içme suyu dağıtım sisteminden seçilen 45 farklı noktadan aldıkları örneklerde çinko, kurşun, kadmiyum, krom ve bakır elementlerinin konsantrasyonlarını ICP-OES (Varian VISTA-MPX) cihazı kullanarak belirlemiş ve ardından ağır metal kirlilik indekslerini (HPI ve HEI) hesaplamışlardır; yapılan değerlendirme sonucunda, şehrin içme suyu kalitesinin ağır metaller açısından iyi düzeyde olduğunu saptamışlardır.

Çatakdişi (Zortul) Çayı üzerine yapılan bir yıllık analizde, sekiz farklı örnekleme noktasında elde edilen bulgular genel olarak suyun kirlenmediğini tespit edilmiştir. Bununla birlikte, belirli dönemlerde arsenik, nikel ve kobalt gibi toksik metallerin ölçüm sonuçlarında artış kaydedilmiştir. Bu durum, su kalitesinin uzun vadeli izlenmesini gerekli kılmaktadır (Aydın, 2018).

Titiz (2020) Edirne'nin İpsala ilçesine bağlı köylerde kullanılan içme suyu, yeraltı suyu, çeşme ve yalak gibi kaynakların kalitesi limnolojik parametreler temelinde değerlendirilmiştir. 2020 yılı yaz ve kış mevsimlerinde 45 farklı örnekleme noktasından toplanan su numuneleri üzerinden sıcaklık, pH, çözülmüş oksijen, iletkenlik, toplam çözülmüş madde, bulanıklık, nitrat, nitrit ve fosfat gibi 15 parametre analiz edilmiştir. Çalışmanın en dikkat çekici bulgularından biri, özellikle azot (nitrat-nitrit) ve fosfor bileşiklerinin bazı örnek noktalarında yüksek düzeyde ölçülmesi olmuştur. Bu durum, bölgedeki su kaynaklarında potansiyel kirlilik baskısına işaret etmektedir. Su Kalite İndeksi (WQI) değerleri incelendiğinde, genel anlamda suyun içme suyu standartlarına büyük ölçüde uygun olduğu, ancak belirli lokasyonlarda çevresel ve halk sağlığı açısından dikkat edilmesi gereken durumların varlığı ortaya konmuştur. Ayrıca, Faktör Analizi (FA) ve Pearson Korelasyon İndeksi (PCI) ile yapılan çok değişkenli istatistiksel değerlendirmeler, özellikle tarımsal faaliyetlerin su kalitesi üzerinde etkili olduğunu destekleyen sonuçlar sunmuştur. Bu bulgular, kırsal alanlarda içme suyu güvenliğinin sağlanması için düzenli izleme çalışmalarının ve yerel ölçekte alınacak önlemlerin önemini ortaya koymaktadır.

Aygır Gölü'nde yapılan bir yıllık izleme çalışması sonucunda; sıcaklık, çözülmüş oksijen, iletkenlik ve toplam çözülmüş madde gibi su kalite parametrelerinin genel olarak standartlarla uyumlu olduğu görülmüştür. Göl suyunun içme, sulama ve balıkçılık açısından uygun nitelik taşıdığı ifade edilmiştir (Çavuş ve Şen, 2020).

Aydın (2020) tarafından yapılan bir çalışmada, Giresun iline ait içme suyu kaynakları bir yıl boyunca izlenerek, beş farklı istasyondan toplanan su örnekleri üzerinden su kalitesi değerlendirilmiştir. Araştırmada; sıcaklık, çözülmüş oksijen, pH, iletkenlik, tuzluluk, TDS, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅), toplam alkalinite, sertlik, serbest reaktif fosfor, toplam fosfor ve toplam amonyak azotu gibi birçok temel parametre analiz edilmiştir. Bulgular, Giresun'un içme sularının genel olarak yüksek kalitede olduğunu göstermektedir. Özellikle su sıcaklığı açısından "soğuk sular", BOİ değeri açısından ise "temiz sular" sınıfına giren bu kaynaklarda bozulma, oksitlenme veya çürüme gibi herhangi bir olumsuz duruma rastlanmamıştır. Ayrıca, pH ve sertlik gibi değerlerin içme suyu standartlarıyla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda çalışma, bölgedeki içme suyu kaynaklarının insan sağlığı açısından güvenli olduğunu ortaya koymaktadır.

Van Gölü Havzası'nda gerçekleştirilen kapsamlı bir araştırmada, arsenik, kobalt, mangan ve molibden gibi ağır metallerin belirlenen sınır değerleri aştığı, buna bağlı olarak da HPI ortalamalarının "kullanılamaz su" sınıfında yer aldığı ortaya konmuştur. 7 örnekleme noktasından yalnızca biri "iyi" sınıfta değerlendirilmiş, geri kalanların ise içme, kullanma ve sulama suyu olarak uygun nitelik taşımadığı bildirilmiştir (Atıcı vd. 2021).

Luvhimbi vd. (2022), Güney Afrika'nın Limpopo Eyaleti'ne bağlı Thulamela Belediyesi'ndeki kırsal bir yerleşim alanında yürüttükleri çalışmada, içme suyunun kaynağından (rezervuar) son kullanım noktasına (hane halkı depolama kapları) kadar geçirdiği kalite değişimlerini kapsamlı biçimde değerlendirmiştir. Toplam 114 su örneği üzerinden yapılan analizlerde mikrobiyolojik (E. coli, toplam koliform), fizikokimyasal (pH, sıcaklık, EC, TDS) ve ağır metal (Fe, Mn, Pb, Zn, Ni, Co, Cu, Al, As) parametreleri incelenmiştir. Bulgular, suyun kaynağında yani rezervuarda mikrobiyolojik kontaminasyonun bulunmadığını, ancak dağıtım hattı ve ev içi depolama sürecinde özellikle yağışlı mevsimde koliform ve E. coli düzeylerinde önemli artışlar yaşandığını göstermektedir. Örneğin, hane depolama kaplarında E. coli bulaş oranı kuru sezonda %10.4 iken, yağılı mevsimde %13.2'ye yükselmiş; toplam koliform oranları ise sırasıyla %73 ve %85'e ulaşmıştır. Kalite kaybının temel nedenleri arasında suyun kirli kaplarla taşınması, açık kaplarda depolanması, musluklardan sonra yeterli hijyen önlemlerinin alınmaması ve özellikle saplı olmayan bardaklarla doğrudan temas yer almaktadır. Ayrıca, Pb düzeylerinin çoğu örnekte sınır değerinin altında olduğu saptanmış olsa da, bazı evsel depolama örneklerinde yüksek kurşun değerleri ölçülmüş ve bu durumun borulardan veya uygunsuz saklama kaplarından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Tüm bu bulgular, içme suyunun yalnızca kaynağında değil, hane halkına ulaşana dek geçen tüm aşamalarda izlenmesinin halk sağlığı açısından kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Canbaz (2022) tarafından Edirne'nin Lalapaşa ilçesinde 28 su kaynağından alınan örneklerde su kalitesi değişiminin mevsimsel olarak izlenmesi amacıyla yapılan çalışmada °C, OD, pH, EC, TDS değerleri belirlenerek mevsimsel su kalitesi WHO indeksine göre değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, nitrat düzeyleri mevsimsel değişkenlik göstermiş; yaz ve sonbahar dönemlerinde bazı istasyonlarda ölçüm limitini (24,3 mg/L) aşarak 4. sınıf su kalitesi seviyesine ulaşmıştır. Özellikle tarımsal

faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde bu artış belirgin olmuştur. Nitrit parametresi açısından ise yalnızca birkaç istasyonda sınır değerlere yakın ölçümler kaydedilmiş, fosfat seviyeleri ise çoğu mevsimde 3. ve 4. kalite su standardına işaret etmiştir. Tüm bu bulgular, bölgedeki içme suyu kaynaklarının özellikle tarımsal girdilerden kaynaklı potansiyel kirleticiler açısından düzenli izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Kabaklı Göleti'nde gerçekleştirilen araştırmada, göletin çeşitli noktalarından mevsimsel olarak alınan örnekler değerlendirilmiş; özellikle ilkbahar ve yaz dönemlerinde toplam sertlik, çözünmüş oksijen ve pH gibi değerlerde belirgin değişiklikler gözlemlenmiştir. Mevsim geçişlerinde bulanıklık, sülfat, demir ve alüminyum gibi parametrelerin de dalgalandığı tespit edilmiştir. Göletin genel olarak içme ve sulama suyu kriterlerini karşıladığı; ancak çevresel tehditlere karşı düzenli kontrol gerektirdiği vurgulanmıştır (Kaya ve Şen, 2022).

Levin vd. (2023) tarafından gerçekleştirilen kapsamlı derlemede, Amerika Birleşik Devletleri'nde içme suyu sistemlerinde yaygın olarak tespit edilen arsenik, kurşun, uranyum, nitrat ve dezenfeksiyon yan ürünleri gibi yedi kirletici grup incelenmiş ve bu maddelerin insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri değerlendirilmiştir. Özellikle arsenik, kurşun ve uranyum gibi ağır metallerin uzun süreli maruziyetle birlikte nörotoksik etkiler, böbrek hasarı, bilişsel gelişim bozuklukları ve kanser riskinde artış gibi ciddi sağlık sonuçlarına yol açtığı belirtilmiştir. Örneğin, arsenik için 10 µg/L, nitrat için 10 mg/L ve kurşun için ise “sıfır maruziyet en güvenli düzey” olarak tanımlanmakta; ancak EPA tarafından aksiyon seviyesi 15 µg/L olarak belirlenmiştir. Bu eşik üzerindeki maruziyetin özellikle çocuklar için gelişimsel riskler doğurduğu vurgulanmaktadır. Derlemede, bu kirleticilerin kırsal bölgelerdeki küçük ölçekli su sistemlerinde, altyapısı yetersiz yerel topluluklarda ve iklim değişikliğine karşı kırılgan bölgelerde daha yüksek oranlarda tespit edildiği ortaya konmuştur. Sağlık risklerini azaltmak ve su güvenliğini sağlamak için, yaşlanan su altyapısının yenilenmesi, düzenleyici eşitsizliklerin giderilmesi, küçük ölçekli sistemler için teknik ve finansal destek sağlanması, ve maruziyet eşik değerlerinin güncellenmesi önerilmektedir. Bu kapsamda, su kalitesinin izlenmesine ilişkin ulusal denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi ve maruziyet sınırlarının toksikolojik verilere dayalı olarak daha sıkı hale getirilmesi, halk sağlığı açısından kritik görülmektedir.

Devegeçidi Baraj Gölü ve ona bağlı akarsular üzerinde yürütülen geniş çaplı analizlerde, su kalitesi ile birlikte balıkların kas dokularındaki ağır metal birikimleri de incelenmiştir. Bazı dönemlerde fosfat, bulanıklık ve amonyum düzeylerinin İTASHY standartlarını aştığı, özellikle siraz ve kefal balıklarında kadmiyum düzeylerinin yasal sınırları geçtiği rapor edilmiştir. Bulgular, özellikle balık tüketimi yoluyla ağır metal maruziyeti açısından halk sağlığı riskine dikkat çekmektedir (Kaya, 2023).

Zhang vd. (2023), Çin'in çeşitli bölgelerindeki su kaynaklarındaki ağır metal kirliliği incelemiştir. Çalışmada su kalitesini etkileyen ağır metal kirleticileri ve bunların sağlık üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Kullanılan analizler arasında fiziksel ve kimyasal analizler yer almaktadır. Bu analizler, suyun pH değeri, sıcaklık, çözünmüş oksijen, biyokimyasal oksijen ihtiyacı, kimyasal oksijen ihtiyacı gibi temel su parametrelerini kapsamaktadır. Ayrıca, ağır metal kontaminasyonu tespiti için su örneklerinde Krom, Kadmiyum, Kurşun, Arsenik, Cıva, Nikel, ve Bakır gibi ağır metallerin analizleri yapılmıştır. İçme suyu standartları açısından, araştırma, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından belirlenen içme suyu kalitesi kriterlerine atıfta bulunmaktadır. Bulgulara göre, ağır metal kirliliği belirli su kaynaklarında içme suyu standartlarını aşmakta ve suyun insan tüketimi için uygun olmadığını ortaya koymaktadır.

Emek (2023) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Aydın ili Efeler ilçesinde içme suyu amacıyla kullanılan çeşme sularındaki bazı ağır metallerin düzeyleri belirlenmiş ve halk sağlığı açısından değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında, ilçeye bağlı 9 mahalleden toplam 63 adet su örneği EPA 200.8 metoduna uygun şekilde toplanarak, bor, kadmiyum, krom, kobalt, bakır, çinko, kurşun, demir, molibden, nikel, manganez, baryum, sodyum, alüminyum, stronsiyum, uranyum ve vanadyum olmak üzere toplam 18 ağır metalin konsantrasyonları tespit edilmiş; elde edilen veriler ulusal ve uluslararası içme suyu kalite standartları ile karşılaştırılmıştır. Bulgular, genel olarak analiz edilen metallerin büyük çoğunluğunun kabul edilebilir sınırlar içerisinde olduğunu göstermiştir. Ancak mahalleler arasında özellikle arsenik, nikel ve vanadyum düzeylerinde istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar gözlenmiş; bu durumun su dağıtım sistemlerinde kullanılan ekipmanlardaki korozyon kaynaklı salınımlardan kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Çalışma, içme suyu kalitesinin sürekli izlenmesi ve yerel su altyapısının iyileştirilmesi konularında karar vericilere önemli veriler sunmaktadır.

Savaştürk (2023) tarafından yürütülen çalışmada, Kırklareli ilinde hem içme hem de sulama amacıyla kullanılan Kayalıköy Barajı'nda su kalitesi değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, baraj üzerinde beş farklı örnekleme noktası belirlenmiş ve 2021–2022 yılları arasında mevsimsel periyotlarla su numuneleri toplanmıştır. Toplanan örneklerde; pH, çözünmüş oksijen, iletkenlik, bulanıklık ve organik madde gibi temel fizikokimyasal parametrelerin yanı sıra, azot ve fosfor gibi besin elementleri ile kadmiyum, kurşun, alüminyum, krom, bakır, demir ve manganez olmak üzere toplam yedi ağır metal analiz edilmiştir. Araştırmadan elde edilen bulgular, ağır metallerin ve diğer parametrelerin ölçülen değerlerinin genel olarak içme suyu kalite standartlarıyla uyumlu olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle, ağır metal düzeylerinin çevresel ve halk sağlığı açısından kabul edilebilir sınırlar içinde bulunması, bölgenin su kaynaklarının korunmuşluğunu ve sürdürülebilir kullanım potansiyelini göstermektedir. Çalışma, Kayalıköy Barajı'nın su kalitesine ilişkin mevsimsel ve mekânsal değişimleri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirerek, hem çevresel hem de halk sağlığı perspektifinden önemli bilimsel veriler sunmaktadır.

Catherine vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada, Uganda'nın güneybatısında yer alan Mbarara şehrinde yaşayan toplulukların içme suyu kalitesi ve güvenliği konusundaki algıları ve uygulamaları incelenmiştir. Nitel araştırma yöntemleriyle gerçekleştirilen çalışmada, odak grup görüşmeleri ve kilit paydaşlarla yapılan derinlemesine mülakatlar yoluyla veri toplanmıştır. Topluluk üyeleri, içme suyunun genellikle kirli ve yetersiz olduğunu ifade etmiş; bu durumun temel nedenleri olarak yetersiz altyapı, kötü atık yönetimi, siyasal müdahaleler, hızlı nüfus artışı ve doğal kaynakların ortak kullanımı gösterilmiştir. Katılımcılar tarafından, su arıtma uygulamalarının yaygınlaştırılması, toplumsal farkındalık çalışmalarının artırılması ve yerel yönetimlerin su yönetiminde daha etkin olması gerektiği vurgulanmıştır. Çalışma, güvenli içme suyuna erişimle ilgili toplumsal algıların ve davranışların değerlendirilmesinin, sürdürülebilir su yönetimi politikalarının geliştirilmesi açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

Abidine (2024) çalışmasında, Çankırı Merkez ilçesinde belirlenen on farklı noktadan farklı zamanlarda toplanan içme suyu örnekleri üzerinden su kalitesi ve potansiyel sağlık risklerini kapsamlı şekilde değerlendirmiştir. Analizler sonucunda, özellikle arsenik, cıva ve nikel düzeylerinin hem Türkiye hem de (WHO) tarafından belirlenen ve izin verilen limitlerin üzerinde olduğu saptanmıştır. Fizikokimyasal

parametrelere dayalı analizine göre, genel su kalitesi "iyi" olarak değerlendirilse de, ağır metaller baz alınarak yapılan hesaplamalarda su kalitesinin "düşük" ya da "çok düşük" seviyede olduğu ortaya konmuştur. Sağlık risk değerlendirmesinde, arsenik ve cıva için hesaplanan oral ve dermal maruziyet tehlike katsayısı ve toplam tehlike indeksi değerlerinin birin üzerinde olduğu bulunmuş; bu da önemli bir sağlık riski taşıdığını göstermiştir. Ayrıca, karsinojenik risk analizleri arsenik, toplam PAH'lar ve trihalometanların risk değerlerinin 10^{-5} 'in üzerinde olduğunu ortaya koyarak, içme suyu tüketimi yoluyla insan sağlığı üzerinde ciddi tehditler oluşturabileceğini göstermiştir. Elde edilen bulgular, yetkililerin içme suyu arıtım stratejilerini gözden geçirmesi ve tüketici güvenliğini sağlamak için acil önlemler alması gerektiğine işaret etmektedir. Çankırı Merkez ilçesindeki içme suyu kaynakları çeşitli kimyasal ve mikrobiyolojik parametreler açısından değerlendirilmiştir. Farklı zamanlarda toplanan su örneklerinde pH, iletkenlik, alüminyum, demir ve amonyum gibi göstergelerin yanı sıra koliform bakteriler de analiz edilmiştir. Özellikle yaz aylarında bazı örneklerde TS266 ve WHO/EPA standartlarını aşan değerlere rastlanmıştır; bu durum su dağıtım sistemindeki problemlerle ve çevresel faktörlerle ilişkilendirilmiştir. Çalışma, içme suyu güvenliği açısından alınması gereken önlemlere dikkat çekmektedir.

Çetinkaya Gogolar (2024), Kırklareli ilinde içme ve sulama amacıyla kullanılan Armağanköy Barajı'nın su kalitesini ayrıntılı şekilde değerlendirmiştir. Çalışmada baraj çevresindeki dört farklı noktadan ve su kaynağı olan Burgazcık Deresi üzerinde bir istasyondan, 2021-2022 yılları arasında dört mevsimi kapsayacak şekilde su numuneleri toplanmıştır. Yapılan analizler sonucunda, suyun pH değerlerinin stabil olduğu, çözülmüş oksijen seviyelerinin yüksek bulunduğu ve iletkenlik ile bulanıklık düzeylerinin içme suyu standartlarıyla uyumlu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, su örneklerinde Cd, Al, Cu, Ni ve Pb gibi ağır metallerin tespit edilen konsantrasyonlarının, ulusal ve uluslararası içme suyu sınır değerlerinin oldukça altında olduğu saptanmıştır. Tüm bu veriler, Armağanköy Barajı suyunun yüksek kaliteli ve içme suyu kullanımına uygun olduğunu güçlü bir şekilde ortaya koymuştur. Bulgular, bölgenin su kaynağının hem kimyasal hem de ağır metal kirliliği açısından güvenilir olduğunu net bir şekilde göstermektedir.

Khodadadi vd. (2024), tarafından gerçekleştirilen çalışmada, İran'daki bir kromit madeni yakınında bulunan içme suyu kaynaklarının kalitesi değerlendirilmiştir. Analizler

sonucunda, bölgedeki içme suyu örneklerinde krom, kurşun, kadmium ve nikel gibi ağır metallerin yüksek konsantrasyonlarda bulunduğu belirlenmiştir. Bu durumun, madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel kirlilikle doğrudan ilişkili olduğu saptanmıştır. Bulgular, madencilik faaliyetlerinin yerel su kaynaklarının ağır metal yükünü artırdığını ve içme suyu güvenliği açısından ciddi riskler oluşturduğunu açıkça ortaya koymuştur.

Wei vd. (2024) tarafından yürütülen çalışmada, yerleşim alanlarında kullanılan ikincil su temin sistemlerinin içme suyu kalitesi üzerindeki etkileri ve buna bağlı sağlık riskleri değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında mevsimsel olarak 121 su örneği toplanmış ve fiziksel ile kimyasal parametreler analiz edilmiştir. Kimyasal parametreler arasında özellikle arsenik, nitrat, sülfat, ve pH değeri yer almıştır. Sonuçlara göre, yaz aylarında su kalitesinin belirgin şekilde bozulduğu ve özellikle küçük çocuklar için arsenik maruziyetine bağlı olarak artan kanserojen riskin ($7.63 \times 10^{-5} \pm 3.29 \times 10^{-6}$) dikkate değer olduğu bulunmuştur. Çalışma, ikincil sistemlerde suyun uzun süre beklemesi, yetersiz dezenfeksiyon ve altyapı eksikliklerinin su güvenliği açısından ciddi sorunlar yaratabileceğini göstermektedir.

Katili vd. (2023) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Endonezya'nın kırsal bir bölgesinde içme suyu kalitesinin değerlendirilmesi ve olası sağlık risklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada, yerel su kaynaklarından alınan örnekler üzerinde fiziksel ve kimyasal analizler yapılmıştır. Kimyasal analizler kapsamında, suyun içerisindeki çözünmüş katı maddeler, pH, sertlik, nitrat, amonyum ve fosfat seviyeleri ölçülmüştür. Sonuçlar, bazı örneklerde bu kimyasal parametrelerin ulusal ve uluslararası içme suyu standartlarını aştığını göstermiştir. Özellikle yüksek seviyelerde nitrat ve amonyum tespit edilmesi, suyun doğrudan tüketiminin sağlık açısından risk oluşturabileceğini ortaya koymuştur. Araştırmacılar, suyun arıtılmadan kullanılmasının ishal, tifo gibi su kaynaklı hastalıklarla bağlantılı olabileceğini belirtmiş; yerel halkın hijyen eğitimi ve su arıtma teknolojilerine erişiminin artırılması gerektiğini vurgulamıştır. Çalışma, kırsal alanlarda sürdürülebilir içme suyu güvenliği için izleme ve eğitim faaliyetlerinin önemine dikkat çekmektedir.

Singh ve Tiwari (2023) tarafından yapılan derleme çalışmasında, içme suyunun kalitesinin insan sağlığı üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Araştırmada; fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik parametrelerin su kalitesine etkisi değerlendirilmiş, yetersiz sanitasyon ve arıtma sistemlerinin gelişmekte olan ülkelerde su

kaynaklı hastalıkların başlıca nedenlerinden biri olduğu vurgulanmıştır. Özellikle patojen mikroorganizmalar, ağır metaller (kurşun, cıva, arsenik) ve pestisitler, kimyasal maddeler içme suyunda bulunduğunda; ishal, tifo, kolera ve uzun vadede kanser gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca, fosfatlar, nitratlar, klorürler ve organik kirleticiler gibi diğer kimyasalların da içme suyunda bulunmasının, su kaynaklarının kirlenmesine ve çevresel sağlığı tehdit etmesine neden olabileceği belirtilmiştir. Çalışma ayrıca, güvenli içme suyuna erişimin artırılması, modern arıtma teknolojilerinin kullanılması ve su kalitesinin düzenli olarak izlenmesinin halk sağlığını korumada kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

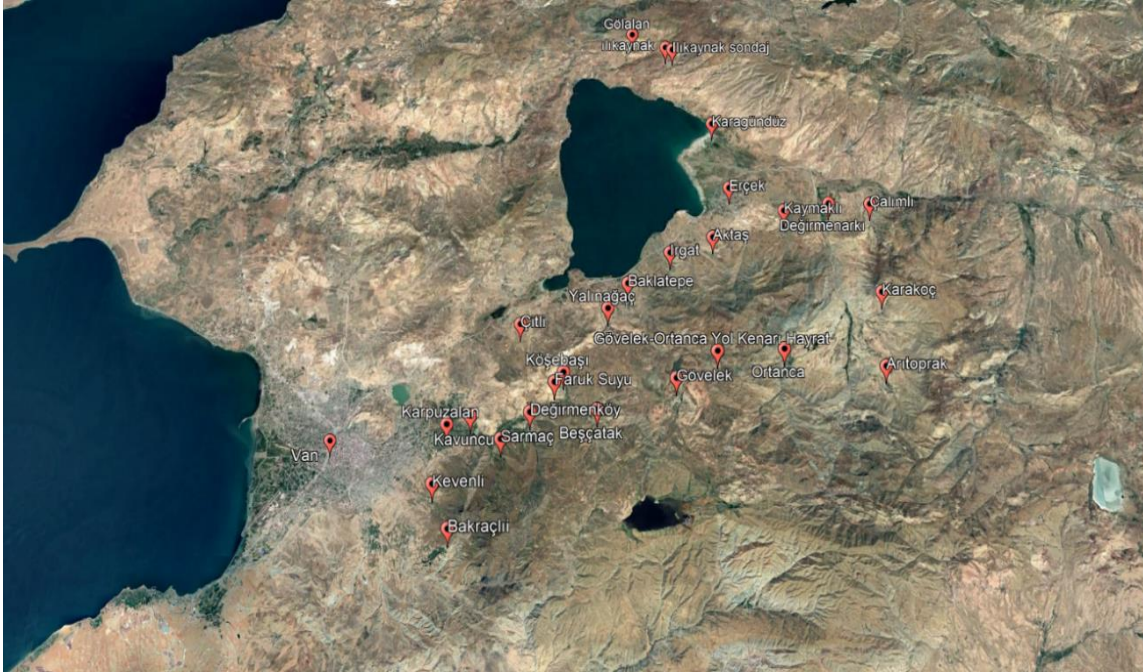


3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Çalışma Alanı

Bu çalışma, Van ilinin İpekyolu ilçesi sınırları içerisinde yer alan Kevenli, Bakraçlı, Karpuzalanı, Sarmaç, Değirmenköyü, Beşçatak, Köşebaşı, Gövelek, Ortanca, Arıtoprak, Karakoç, Değirmenarkı, Çitli, Baklatepe, İrgatlı, Aktaş, Erçek, Karagündüz, Gölalan, Ilıkaynak, Kaymaklı ve Çalimli mahallelerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma, 22 mahallede belirlenen 25 farklı lokasyonu kapsamaktadır. Bu alanların toplam yüzölçümü yaklaşık 767 km² olup, bu bölgelerdeki nüfus 25651 kişiye ulaşmaktadır (Anonim 2025). Araştırma, 2024 yılı Mart ayında gerçekleştirilmiş ve seçilen mahallelerde çeşitli su örnekleri alınmıştır.

Çalışma kapsamında, belirtilen mahallelerdeki cami çeşmesi, köy çeşmesi ve evlerde bulunan çeşme sularından numuneler toplanmıştır. Ayrıca, çalışma alanı içerisinde yer alan Ilıkaynak Mahallesi'nde bulunan sondaj suyu, Gövelek-Ortanca yol kenarındaki su hayratı ve Beşçatak yolu kenarında halk arasında "Faruk Suyu" olarak bilinen maden suyu gibi özel su kaynaklarından da örnekler alınmıştır. Belirlenen lokasyonlarda toplam 25 numune alınmıştır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Su örneği alınan bölgelerin haritadaki yerleri (Google Earth, 2025)

3.2 Numune Alımı ve Muhafazası

Numune toplama işlemi için 1 litrelik HDPE (Yüksek Yoğunluklu Polietilen) su numune şişeleri tercih edilmiştir. Bu şişeler kimyasal etkileşimlere karşı dayanıklı olup, su numunelerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini koruması açısından uygun bulunmuştur. Numune şişelerinin yüzey temizliği güvenilir numune alımını sağlamak amacıyla titizlikle gerçekleştirilmiştir. Örnekleme sırasında, numune şişeleri örnek alınan su ile birkaç kez çalkalanarak kontaminasyon riski en aza indirgenmiştir. Numune alımı, şişeden taşma sağlanacak şekilde gerçekleştirilmiş ve şişelerin ağzı hava almayacak şekilde atmosferik etkenleri önlemek amacıyla sıkıca kapatılmıştır.

Toplanan numuneler, analiz yapılmaya kadar 24 saat boyunca Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Kirliliği ve Kalitesi Laboratuvarı'ndaki buzdolabında +4°C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Bu kontrollü saklama koşulları, su numunelerinin fiziksel ve kimyasal bileşiminde herhangi bir değişiklik meydana gelmesini önlemek ve güvenilir analiz sonuçları elde etmek amacıyla uygulanmıştır.

3.3 pH, Sıcaklık, Çözünmüş Oksijen, Oksijen Doygunluğu (%), Tuzluluk, İletkenlik ve TDS Ölçümü

Şişeleme işlemi yapılmadan önce, belirlenen lokasyonlardaki su kaynaklarından yerinde gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla HACH HQ 40D (Şekil3.2) cihazı kullanılarak pH, sıcaklık, çözünmüş oksijen, oksijen doygunluğu (%DO), iletkenlik ve TDS miktarı ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Toplanan numuneler, analiz sürecine kadar Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Kirliliği ve Kalitesi Laboratuvarı'ndaki buzdolabında +4°C sıcaklıkta 24 saat boyunca muhafaza edilmiştir. Bu kontrollü saklama koşulları, su numunelerinin fiziksel ve kimyasal bileşiminde herhangi bir değişiklik meydana gelmesini önlemek ve güvenilir analiz sonuçları elde etmek amacıyla uygulanmıştır.

3.4. Bulanıklık Miktarının Ölçülmesi

Bulanıklık ölçümleri HACH 2100Q marka portatif Türbidimetre cihazı kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.3). Ölçüm işlemleri sırasında, Türbidimetre cihazının numune kabı saf su ile özenle çalkalanmış, böylece ölçümlerin doğruluğunu etkileyebilecek olası kirleticiler giderilmiştir. Tüm analiz süreci boyunca kontaminasyonu önlemek ve hijyenik koşulları sağlamak amacıyla lateks eldiven kullanılmıştır. Elde edilen ölçüm sonuçları, uluslararası standartlara uygun olarak NTU (Nephelometrik Bulanıklık Birimi) cinsinden ifade edilmiştir.



Şekil 3.2 Arazi tipi multimetre cihazı HACH HQ 40D



Şekil 3.3 HACH 2100Q marka turbidimetre cihazı

3.5 Sudaki Ağır Metal Miktarının Ölçülmesi

Su kaynaklarından elde edilen numunelerin ağır metal analizleri kapsamında Gümüş, Alüminyum, Arsenik, Bakır, Krom, Kobalt, Demir, Potasyum, Mangan, Molibden, Nikel, Kurşun ve Çinko elementlerinin ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Ağır metal analizleri, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Bu analizlerde, Thermo Scientific (model: X II Series) İndüktif Eşleşmiş Plazma (ICP) ve Kütle Spektrofotometresi (MS) cihazları kullanılmıştır. Numunedeki elementler, ICP cihazında iyonlaştırıldıktan sonra Kütle Spektroskopisi (MS) cihazına yönlendirilmiş, burada kütle/yük (M/z) oranlarına göre ayrıştırılarak ppb (parts per billion) düzeyinde ölçüm yapılmıştır. Tüm ölçümler, Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvar personeli tarafından gerçekleştirilmiş olup, elde edilen veriler ppb biriminde tablolar halinde raporlanarak sunulmuştur.

4. BULGULAR

4.1 Su Alınan Kaynaklarda Yapılan Gözlemler

2024 yılı Mart ayında, İpekyolu ilçesindeki 22 mahallede gerçekleştirilen su numunesi alım çalışmalarında, (Şekil 4.1 ve Şekil 4.2) su kaynaklarının bölgedeki yerleşik halkın ihtiyaçlarını karşılayacak yeterlilikte olmadığı gözlemlenmiştir. Çeşitli mahallelerde, suyun yalnızca günde bir saat süreyle sağlandığı tespit edilmiştir. Bu durum özellikle suya erişimin kısıtlı olduğu mahallelerde, halkın günlük yaşamını olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun yanı sıra, bazı mahallelerdeki su kaynaklarının yerleşim alanlarından uzak, yol kenarlarına ve hayvan barınaklarına yakın konumlandığı gözlemlenmiştir. Bu tür konumlar, suyun kirlenme riskini artırmakta ve su kalitesinin olumsuz etkilenmesine yol açabilmektedir.



Şekil 4.1 Çeşitli örnekleme noktalarından su numunelerinin alınması



Şekil 4.2 Çeşitli örnekleme noktalarından su numunelerinin alınması

4.2 Arazide Yapılan Ölçüm Sonuçları

Bu araştırma kapsamında, Van ili İpekyolu ilçesinde yer alan farklı mahallelerden toplanan su örneklerinde, arazi koşullarında yerinde ölçümler gerçekleştirilmiştir. Ölçümler, taşınabilir cihazlar kullanılarak suyun fiziksel ve kimyasal bazı temel özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Bu bağlamda, pH, DO, EC, %DO, tuzluluk, TDS, sıcaklık ve bulanıklık parametreleri değerlendirilmiştir. Ölçüm sonuçları aşağıda her bir parametre için ayrı ayrı sunulmuş ve yorumlanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Arazide gerçekleştirilen yerinde ölçüm sonuçları

Kaynak	pH	°C	DO	EC	%OD	Salt	TDS	NTU
Kevenli	8.37	3.00	7.40	263	56.80	0.12	0.13	0.62
Bakraçlı	7.83	7.30	8.90	720	75.5	0.39	3.58	0.57
Karpuzalanı	7.71	10.40	73.40	794	7.80	0.44	395	0.18
Sarmaç	8.23	8.20	8.80	191	74.00	0.09	63.30	0.16
Değirmen Köyü	8.15	6.70	99.00	157	11.10	0.07	79.90	0.46
Faruksuyu	6.10	10.60	1.40	4.68	11.40	2.57	2.30	44.30
Köşebaş	8.30	4.80	10.00	219	78.30	0.11	108	0.22
Beşçatak	7.84	5.20	66.80	586	7.40	0.20	186	0.30
Gövelek	7.93	5.90	9.50	396	74.50	0.21	199	0.35
Gövelek-ortanca yol	7.89	9.60	82.90	228	9.50	0.12	110	0.33
Ortanca	7.94	7.30	9.90	247	81.50	0.13	118	0.33
Arıtoprak	7.95	4.80	10.50	299	81.40	0.15	150	0.86
Karakoç	7.71	4.70	2.20	679	13.60	0.37	339	0.19
Değirmenarkı	7.84	3.60	8.40	622	64.20	0.34	313	1.14
Çitli	7.71	4.70	8.00	857	6.10	0.48	428	0.55
Baklatepe	8.34	6.50	128	266	100.70	0.14	133	0.24
Irgath	8.30	7.90	8.10	199	65.10	0.09	92.00	0.12
Aktaş	7.79	5.40	10.10	217	79.50	0.11	109	0.33
Erçek (Camii)	7.85	5.90	9.00	470	6.90	0.24	238	0.16
Karagündüz Okulu	8.10	8.30	10.80	313	89.90	0.16	156	0.25
Gölalan	7.60	7.40	8.00	561	6.66	0.30	282	0.23
Ilıkaynak Mahallesi Sondaj	7.66	9.20	8.80	989	73.90	0.54	495	0.28
Ilıkaynak Mahallesi Şebeke	7.47	5.90	9.40	983	71.10	0.54	494	1.15
Kaymaklı	8.17	6.80	10.30	275	84.50	0.14	138	1.04
Çalıklı Mahallesi	7.93	5.80	10.00	399	85.70	0.21	199	0.45

4.2.1 pH Değerleri

Yapılan arazi ölçümlerinde pH değerlerinin kaynaklar arasında farklılık gösterdiği belirlenmiştir. En düşük pH değeri 6.10 ile Faruksuyu kaynağında ölçülmüştür. Bu değer, suyun hafif asidik bir özelliğe sahip olduğunu göstermektedir. En yüksek pH değeri ise

8.37 olarak Kevenli kaynağında tespit edilmiştir. Bu durum, Kevenli kaynağındaki suyun hafif bazik karakter taşıdığını ortaya koymaktadır (Çizelge 4.1).

4.2.2 Çözünmüş Oksijen Değerleri

Çözünmüş oksijen seviyeleri, su ekosistemlerinin sağlığı açısından kritik bir parametredir. Arazi ölçümlerinde en düşük çözünmüş oksijen değeri 1.4 mg/L ile Faruksuyu kaynağında tespit edilmiştir. Bu değer, suyun oksijen açısından oldukça fakir olduğunu göstermektedir. En yüksek çözünmüş oksijen değeri ise 128 mg/L ile Baklatepe kaynağında ölçülmüş olup, bu kaynakta suyun oksijen açısından zengin olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.1).

4.2.3 İletkenlik Değerleri

Su numunelerinin elektriksel iletkenlik değerleri, sudaki iyonik yük yoğunluğunu göstermektedir. En düşük elektriksel iletkenlik değeri 4.68 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Faruksuyu kaynağında, en yüksek değer ise 989 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile Ilıkaynak Mahallesi Sondaj kaynağında ölçülmüştür. Bu sonuçlar, Faruksuyu kaynağında suyun iyon yükü bakımından çok düşük olduğunu, Ilıkaynak Mahallesi Sondaj kaynağında ise iyonik yükün oldukça yüksek olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.1).

4.2.4 Oksijen Doygunluğu

Suyun oksijen doygunluk oranı, su ekosistemlerinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir. En düşük doygunluk oranı %6.10 ile Çitli kaynağında kaydedilmiştir. En yüksek doygunluk oranı ise %100.7 ile Baklatepe kaynağında belirlenmiş ve bu kaynakta oksijen doygunluğunun ideal seviyede olduğu görülmüştür (Çizelge 4.1).

4.2.5 Tuzluluk Değerleri

Tuzluluk oranı, suyun tarımda ve içme suyu olarak kullanım potansiyelini etkileyen bir parametredir. Yapılan ölçümlerde en düşük tuzluluk değeri 0.07 (‰) birim

ile Değirmen Köyü kaynağında, en yüksek tuzluluk değeri ise 2.57 (‰) birim ile Faruksuyu kaynağında saptanmıştır (Çizelge 4.1).

4.2.6 Toplam Çözünmüş Madde Değerleri

TDS değerleri suyun mineral ve diğer çözünmüş madde içeriklerini ifade etmektedir. Arazi ölçümlerinde en düşük TDS değeri 0.13 g/L ile Kevenli kaynağında ölçülmüş, en yüksek TDS değeri ise 495 g/L ile Ilıkaynak Mahallesi Sondaj kaynağında belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

4.2.7 Sıcaklık Değerleri

Sıcaklık, suyun organik madde yükü hakkında bilgi verir. Yapılan analizlerde en düşük sıcaklık 3.0 °C ile Kevenli kaynağında, en yüksek değer ise 10.6 °C ile Faruksuyu kaynağında tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

4.2.8 Bulanıklık Değerleri

Bulanıklık, sudaki askıdaki katı maddelerin miktarını gösteren önemli bir parametredir. Ölçümler sonucunda en düşük bulanıklık değeri 0.12 NTU ile Irgatlı kaynağında, en yüksek bulanıklık değeri ise 44.3 NTU ile Faruksuyu kaynağında ölçülmüştür (Çizelge 4.1).

4.3 Laboratuvarda Yapılan Ölçümlerin Sunuçları

Bu araştırma, Van ilinin İpekyolu ilçesi sınırları içerisinde yer alan Kevenli, Bakraçlı, Karpuzalanı, Sarmaç, Değirmenköyü, Beşçatak, Köşebaşı, Gövelek, Ortanca, Arıtoprak, Karakoç, Değirmenarkı, Çitli, Baklatepe, Irgatlı, Aktaş, Erçek, Karagündüz, Gölalan, Ilıkaynak, Kaymaklı ve Çalimli mahallelerinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında, 22 mahallede belirlenen 25 farklı lokasyondan toplanan su örneklerinde ağır metal ve element analizleri yapılmıştır. Tüm analizler, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilim Uygulama ve Araştırma Merkezi Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada; gümüş, alüminyum, arsenik, kobalt, krom, bakır, demir, potasyum, mangan, molibden, nikel, kurşun, çinko, siyanür ve florür olmak üzere toplam 15 elementin konsantrasyonları ölçülmüştür. Elde edilen veriler, örnekleme yapılan lokasyonlara göre tablo halinde sunulmuş ve değerlendirilmiştir. (Çizelge 4.2).

4.3.1 Gümüş

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, gümüş konsantrasyonu kaynaklar arasında değişkenlik göstermiştir. En düşük Ag değeri 0 mg/L ile Bakraçlı, Köşebaşı, Gövelek, Ortanca, Karakoç, Aktaş ve Çalımlı mahallerinde ki kaynakda tespit edilirken, en yüksek değer 0.041 mg/L ile Ilıkkaynak Mahallesi Şebeke kaynağında ölçülmüştür (Çizelge 4.2).

4.3.2 Alüminyum

Alüminyum 0 mg/L ile Beşçatak kaynağında en düşük seviyede bulunurken, 4.245 mg/L değeri ile Erçek Camii kaynağında en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Bu sonuçlar bazı kaynaklarda alüminyum düzeylerinin dikkate değer şekilde arttığını göstermektedir (Çizelge 4.2).

4.3.3 Arsenik

Arsenik analizleri sonucunda, 0.002mg/L ile Kevenli, 0.538mg/L (Faruk suyu) ile Ortanca mahallelerinde olup, en yüksek değer ise 0.538 mg/L ile Faruksuyu kaynağında tespit edilmiştir. Faruksuyu kaynağındaki arsenik konsantrasyonunun, içme suyu standartlarının üzerinde olduğu gözlemlenmiştir. Diğer su kaynaklarında arsenic 0 mg/L çıkmıştır (Çizelge 4.2).

4.3.4 Kobalt

Kobalt parametresi değerlendirildiğinde, konsantrasyonların oldukça düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir. En düşük değer 0.001 mg/L ile birçok kaynakta, en yüksek değer ise 0.005 mg/L ile Kevenli kaynağında kaydedilmiştir (Çizelge 4.2)

4.3.5 Krom

Krom konsantrasyonları kaynaklar arasında hafif değişkenlik göstermiştir. En düşük Cr değeri 0.002 mg/L ile Karpuzalanı, Karakoç ve Ilıkkaynak Mahallesi Sondaj kaynaklarında ölçülürken, en yüksek değer 0.018 mg/L ile Erçek Camii kaynağında bulunmuştur (Çizelge 4.2).

4.3.6 Bakır

Bakır konsantrasyonları incelendiğinde, en düşük değer 0 mg/L ile bir çok kaynakta, en yüksek değer ise 0.015 mg/L ile Kevenli kaynağında belirlenmiştir. Bu durum, su kaynaklarında bakır varlığının genel olarak düşük seviyelerde olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.2).

4.3.7 Demir

Demir analizlerinde, en düşük konsantrasyon 0 mg/L ile bir çok kaynakta en yüksek konsantrasyon ise 0.169 mg/L ile Faruksuyu kaynağında saptanmıştır. Özellikle Faruksuyu kaynağındaki demir düzeyi, diğer kaynaklarla karşılaştırıldığında belirgin bir artış göstermektedir (Çizelge 4.2).

4.3.8 Potasyum

Potasyum konsantrasyonunu düşük 0 mg/L (aktaş kaynağı) ile en yüksek 22.72 mg/L (Faruksuyu kaynağı) arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2).

4.3.9 Manganez

Manganez değerleri en düşük 0 mg/L (birçok kaynak) ile en yüksek 0.647 mg/L (Faruksuyu kaynağı) arasında ölçülmüştür. Faruksuyu kaynağındaki yüksek mangan konsantrasyonu dikkat çekicidir (Çizelge 4.2).

4.3.10 Molibden

Molibden konsantrasyonları genel olarak düşük bulunmuş olup, en düşük değer 0 mg/L (Birçok kaynakta), en yüksek değer ise 0.017 mg/L (Kevenli kaynağında) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.5.11 Nikel

Tüm örneklerde yapılan ölçümlerde nikel tespit edilememiştir. Bu nedenle Çizelge 4.2' de yer almamıştır.

4.3.12 Kurşun

Kurşun konsantrasyonları arasında ciddi farklılıklar gözlenmiştir. En düşük değer 0.014 mg/L ile Değirmen Köy kaynağında, en yüksek değer 0.124 mg/L ile Faruksuyu kaynağında bulunmuştur. (Çizelge 4.2).

4.3.13 Çinko

Çinko analiz sonuçlarına göre, en düşük değer 0.001 mg/L ile birçok kaynakta, en yüksek değer ise 0.012 mg/L ile Baklatepe kaynağında tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.3.14 Siyanür

Siyanür konsantrasyonları kaynaklar arasında değişiklik göstermiştir. En düşük CN değeri 0.001 mg/L ile birçok kaynakta, en yüksek değer 0.190 mg/L ile Faruksuyu kaynağında belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

4.3.15 Florür

Florür konsantrasyonu 0 mg/L (birçok kaynak) ile 0.72 mg/L (Bakraçlı kaynağı) arasında değişmiştir. (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Su Numunelerinde laboratuvar Analiz Sonuçları (mg/L)

Kaynak	Ag	Al	As	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mn	Mo	Pb	Zn	CN	F
Kevenli	0.025	2.653	0.002	0.005	0.014	0.015	0.036	0.797	0.009	0.017	0.024	0.006	0.001	0.170
Bakraçlı	0	1.754	0	0.002	0.020	0.011	0.008	8.923	0.001	0.012	0.026	0.007	0.005	0.720
Karpuzalanı	0.008	0.221	0	0.001	0.002	0	0.009	2.749	0.001	0.004	0.042	0.004	0.004	0.380
Sarmaç	0.017	2.915	0	0.001	0.007	0	0.013	0.144	0	0.001	0.015	0.001	0.001	0
Değirmen Köy	0.001	1.827	0	0.001	0	0	0.009	0.267	0	0.002	0.014	0.002	0.003	0
Faruksuyu	0.022	2.208	0.538	0.001	0.004	0	0.169	22.72	0.647	0	0.124	0.002	0.190	0.550
Köşebaş	0	0.582	0	0.001	0	0	0.015	1.033	0.002	0.002	0.021	0.001	0.003	0
Beşçatak	0.001	0	0	0.001	0	0	0.005	1.933	0.002	0.003	0.033	0.002	0.002	0.410
Gövelek	0	0.778	0	0.001	0	0.006	0.026	0.885	0	0	0.024	0.001	0.001	0.300
Gövelek-ortanca yol	0.024	0.905	0	0.002	0	0	0.007	0.304	0	0.002	0.024	0.001	0.001	0
Ortanca	0	1.935	0.001	0.001	0.004	0	0.001	0.3335	0	0	0.018	0.002	0.001	0
Arıtoprak	0.009	1.692	0	0.001	0.005	0	0	0.3294	0	0	0.023	0.001	0.004	0
Karakoç	0	1.097	0	0.002	0.002	0.005	0.01	3.013	0	0.001	0.027	0.001	0.006	0.15
Değirmenarkı	0.012	0.897	0	0.001	0	0	0.013	2.843	0.001	0.001	0.027	0.001	0.002	0.00
Çitli	0	3.434	0	0.001	0.003	0.004	0.024	2.459	0	0	0.064	0.001	0.003	0.59
Baklatepe	0.013	1.650	0	0.001	0.010	0	0.006	0.469	0	0.001	0.03	0.012	0.001	0.28
Irgatlı	0	2.058	0	0.001	0.006	0	0.016	1.021	0	0	0.034	0.001	0.005	0.00
Aktaş	0	1.343	0	0.001	0.013	0.008	0.02	0	0.001	0	0.022	0.001	0.002	0.00
Erçek (Camii)	0.013	4.245	0	0.002	0.018	0.005	0.023	2.918	0	0	0.047	0.001	0.003	0.00
Karagündüz Okulu	0.024	1.343	0	0.002	0.004	0	0.007	0.834	0	0	0.076	0.001	0.002	0.17
Gölalan	0.016	2.400	0	0.002	0	0.007	0.006	9.22	0	0	0.071	0.001	0.003	0.49
İlkaynak Sondaj	0.011	2.753	0	0.002	0.002	0	0.014	8.102	0	0.002	0.074	0.001	0.005	0.00
İlkaynak Mah Şebeke	0.041	2.815	0	0.001	0.010	0	0.025	7.741	0.002	0.001	0.068	0.001	0.006	0.38
Kaymaklı	0.004	2.173	0	0.002	0	0	0.018	0.360	0.002	0	0.042	0.002	0.003	0.04
Çalmlı Mah.	0	2.061	0	0.002	0	0.005	0.017	0.798	0.005	0.001	0.042	0.001	0.003	0.31

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırma kapsamında Van İli İpekyolu ilçesine bağlı kırsal mahallelerde içme suyu temininde kullanılan su kaynaklarının fiziksel ve kimyasal parametreleri incelenmiş, elde edilen veriler ulusal ve uluslararası standartlarla karşılaştırılarak su kalitesi değerlendirilmiştir. Bulgular, genel olarak pek çok kaynağın içme suyu standartlarını büyük oranda karşıladığını göstermiş olmakla birlikte, bazı kaynaklarda belirli parametrelerde sapmalar tespit edilmiştir. Bu bölümde, her bir parametre bazında elde edilen bulgular literatür destekli olarak tartışılmış, çalışmanın sonuçları doğrultusunda çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

5.1 Gümüş

Bu çalışmada analiz edilen su kaynaklarında gümüş konsantrasyonları 0.001-0.041 mg/L arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). TS266, WHO ve EPA gibi içme suyu standartlarında gümüş için belirli bir maksimum sınır değeri bulunmamakla birlikte, genellikle 0.1 mg/L'nin altında olması tavsiye edilmektedir

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında, Ghaderpoori vd. (2018) İran'da yaptıkları çalışmada içme suyu kaynaklarında Ag tespit edilmediğini raporlamışlardır. Benzer şekilde, Atıcı vd. (2016) Van-Erciş bölgesinde yürüttükleri çalışmada da gümüş tespitine rastlamamışlardır. Bu bağlamda, çalışmamızdan elde edilen düşük Ag konsantrasyonları literatürle paralellik göstermekte olup, bölgedeki içme suyu kaynaklarının gümüş açısından bir sağlık riski taşımadığı söylenebilir.

5.2 Alüminyum

İncelenen su örneklerinde Alüminyum konsantrasyonlarının 0-4.245 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.2). TS266 standardına göre içme suyundaki alüminyum konsantrasyonu maksimum 0.2 mg/L olmalıdır. Bu kapsamda, Erçek Camii ve Çitli gibi bazı su kaynaklarında alüminyum değerlerinin sınır değerlerin oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

Bölgedeki yüksek alüminyum seviyeleri halk sağlığı açısından önem arz etmekte olup, uzun dönemli tüketimin nörolojik etkiler (örneğin Alzheimer hastalığı) ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Chowdhury vd., 2016). Bu nedenle, ilgili kaynaklarda iyileştirme ve düzenli izleme çalışmalarının yapılması önerilmektedir.

5.3 Arsenik

Bu çalışmada analiz edilen su örneklerinde arsenik konsantrasyonları 0 ile 0.538 mg/L (Faruk Suyu) arasında değişmektedir (Çizelge 4.2.). Bu değerler, Türkiye'de geçerli olan İTASHY ve WHO tarafından belirlenen 0.01 mg/L'lik maksimum arsenik limitiyle karşılaştırıldığında, özellikle Faruk Suyu örneğinde ölçülen değer, bu sınırın oldukça üzerindedir ve potansiyel bir sağlık riski oluşturmaktadır (WHO, 2021).

Arsenik, doğada yaygın olarak bulunan ve özellikle jeotermal aktiviteler, madencilik faaliyetleri ve endüstriyel süreçler sonucunda su kaynaklarına karışabilen toksik bir elementtir. Uzun süreli arsenik maruziyeti, cilt lezyonları, hiperpigmentasyon, periferik nöropati, kardiyovasküler hastalıklar ve çeşitli kanser türleri gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (WHO, 2021). Özellikle içme suyundaki arsenik konsantrasyonlarının 0.01 mg/L'nin üzerinde olması, bu tür sağlık risklerini artırmaktadır.

Türkiye'de yapılan çeşitli çalışmalarda, arsenik kirliliğinin bölgesel farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Örneğin, Aksaray ilinde yapılan bir araştırmada, içme suyu kaynaklarında arsenik seviyelerinin 10 ila 50 µg/L arasında değiştiği ve bazı örneklerde bu değerlerin 50 µg/L'yi aştığı bildirilmiştir (Karaman vd., 2011). Benzer şekilde, Batı Anadolu'da yapılan bir incelemede, yeraltı sularında arsenik konsantrasyonlarının 20 ila 560 µg/L arasında değiştiği ve bu değerlerin ulusal ve uluslararası içme suyu standartlarının üzerinde olduğu belirlenmiştir (Smedley ve Kinniburgh, 2002).

Uluslararası düzeyde de arsenik kirliliği ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Bangladeş'te yapılan çalışmalar, yaklaşık 57 milyon insanın arsenik konsantrasyonu WHO'nun belirlediği 10 µg/L sınırının üzerinde olan yeraltı suyunu tükettiğini ortaya koymuştur (Smith vd., 2000). Bu durum, arsenik kirliliğinin küresel bir halk sağlığı sorunu olduğunu göstermektedir.

Van İpekyolu bölgesinde tespit edilen arsenik seviyeleri genel olarak güvenli sınırlar içinde olsa da, Faruk Suyu örneğinde ölçülen yüksek değer, bölgedeki su

kaynaklarının potansiyel kirlenme riskine işaret etmektedir. Bu durum, özellikle bölgede gelecekte artabilecek madencilik ve endüstriyel faaliyetler göz önüne alındığında, düzenli izleme ve önleyici tedbirlerin önemini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, çalışma alanındaki su kaynaklarında arsenik konsantrasyonlarının genel olarak güvenli seviyelerde olduğu görülmektedir. Ancak, belirli örneklerde tespit edilen yüksek değerler, potansiyel risklerin mevcut olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bölgedeki su kaynaklarının düzenli olarak izlenmesi ve arsenik kirliliğini önlemeye yönelik stratejilerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

5.4 Kobalt

Analiz sonuçlarına göre kobalt düzeyleri 0 ile 0.005 mg/L arasında değişiklik göstermiştir (Çizelge 4.2). ITASHY ve WHO standartlarında kobalt için belirli bir maksimum limit değeri bulunmamaktadır. Ancak bazı Avrupa ülkeleri ile EPA (Environmental Protection Agency) verilerine göre, içme sularında kobalt konsantrasyonu 0.01 mg/L sınır değeri olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda, elde edilen bulgular incelendiğinde tüm örneklerin söz konusu referans sınırın oldukça altında olduğu görülmektedir.

Literatürde yer alan araştırmalardan Luvhimbi vd. (2022), Güney Afrika'da gerçekleştirdikleri çalışmada kobalt düzeylerinin bazı örneklerde sınır değerleri aştığını ve bu durumun özellikle madencilik faaliyetlerine yakın bölgelerde yoğunlaştığını belirtmişlerdir. Nthunya vd. (2017) de benzer şekilde, Mpumalanga bölgesinde kobaltın yerel halk sağlığı açısından risk oluşturabilecek düzeyde olduğunu ifade etmiştir.

Bu çalışmada tespit edilen düşük kobalt seviyeleri, bölgedeki su kaynaklarının antropojenik kobalt kirliliğine maruz kalmadığını göstermektedir. Bununla birlikte, kobaltın özellikle kronik toksik etkilerinin uzun vadede biyolojik birikim yoluyla ortaya çıkabileceği göz önünde bulundurulmalı, bu parametrenin düzenli izlenmesi gereklidir (Chowdhury vd., 2016). Ayrıca, bölgedeki endüstriyel gelişmelerin olası etkilerini izleyebilmek için zaman içerisinde karşılaştırmalı analizlerin yapılması da büyük önem taşımaktadır.

5.5 Krom

Elde edilen verilere göre su örneklerinde krom konsantrasyonu 0 ile 0.020 mg/L arasında değişmiştir (Çizelge 4.3). ITASHY ve WHO tarafından önerilen maksimum krom değeri 0.05 mg/L'dir. Bu bağlamda, çalışmada elde edilen tüm ölçüm sonuçları kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır.

Krom, özellikle endüstriyel faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde su kaynaklarına karışabilen toksik bir metaldir. Atıcı vd. (2016) tarafından Erciş bölgesinde yürütülen çalışmada, bazı örneklerde kromun sınır değerlere oldukça yakın olduğu rapor edilmiştir. Benzer şekilde Mohod ve Dhote (2013), Hindistan'ın sanayi bölgelerinde yürüttükleri analizlerde krom düzeylerinin WHO sınır değerlerini aştığını ve halk sağlığı için tehdit oluşturduğunu belirtmiştir.

Van ili İpekyolu ilçesine ait kırsal mahallelerde yapılan bu çalışmada krom düzeylerinin düşük çıkması, endüstriyel kirletici baskının bu bölgelerde düşük olduğunu göstermektedir. Ancak, kromun (+6) değerlikli formunun özellikle kanserojen etkileri dikkate alındığında, yer altı ve yüzey sularında periyodik izleme çalışmalarının devam ettirilmesi önem arz etmektedir (Zamora-Ledezma vd. 2021). Ayrıca, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve pestisit kalıntılarının uzun vadede krom kirliliğine neden olabileceği unutulmamalıdır.

5.6 Bakır

Analiz sonuçlarına göre bakır düzeyleri 0 ile 0.015 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). TS 266 ve WHO standartlarına göre içme suyundaki izin verilen maksimum bakır konsantrasyonu 2.0 mg/L'dir. Bu değerle kıyaslandığında, tüm örneklerin güvenli sınırlar içinde olduğu görülmektedir.

Bakır, boru sistemlerinden kaynaklı olarak içme suyuna geçebilen bir elementtir. Özellikle eski dağıtım sistemlerine sahip bölgelerde bakır seviyelerinde artış gözlenebilir (Boyraz, 2017). Ancak bu çalışmada elde edilen düşük düzeyler, Van İpekyolu ilçesindeki kırsal alanlarda suyun doğrudan kaynaklardan alınması nedeniyle iletim sisteminin etkisinin sınırlı olduğunu göstermektedir.

Atıcı vd. (2016) tarafından Van Erciş’de yapılan çalışmada da benzer şekilde bakır düzeyleri düşük bulunmuş ve sınır değerlerin oldukça altında olduğu rapor edilmiştir. Bu bağlamda, su kaynaklarının bakır açısından düşük risk taşıdığı, ancak mevsimsel değişimlere karşı duyarlı olduğu söylenebilir.

5.7 Demir

Bu çalışmada analiz edilen su örneklerinde demir (Fe) konsantrasyonları 0 ile 0.169 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). İTASHY ve WHO tarafından içme suyu için önerilen maksimum demir sınırı 0.3 mg/L olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2). (WOH, 2003). Elde edilen tüm sonuçlar bu değerlerin oldukça altında kalmıştır. Bu durum, Van İpekyolu bölgesindeki içme suyu kaynaklarının demir açısından genel anlamda güvenli ve estetik açıdan kabul edilebilir olduğunu göstermektedir.

Demir, yer altı sularında doğal olarak bulunabilen bir elementtir ve genellikle ferrous (Fe^{+2}) ve ferric (Fe^{+3}) formlarında bulunur. Ferrous demir çözülmüş halde olup suya renksiz bir görünüm kazandırırken, ferric demir suda çözünmeyen partiküller oluşturarak suya bulanıklık ve renk verebilir (Chaturvedi ve Dave, 2012). Demir konsantrasyonlarının 0.3 mg/L'nin üzerinde olması durumunda, suyun tadı ve rengi üzerinde olumsuz etkiler görülebilir; bu nedenle, bu sınır estetik açıdan önemlidir (U.S. EPA, 2025).

Literatürde, demir konsantrasyonlarının mevsimsel değişiklikler gösterdiği ve bu değişimlerin yer altı su seviyeleri, yağış miktarı ve toprak özellikleri gibi çevresel faktörlerle ilişkili olduğu belirtilmiştir. Örneğin, Hindistan'ın Moradabad bölgesinde yapılan bir çalışmada, yaz aylarında yer altı su seviyesinin düşmesiyle demir konsantrasyonlarının arttığı ve bu durumun suyun kalitesini olumsuz etkilediği rapor edilmiştir (Sundaram vd., 2018). Benzer şekilde, Bangladeş'in kuzeybatısında gerçekleştirilen bir araştırmada, kurak mevsimlerde demir konsantrasyonlarının 0.35 mg/L kadar arttığı gözlemlenmiştir (Rahman vd., 2024). Bu bulgular, demir seviyelerinin mevsimsel olarak değişebileceğini ve bu nedenle düzenli izleme yapılmasının önemini vurgulamaktadır.

Van İpekyolu bölgesinde tespit edilen düşük demir seviyeleri, suyun fiziksel arıtıma gerek duymadan içilebilir nitelikte olduğunu ve demir kaynaklı estetik

problemlerin bulunmadığını göstermektedir. Ancak, toprak yapısı, mevsimsel değişimler ve olası tarımsal drenajların etkileri göz önünde bulundurularak, demir düzeylerinin periyodik olarak izlenmesi önerilir. Bu, su kalitesinin korunması ve olası estetik sorunların önlenmesi açısından önemlidir.

5.8 Potasyum

Bu çalışmada analiz edilen su örneklerinde potasyum konsantrasyonları 0 mg/L ile 22.72 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). En yüksek değer Faruk Suyu örneğinde tespit edilmiştir. WHO, içme suyunda potasyum için sağlık temelli bir rehber değer belirlememiştir, çünkü potasyum genellikle içme suyunda sağlık açısından endişe verici seviyelerde bulunmaz (WHO, 2009).

Potasyum, yer altı sularında doğal olarak bulunan bir elementtir ve konsantrasyonu, jeolojik yapı, mineralleşme süreçleri ve suyun temas ettiği kayaçların özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Örneğin, Etiyopya'nın Wondo Genet bölgesinde yapılan bir çalışmada, içme suyu örneklerinde potasyum konsantrasyonlarının 20.83 mg/L ile 27.51 mg/L arasında değiştii ve bu yüksekliğin bölgedeki jeolojik yapıdan kaynaklandığı rapor edilmiştir (Meride ve Ayenew, 2016). Benzer şekilde, Kanada'nın Saskatchewan eyaletinde yapılan bir araştırmada, içme suyundaki potasyum seviyelerinin 0.05 mg/L ile 51 mg/L arasında değiştii ve bu durumun potasyum içeren minerallerin çözünmesiyle ilişkili olduğu belirtilmiştir (Health Canada, 2008).

Van İpekyolu bölgesinde tespit edilen potasyum seviyeleri, genel olarak literatürde bildirilen değerlerle uyumludur. Ancak, Faruk Suyu örneğinde ölçülen 22.72 mg/L'lik değer, dikkatle değerlendirilmesi gereken bir seviyededir. Bu yüksekliğin kaynağı olarak, yer altı su tablasındaki jeolojik yapı veya doğal mineralleşme süreçleri etkili olabilir. Potasyumun insan sağlığı üzerindeki etkileri genellikle hafiftir, ancak böbrek rahatsızlığı bulunan bireyler için yüksek düzeyler sorun oluşturabilir (WHO 2009).

Sonuç olarak, Van İpekyolu bölgesindeki içme suyu kaynaklarının potasyum açısından genel anlamda güvenli sınırlarda olduğu görülmektedir. Ancak, Faruk Suyu gibi yüksek potasyum içeren örneklerde, jeolojik etkenlerin araştırılması ve potasyum

düzeylerinin periyodik olarak izlenmesi önerilmektedir. Bu, su kalitesinin korunması ve olası sağlık risklerinin önlenmesi açısından önemlidir.

5.9 Manganez

Manganez değerleri 0 ile 0.647 mg/L arasında değişmiştir. (Çizelge 4.2). WHO ve ITASHY tarafından manganez için önerilen maksimum değer 0.05 mg/L'dir. Bu sınır dikkate alındığında, özellikle Faruksuyu örneğinde yüksek düzeyde manganez tespit edilmiştir.

Manganez, yer altı suyunda çözülmüş halde bulunabilir ve yüksek dozda alındığında sinir sistemi üzerinde toksik etkiler gösterebilir (Nthunya vd., 2017). Ayrıca suya kötü tat ve renk vererek estetik kaliteyi de düşürebilir. Çavuş vd. (2017), Van merkezde yaptığı çalışmada, bazı istasyonlarda manganez seviyelerinin önerilen sınırdan üzerinde olduğunu rapor etmiştir.

Bu bağlamda, manganez düzeyi yüksek olan su kaynaklarının özellikle içme amaçlı kullanımı öncesinde uygun arıtma işlemlerine tabi tutulması önem arz etmektedir. Faruksuyu gibi özel kaynaklar sürekli izlenmeli ve gerekirse alternatif kullanım alanlarına yönlendirilmelidir.

5.10 Molibden

Molibden analiz sonuçlarına göre 0 ile 0.017 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 4.24). WHO tarafından belirlenen önerilen maksimum molibden değeri 0.07 mg/L olup, çalışmada elde edilen tüm değerler bu sınırın oldukça altındadır.

Molibden, genellikle doğal kaynaklardan gelen düşük konsantrasyonlarda bulunur ve insan sağlığı üzerindeki etkileri düşük düzeydedir. Ancak sanayi bölgelerinde bu elementin yoğunlaştığı ve potansiyel toksik etkilere neden olabileceği bilinmektedir (Levin vd., 2023).

Çalışmanın yapıldığı Van İpekyolu kırsal mahallelerinde sanayi baskısının düşük olması, molibden düzeylerinin bu kadar düşük olmasının başlıca nedeni olarak değerlendirilebilir. Bu sonuçlar, bölgedeki su kaynaklarının molibden açısından güvenli olduğunu göstermektedir.

5.11 Nikel

Nikel değerleri 0 ile 0.218 mg/L arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). TS 266 ve WHO tarafından belirlenen maksimum izin verilen nikel seviyesi 0.02 mg/L'dir. Bu değerle kıyaslandığında, özellikle Faruksuyu, Ilıkkaynak Mahallesi ve Karakoç örneklerinde nikel düzeylerinin standartların çok üzerinde olduğu görülmektedir.

Nikel, doğal jeolojik kaynaklar kadar endüstriyel faaliyetlerden de suya geçebilir. Nikel maruziyeti uzun vadede deri hassasiyetleri, solunum yolu tahrişleri ve kansorejen etkiler yaratabilir (Chowdhury vd., 2016). Nawab vd. (2017) tarafından Pakistan'da yürütölen bir çalışmada da, yeraltı suyu kaynaklarında nikel düzeylerinin çoğu zaman limit değerlerin üzerinde olduğu rapor edilmiştir.

Van İpekyolu çalışmasında belirlenen yüksek nikel seviyeleri, bu elementin bölgede çevresel bir tehdit unsuru olabileceğini ortaya koymaktadır. Söz konusu kaynaklarda nikelin kaynağının detaylı analizlerle incelenmesi ve halk sağlığını koruyacak önlemler alınması gerekmektedir.

5.12 Kurşun

Analiz bulgularına göre kurşun düzeyleri 0 ile 0.102 mg/L arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). TS 266 ve WHO tarafından belirlenen maksimum kurşun seviyesi 0.01 mg/L'dir. Bu değer baz alındığında, çalışmada incelenen su kaynaklarının birçoğunda sınır değerlerin aşıldığı görölmüştür.

Kurşun, özellikle eski su borularından ve sanayi atıklarından kaynaklı olarak suya geçebilir. Yüksek düzeyde kurşun maruziyeti, başta çocuklar olmak üzere nörolojik gelişimi olumsuz etkileyebilir ve kronik zehirlenmelere yol açabilir (Levin vd., 2023).

5.13 Çinko

Çinko analizleri sonucunda değerler 0.009 ile 0.229 mg/L arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). WHO içme suyu standartlarına göre çinko için maksimum limit 3 mg/L'dir. Bu bağlamda, çalışmada tespit edilen tüm çinko düzeyleri sınır değerlerin çok altındadır.

Samuelsson vd. (2010) tarafından yürütülen çalışmada, çinko eksikliğinin çocukluk çağı Tip 1 diyabet insidansı ile ilişkili olabileceği ifade edilmiştir. Van çalışmasında da çinko düzeylerinin genel olarak yetersiz sınıra yakın değerlerde olduğu görülmektedir.

Bu bağlamda, çinko eksikliği potansiyel bir sorun olarak görülmeli ve kaynaklarda doğal mineralleşmenin desteklenmesi veya alternatif su kaynağı kullanımı gündeme alınmalıdır.

5.14 Siyanür

Bu çalışmada analiz edilen su örneklerinde siyanür konsantrasyonları 0 mg/L (birçok kaynakta) ile 0.190 mg/L (Faruk Suyu) arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Bu değerler, Türkiye'de geçerli olan TS 266 standardı ve (WHO) tarafından belirlenen 0.07 mg/L'lik maksimum siyanür limitiyle karşılaştırıldığında, genel olarak güvenli kabul edilmektedir (WHO, 2004). Ancak, Faruk Suyu örneğinde ölçülen 0.190 mg/L'lik değer, bu limitin üzerinde olup potansiyel bir risk oluşturmaktadır.

Siyanür, özellikle altın madenciliği gibi metal madenciliği faaliyetlerinde yaygın olarak kullanılan bir kimyasaldır ve çevresel ortamlara sızması durumunda ciddi ekolojik ve halk sağlığı sorunlarına yol açabilir. Örneğin, Gana'nın Kenyasi bölgesinde yapılan bir çalışmada, madencilik faaliyetlerinin yoğun olduğu alanlarda yeraltı ve yüzey sularında siyanür konsantrasyonlarının WHO tarafından belirlenen sınırların üzerinde olduğu rapor edilmiştir (Amoako vd., 2017). Benzer şekilde, Mısır'daki Sukari Altın Madeni çevresinde yapılan bir araştırma, siyanürün yeraltı sularına sızarak çevresel kirliliğe neden olduğunu ortaya koymuştur (Abdel-Razek vd., 2020).

Siyanürün çevresel ortamlardaki kalıcılığı, suyun pH değeri, sıcaklık, çözülmüş oksijen seviyesi ve metal iyonlarının varlığı gibi faktörlere bağlıdır. Bu parametreler, siyanürün toksisitesini ve biyolojik olarak parçalanabilirliğini etkileyerek su ekosistemleri üzerindeki potansiyel etkilerini belirler (WHO, 2004).

Van İpekyolu bölgesinde tespit edilen siyanür seviyeleri, genel olarak güvenli sınırlar içinde olsa da, Faruk Suyu örneğinde ölçülen yüksek değer, bölgedeki su kaynaklarının potansiyel kirlenme riskine işaret etmektedir. Bu durum, özellikle bölgede

gelecekte artabilecek madencilik ve endüstriyel faaliyetler göz önüne alındığında, düzenli izleme ve önleyici tedbirlerin önemini vurgulamaktadır.

Sonuç olarak, çalışma alanındaki su kaynaklarında siyanür konsantrasyonlarının genel olarak güvenli seviyelerde olduğu görülmektedir. Ancak, belirli örneklerde tespit edilen yüksek değerler, potansiyel risklerin mevcut olduğunu göstermektedir. Bu nedenle, bölgedeki su kaynaklarının düzenli olarak izlenmesi ve siyanür kirliliğini önlemeye yönelik stratejilerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

5.15 Florür

Bu çalışmada analiz edilen su örneklerinde florür konsantrasyonları 0.00 ile 0.72 mg/L arasında değişmektedir (Çizelge 4.2). Tüm örneklerde Dünya Sağlık Örgütü'nün içme suyu için önerdiği maksimum sınır olan 1.5 mg/L'nin altında değerler tespit edilmiştir (WHO, 2011). Bu durum, Van İpekyolu bölgesindeki içme suyu kaynaklarının florür açısından genel anlamda güvenli sınırlarda olduğunu göstermektedir.

Literatürde farklı coğrafyalarda yapılan çalışmalar, florür seviyesinin jeolojik yapı, sıcaklık, yeraltı su hareketi ve endüstriyel kirlilik gibi faktörlerle değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneğin, Hindistan'ın Rajasthan eyaletinde yürütülen bir çalışmada, bazı kırsal bölgelerde florür düzeylerinin 3.2 mg/L'ye kadar çıktığı ve bunun toplumda yaygın dental florozise neden olduğu rapor edilmiştir (Meenakshi ve Maheshwari, 2006). Benzer şekilde, Meride ve Ayenew (2016) tarafından Etiyopya'da yürütülen araştırmada da doğal jeotermal kaynaklardan beslenen suların yüksek florür içerdiği ve iskelet florozisine yol açtığı tespit edilmiştir.

Ulusal düzeyde yapılan araştırmalar da bu durumu desteklemektedir. Örneğin, Atıcı, vd. (2016) tarafından Van ili merkez ilçelerinde farklı kırsal mahallelerinde yürütülen bir çalışmada, bazı içme suyu kaynaklarında florür konsantrasyonlarının 1.45 mg/L'ye kadar ulaştığı belirlenmiştir. Bu değerler özellikle şebeke sistemlerinde korozyona bağlı florür geçişinin etkili olabileceğini göstermektedir.

Van İpekyolu örneğinde florür düzeylerinin 0.72 mg/L ile sınırın oldukça altında kalması, bu tür olumsuzlukların görülme olasılığını azaltmaktadır. Ancak, florür dozunun bireysel tüketim miktarına, iklim koşullarına (terleme oranı) ve bireyin fizyolojik durumuna bağlı olarak değişken etkiler gösterebileceği unutulmamalıdır.

Özellikle çocuklar, yaşlılar ve böbrek hastaları gibi hassas gruplar için periyodik izleme önerilmektedir (Choi vd., 2012).

Sonuç olarak, bu çalışmada florür açısından içme suyunun genel anlamda güvenli olduğu görülse de, belirli kaynakların zaman içinde florür birikimi bakımından izlenmesi ve hem yerel hem de ulusal sağlık otoriteleriyle koordinasyon halinde değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

5.16 Arazide Ölçülen Parametrelerin Genel Değerlendirmesi

Bu bölümde, Van ili İpekyolu ilçesinin çeşitli mahallelerinden alınan 25 farklı su örneği üzerinden arazide doğrudan ölçülen fiziksel ve kimyasal su kalite parametreler EC, %DO, tuzluluk, TDS, sıcaklık ve bulanıklık yer almaktadır (Çizelge 4.1). Her bir parametre, TS 266, WHO ve mevcut literatür ile karşılaştırmalı olarak ele alınmış, özellikle bölgedeki çevresel koşullar ve potansiyel kirlilik kaynakları çerçevesinde yorumlanmıştır.

5.16.1 pH Değerleri

Arazi ölçümlerine göre pH değerleri 6.10 ile 8.37 arasında değişkenlik göstermektedir. En düşük pH değeri Faruksuyu kaynağında (6.10), en yüksek pH ise Kevenli kaynağında (8.37) ölçülmüştür (Çizelge 4.1). TS 266'ya göre içme suyu için önerilen pH aralığı 6.5-9.5 olup, tüm örnekler bu sınırlar içinde kalmaktadır. Bu da suyun asidik ya da aşırı bazik özellik göstermediğini ve genel anlamda insan tüketimine uygun pH aralığında olduğunu göstermektedir. Mohod ve Dhote (2013), yer altı sularında düşük pH'nın, metal çözünürlüğünü artırarak su kalitesini olumsuz etkileyebileceğini vurgulamıştır. Bu bağlamda, Faruksuyu gibi kaynakların izlenmesi önem arz etmektedir.

5.16.2 Çözünmüş Oksijen

DO değerleri kaynaklar arasında 1.4 mg/L ile 128 mg/L arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Faruksuyu (1.4 mg/L) ve Karakoç (2.2 mg/L) gibi örneklerde düşük DO seviyeleri tespit edilmiştir. Buna karşın, Baklatepe (128 mg/L) ve Değirmen Köy (99.0

mg/L) yüksek düzeyler sergilemiştir. Yüksek DO seviyeleri, suyun aerasyonunun iyi olduğunu ve organik kirletici yükünün düşük olabileceğini gösterirken, düşük DO seviyeleri suyun durağan, kirli ya da biyolojik oksidasyonla oksijen tüketiminin arttığı durumları işaret edebilir (Meride ve Ayenew, 2016). Faruksuyu'nun aynı zamanda en düşük pH değerine sahip olması, organik karbonun yüksek olması ve bulanıklığın aşırı derecede artmış olmasıyla birlikte değerlendirildiğinde bu kaynağın antropojenik kirleticilere açık olduğu düşünülebilir.

5.16.3 İletkenlik

EC değerleri 4.68 $\mu\text{S/cm}$ (Faruksuyu) ile 989 $\mu\text{S/cm}$ (Ilıkaynak Mah. Sondaj) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). İletkenlik değerinin yüksek olması, çözünmüş iyonların, özellikle tuzların, sülfatların ve bikarbonatların fazla miktarda bulunmasıyla ilişkilidir. Ilıkaynak Mahallesi'nde hem sondaj hem de şebeke sularında yüksek EC değerleri ölçülmüş olup, bu durum yer altı kaynaklarının mineral yükü açısından zengin olduğunu göstermektedir.

5.16.4 Oksijen Doymunluğu

Oksijen doymunluğu %6.1 (Çitli) ile %100.7 (Baklatepe) arasında değişmiştir (Çizelge 4.1). Bu farklılık, suyun sıcaklık düzeyi, debisi ve organik madde yükü gibi değişkenlerle doğrudan ilişkilidir. Doymunluk oranının düşük olması, DO seviyesinin yetersiz olduğunu ve biyolojik faaliyetlerin artmış olabileceğini gösterebilir. Faruksuyu ve Çitli gibi düşük doymunluk oranlarına sahip kaynaklar, kirlilik baskısı altındaki sular olarak değerlendirilebilir. Levin vd. (2023), oksijen doymunluğunun düşük olduğu içme suyu sistemlerinde biyolojik kirlenme olasılığının arttığını vurgulamıştır.

5.16.5 Tuzluluk

Tuzluluk değerleri 0.07 ppt (Değirmen Köy) ile 2.57 ppt (Faruksuyu) arasında ölçülmüştür (Çizelge 4.1). Özellikle Faruksuyu örneğinde tuzluluk oranı dikkat çekici biçimde yüksektir. Bu değer, içme suyu standartlarına göre tehlikeli seviyede olmasa da,

kaynağın mineral içeriğinin oldukça yüksek olduğunu gösterir. Subka (2017) çalışmasında, yer altı suyu kaynaklarının yüksek tuzluluk göstermesinin, bölgesel jeolojik yapıyla ve özellikle magnezyum, sodyum ve klorür iyonlarının çözünmesiyle ilişkili olabileceği belirtilmiştir.

5.16.6 Toplam Çözünmüş Madde

TDS değerleri 0.13 mg/L (Kevenli) ile 495 mg/L (Ilıkkaynak Mah. Sondaj) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). TDS seviyesinin artması, suyun sertliği, tadı ve genel kullanım kalitesi açısından belirleyicidir. WHO, içme suyu için ideal TDS değerinin 300 mg/L'nin altında olmasını önermektedir. Buna göre, Ilıkkaynak Mahallesi, Çitli, Karakoç, Değirmenarkı ve Faruksuyu gibi bazı kaynaklar bu değeri aşmış, bu da suların ileri düzeyde mineralleşmiş olduğunu ortaya koymuştur (Ghaderpoori vd., 2018).

5.16.7 Sıcaklık

Sıcaklık değerleri 3.0 mg/L (Kevenli) ile 10.6 mg/L (Faruksuyu) arasında değişmektedir (Çizelge 4.1). Yüksek organik karbon varlığı, mikrobiyolojik kirlilik riskinin arttığını gösterebilir. Faruksuyu örneği burada da dikkat çekici bir değerle öne çıkmaktadır. WHO'ya göre, içme sularında toplam organik karbonun 5 mg/L'yi geçmemesi önerilir. Bu bağlamda, Faruksuyu ve Karpuzalanı gibi örneklerin içme suyu olarak kullanımı ciddi biçimde sorgulanmalıdır. Katili vd. (2023), yüksek TOC düzeylerinin, su arıtma maliyetlerini artırmasının yanı sıra dezenfeksiyon yan ürünlerinin oluşumuna da zemin hazırladığını bildirmiştir.

5.16.8 Bulanıklık

Bulanıklık değerleri 0.12 NTU ile 44.3 NTU arasında büyük değişkenlik göstermektedir (Çizelge 4.1). TS 266'ya göre içme suyunda olması gereken maksimum bulanıklık sınırı 5 NTU'dur. Bu değer özellikle Faruksuyu (44.3 NTU), Ilıkkaynak Mahallesi Şebeke (1.15 NTU), Kaymaklı (1.04 NTU) ve Değirmenarkı (1.14 NTU) örneklerinde aşıldığı gözlemlenmiştir. Faruksuyu'nun bulanıklık düzeyi sınırın neredeyse

dokuz katıdır. Bu durum, özellikle organik madde, koloidal partiküller ve askıda katı maddeler açısından yüksek bir yük bulunduğunu ve filtrasyon sistemleri olmaksızın doğrudan kullanımın ciddi sağlık riskleri taşıyabileceğini göstermektedir (Mohod ve Dhote, 2013; Çavuş vd., 2017).

Tüm bu parametrelerin birlikte değerlendirilmesi, bölgedeki içme sularının önemli bir kısmının fiziksel ve kimyasal açıdan güvenli aralıkta olduğunu; ancak bazı örneklerde lokal kirlilik unsurlarının ve doğal mineralleşme farklılıklarının içme suyu kalitesini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Bu nedenle, özellikle aşırı değerler gösteren örneklerde düzenli izleme ve ileri düzey arıtım önlemleri elzemdir.

5.16.9 Arazide Yapılan Ölçümlerin Genel Değerlendirmesi

Arazi çalışması kapsamında elde edilen fiziksel ve kimyasal parametrelerin detaylı analizleri, Van İli Çalimli, Ilıkkaynak, Faruksuyu ve Karakoç gibi spesifik su kaynaklarında belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. pH, EC ve TDS gibi temel parametrelerin yer yer çok yüksek, bazı durumlarda ise normal sınırlarda seyretmesi, hem doğal jeokimyasal yapının hem de insan kaynaklı faaliyetlerin su kalitesi üzerindeki etkisini göstermektedir. Faruksuyu örneği, tüm parametrelerde ekstrem değerler göstermiş olup, özellikle organik madde yükü ve bulanıklık seviyesi nedeniyle insan tüketimine uygun olmadığını ortaya koymaktadır.

Bunun yanında, Kevenli, Ortanca, Bakraçlı gibi kaynaklar, çoğu parametrede önerilen sınır değerler içinde kalmakta ve göreceli olarak daha kaliteli su profili sergilemektedir. Bu da Van çevresindeki su kaynaklarının homojen olmadığını, her kaynağın ayrı ayrı izlenmesi ve değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Literatürde çeşitli çalışmalarda (Atıcı vd., 2016; Gemci, 2016; Çavuş vd., 2017) benzer şekilde, köy ve mahalle kaynaklı içme sularının farklılık gösteren parametre değerleri taşıdığı ve bu nedenle yerel bazda analiz edilmesi gerektiği ifade edilmektedir.

Sonuç olarak, arazide yapılan bu ölçümlerin Van ili için çok önemli veriler sağladığı, su kaynaklarının özellikle kullanım yoğunluğu göz önüne alınarak düzenli ve ayrıntılı biçimde izlenmesi gerektiği açıktır. Bu veriler, yerel yönetimlerin su yönetimi politikalarını şekillendirmesi açısından önemli bir temel oluşturacaktır.

5.17 Sonuç

Bu çalışma, Van İli İpekyolu ilçesindeki kırsal mahallelerde yer alan içme suyu kaynaklarının fiziksel ve kimyasal kalitesini değerlendirmeye yönelik gerçekleştirilmiş özgün bir araştırmadır. Su kaynaklarından hem arazi ölçümleri ile anlık veriler toplanmış hem de laboratuvar analizleri ile daha hassas parametreler değerlendirilmiştir. Bu çift yönlü yaklaşım, çalışma bulgularının geçerliliğini artırmış; aynı zamanda içme suyu kalitesine ilişkin mevcut durumun detaylı bir biçimde ortaya konulmasını sağlamıştır.

Araştırma kapsamında 25 farklı su kaynağında yapılan analizlerde, bazı parametrelerin ulusal ve uluslararası içme suyu standartlarının üzerinde çıktığı tespit edilmiştir. Özellikle Faruksuyu, Ilıkkaynak Mahallesi Şebeke ve Değirmenarkı gibi lokasyonlar hem fiziksel hem kimyasal kirletici değerlerinde kritik eşikleri aşarak dikkat çekmiştir. Faruksuyu örneğinde, bulanıklık değeri 44.3 NTU gibi oldukça yüksek bir düzeye ulaşarak, yalnızca fiziksel kalite bozulmasına değil; aynı zamanda muhtemel mikrobiyolojik risklere de işaret etmiştir. Benzer şekilde, yüksek TDS ve EC değerleri, suyun kaynağında yüksek oranda çözünmüş iyon bulunduğunu ve bu durumun hem tat hem de sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini göstermektedir.

Laboratuvar analizlerinde belirlenen ağır metallere özellikle alüminyum, kobalt, kurşun, florür ve çinko bazı kaynaklarda sınır değerleri aşmıştır. Bu bulgu, özellikle Atıcı vd. (2016) ve Çavuş vd. (2017) gibi daha önce Van ilinde yapılan çalışmaları destekler niteliktedir. Örneğin, Atıcı ve arkadaşları tarafından Erciş bölgesinde yapılan analizlerde florür, bakır ve çinko değerlerinde sınır aşımı görülmüştür. Bu durum, bölgenin jeolojik yapısına, yer altı suyunun mineralleşme derecesine ve yerel boru hatlarının metal salımı yapmasına bağlanmaktadır.

Kurşun ve florür gibi elementlerin, uzun süreli maruziyet halinde nörotoksik ve diş mine deformasyonları, kemik rahatsızlıkları, hatta karsinojenik etkiler yaratabileceği WHO tarafından açıkça belirtilmektedir. Bu bağlamda, özellikle çocuklar ve yaşlılar gibi hassas gruplar için mevcut risklerin halk sağlığı düzeyinde ciddiyle ele alınması gerekmektedir. Literatürde Mohod ve Dhote (2013) ile Chowdhury vd. (2016) de içme suyunda ağır metal birikiminin özellikle gelişmekte olan ülkelerde sağlık açısından ciddi tehdit oluşturduğunu belirtmiştir.

Fiziksel parametreler açısından değerlendirildiğinde, bulanıklık başta olmak üzere, DO, %DO, pH ve tuzluluk gibi ölçütlerde çeşitli kaynaklarda içme suyu limitlerini aşan değerler saptanmıştır. Bu değerler, özellikle mevsimsel akışkanlık, suyun durağanlığı, toprağın geçirgenliği ve organik madde yükü gibi faktörlerden etkilenmektedir. Örneğin, Çitli ve Değirmenarkı kaynaklarında bulanıklık ve TDS değerleri yüksektir. Bu bulgular, Türkoğlu (2017) ve Titiz (2020) tarafından yürütülen çalışmalarda da benzer şekilde rapor edilmiştir. Bu iki çalışmada da, fiziksel parametrelerdeki yüksek değerlerin genellikle tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde saptandığı bildirilmiştir.

Bu kapsamlı değerlendirme, yalnızca mevcut sorunları tespit etmekle kalmayıp, aynı zamanda gelecekteki planlamalar açısından da yön gösterici niteliktedir. Araştırma kapsamında ulaşılan sonuçlar, bölgedeki su yönetimi politikalarının yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini ve kırsal alanlarda su güvenliğine ilişkin yatırımların artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Özellikle, suyun kaynakta korunması, boru hatlarında korozyon önleyici sistemlerin kullanılması ve suyun içilebilir hale gelmesi için fiziksel/kimyasal arıtma sistemlerinin güçlendirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Ayrıca, bu çalışmada kullanılan hem yerinde ölçüm hem de laboratuvar analizlerine dayalı iki yönlü metodoloji, veri güvenilirliğini artırmış ve farklı parametreler arasındaki ilişkilerin daha net şekilde ortaya konulmasına olanak tanımıştır. Bu yöntem, literatürde önerilen çağdaş su kalitesi değerlendirme yaklaşımlarıyla (Zhang vd, 2023; Wei vd., 2024) uyumludur.

Genel sonuç olarak, Van İli İpekyolu ilçesindeki su kaynaklarının büyük kısmı, içme suyu açısından kısmen güvenli olmakla birlikte, bazı noktalarda sağlık açısından tehdit oluşturabilecek düzeyde ağır metal ve fiziksel kirletici içermektedir. Bu durum, hem merkezi hem de yerel yönetimlerin içme suyu kalitesini düzenli olarak izlemeleri ve özellikle kritik parametrelerde alarm veren noktalara müdahale etmeleri gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, bölge halkının bilinçlendirilmesi, su temin altyapılarının iyileştirilmesi ve alternatif içme suyu kaynaklarının değerlendirilmesi bu sürecin tamamlayıcı unsurları olmalıdır.

5.18 Öneriler

Bu araştırma sonucunda elde edilen bulgular ışığında, Van İli İpekyolu ilçesindeki içme suyu kaynaklarının sürdürülebilirliği, insan sağlığına uygunluğu ve ekosistem dengesine katkısı açısından aşağıdaki önerilerin geliştirilmesi uygun görülmektedir:

- Düzenli İzleme Programları Geliştirilmelidir:
- Bölgede içme suyu olarak kullanılan tüm kaynaklarda mevsimsel ve yıllık periyotlarla fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik analizleri kapsayan geniş çaplı bir su kalite izleme sistemi kurulmalıdır. Bu sistem sayesinde zaman içinde ortaya çıkabilecek kirlilik eğilimleri tespit edilerek, erken müdahale sağlanabilir.
- Ağır Metal Yoğunluğu Yüksek Olan Bölgelerde Müdahale Edilmelidir:
- Özellikle Faruksuyu, Ilıkkaynak ve Değirmenarkı gibi bölgelerde ağır metal (örneğin kurşun, florür, çinko) birikimi yüksek bulunmuştur. Bu noktalarda suyun doğrudan içme suyu olarak kullanımının sınırlandırılması ve alternatif kaynakların değerlendirilmesi gereklidir.
- Acil Müdahale Gerektiren Kaynaklara Arıtma Ünitesi Eklenmelidir:
- Bulanıklık değeri çok yüksek çıkan kaynaklar için özellikle bulanıklık giderici ön arıtma sistemleri (filtrasyon, koagülasyon) kurulmalı; ağır metaller için ise aktif karbon, iyon değiştirici reçineler veya membran sistemleri önerilmelidir.
- Kırsal Altyapılar Gözden Geçirilmelidir:
- Boru hatlarındaki eski ve paslı sistemlerin, ağır metal salımına neden olduğu düşünülmektedir. Kurşun ve çinko değerleri bu savi desteklemektedir. Bu nedenle, özellikle kırsal bölgelerdeki dağıtım altyapısının yenilenmesi öncelikli olmalıdır.
- Halk Sağlığı Açısından Eğitim Programları Düzenlenmelidir:
- Su kaynaklarının doğru kullanımı, arıtma yöntemleri ve suyun kaynatılarak içilmesi gibi basit ama etkili yöntemler konusunda halkın bilinçlendirilmesi gerekmektedir. Yerel yönetimler ve sağlık müdürlükleri iş birliğiyle seminerler ve broşürler aracılığıyla farkındalık artırılabilir.
- Bölgesel Su Yönetimi Stratejisi Oluşturulmalıdır:

- Suyun sadece kalite açısından değil, miktarsal olarak da sürdürülebilir biçimde yönetilebilmesi adına, bölgesel su planları hazırlanmalı; tarımda vahşi sulamadan vazgeçilerek damla sulama gibi daha verimli sistemlere geçilmelidir.
- Yerel Yönetimler İçin Rehber Niteliğinde Politika Belgeleri Hazırlanmalıdır:
- Tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar, Van Büyükşehir Belediyesi, İpekyolu Belediyesi, DSİ ve İl Sağlık Müdürlüğü gibi paydaşlara sunulurken, karar alma süreçlerine bilimsel bir dayanak kazandırılabilir.
- Üniversite-Sanayi-Kamu İşbirliği Teşvik Edilmelidir:
- Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi gibi bilimsel kurumlar ile yerel yönetimler arasında kurulacak iş birlikleri sayesinde, su kalitesi konusunda teknik çözümler üretilerek sahada uygulanabilir politikalar geliştirilebilir.
- Benzer Araştırmalar Diğer İlçelerde de Yapılmalıdır:
- Van merkez dışında Edremit, Tuşba ve Erciş gibi ilçelerde de benzer su kalitesi çalışmaları yürütülmeli, böylece bölge genelinde karşılaştırmalı su haritaları oluşturulmalıdır.
- Tez Verilerinin Yaygınlaştırılması Teşvik Edilmelidir:
- Bu tezde elde edilen bulgular, ulusal ve uluslararası bilimsel dergilerde makale olarak yayımlanmalı, bilim camiasına ve karar vericilere açık veri şeklinde sunulmalıdır.
- Bu öneriler, hem politika yapıcılar hem uygulayıcı kurumlar hem de akademik camia için yol gösterici niteliktedir. Ayrıca, bu çalışma yalnızca Van ili için değil; Türkiye genelinde benzer çevresel sorunlarla karşılaşan kırsal bölgeler için de örnek bir model teşkil edebilir.

KAYNAKLAR

- Abdel-Razek, M., El-Sayed, M., Abdel-Wahab, A. (2020). Assessment of cyanide contamination in groundwater around Sukari gold mine, Egypt. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(3), 1-12.
- Abidine, D. Z. (2024). *Evaluation of surface water pollution parameters in terms of drinking water quality in Çankiri, Türkiye*, Yüksek lisans tezi. Çankırı Karatekin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çankırı, Türkiye.
- Akın, M., Akın, G. (2007). Suyun önemi, Türkiye’de su potansiyeli, Su havzaları ve su kirliliği. *Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fak. Dergisi*, 47 (2), 105-118.
- Aksoy, A. (2012). *Iğdır İli Bulakbaşı suyunun içme ve kullanma suyu kalitesinin araştırılması*, Yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye.
- Amoako, J. K., Fletcher, J. J., Darko, E. O. (2017). Monitoring of cyanide contamination in water and fish tissues from the Kenyasi mining area in Ghana. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, 52(1), 1-9.
- Anonim. (2025). İpekyolu mahalleleri nüfusu Van. Erişim tarihi:14 Haziran 2025. Erişim adresi: <https://www.nufusu.com/ipekyolu-van-mahalleleri-nufusu>
- Atıcı, A. A. (2016). *Karasu Çayı (Van) Kum Alım Faaliyetlerinin Su Kalitesi ve İnci Kefali (Alburnus tarichi, Guldenstaedt 1814) Populasyonu Üzerine Etkileri*, Doktora Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Van, Türkiye.
- 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), 513–528.
- Atıcı, A. A., Sepil, A., Şen, F. (2021). Van Gölü Havzası tuzlu sularının su kalitesi özellikleri ve ağır metal kirlilik indeksinin belirlenmesi. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 31(4), 849–860.
- Atıcı, H., Çavuş, S., Şen, Ü. (2016). Van ilindeki bazı içme suyu kaynaklarının kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 12–21.
- Aydın, A. (2018). *Van ili Erciş ilçesi Çatakdişi (Zortul) çayının bazı fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi.
- Aydın, M. (2020). *Giresun ili içme suyu kalitesi*, Yüksek lisans tezi. Giresun Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, Türkiye.
- Bayram, M. S. (2016). *Van Gölü’ne dökülen Güzelkonak Deresi’nin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye.
- Boyras, Y. K. (2017). *Meram ilçesinde ev tipi su arıtma cihazlarının içme suyu kalitesine etkisi*, Tıpta uzmanlık tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Konya, Türkiye.
- Canbaz, C. (2022). *Lalapaşa ilçesi içme suyu kalitesinin mevsimsel değişimi ve su kalite indeksi kullanılarak insan sağlığı açısından değerlendirilmesi*, Yüksek lisans tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye.
- Catherine, A. N., Ayesiga, S., Rukundo, G. Z., Lejju, J. B., Byarugaba, F., Tamwesigire, I. K. (2023). Community perceptions and practices on quality and safety of drinking water in Mbarara city, south western Uganda. *PLOS Water*, 2(5), e0000075.

- Chaturvedi, S., Dave, P. N. (2012). Removal of iron for safe drinking water. *Desalination*, 296, 1-9.
- Choi, A. L., Sun, G., Zhang, Y., Grandjean, P. (2012). Developmental fluoride neurotoxicity: a systematic review and meta-analysis. *Environmental Health Perspectives*, 120(10), 1362–1368.
- Chowdhury, S., Mazumder, M. A. J., Al-Attas, O., & Husain, T. (2016). Heavy metals in drinking water: Occurrences, implications, and future needs in developing countries. *Science of the Total Environment*, 572, 1044-1056.
- Çavuş, A., Atıcı, A. A., Şen, F. (2017). Van-Merkez içme sularının su kalite kriterlerinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 326–336.
- Çavuş, A., Şen, F. (2020). Application of CCME WQI to assess drinking water quality under Turkish national legislations: Lake Aygır. *European Journal of Science and Technology*, (19), 836-842.
- Çetin, M. (2012) *Ilıca Deresi (Fatsa, Ordu) algleri ve su kalitesinin incelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi. Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji ABD. Ordu, Türkiye.
- Çetinkaya-Gogolar, Ç. (2024). *Armağan Köyü Barajının içme suyu kalitesi açısından değerlendirilmesi ve ağır metal derişiminin AAS ile belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırklareli, Türkiye.
- Emek, G. (2023). *Aydın ili Efeler ilçesi çeşme sularındaki bazı ağır metal düzeylerinin araştırılması*, Yüksek lisans tezi. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Biyokimya Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye.
- Gemci, E. (2016). *Kahramanmaraş iline içme suyu sağlayan Pınarbaşı, Karasu ve Ayvalı kaynaklarının içme suyu kalitesinin araştırılması* Yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Geyikçi, F. (1999). *Orta Karadeniz bölgesindeki yüzey ve kaynak sularında pestisit kirliliği ve içme suyu kalitesinin araştırılması*, Doktora tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye.
- Ghaderpoori, M., Kamarehie, B., Jafari, A., Ghaderpoury, A., Karami, M. (2018). Heavy metals analysis and quality assessment in drinking water – Khorramabad city, Iran. *Data in Brief*, 16, 685–692.
- Health Canada (2008). Guidance on Potassium from Water Softeners. Erişim tarihi: 27 Mayıs 2025. Erişim adresi: <https://www.canada.ca/en/healthcanada/services/publications/healthyliving/guidance-potassium-water-softeners>.
- Karaman, H., Yıldız, S., Yılmaz, A. (2011). Determination of arsenic levels in the water resources of Aksaray Province, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 182(1-4), 1-9.
- Katili, I., Baderan, D. W. K., Kumaji, S. S. (2023). Assessment of drinking water quality and identification of health risks: A case study in a rural area of Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(6), 2882–2887.
- Kaya, N. (2023). *Diyarbakır Devegeçidi Baraj Gölü ve baraja dökülen akarsularda ağır metal birikimi ve su kalitesinin değerlendirilmesi*, Doktora lisans tezi. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır, Türkiye.
- Kaya, N., Şen, F. (2022). Van ili Kabaklı Göleti'nin su kalitesinin mevsimsel değişimi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 32(2), 451–460.

- Khodadadi, M., Meusburger, K., Mirzaei, M., Strauss, P., Blake, W. H., Moghaseh, E., Alewell, C. (2024). Spatial cross-correlation of surface soil physicochemical properties with soil erosion estimated by fallout radionuclides in croplands in a semi-humid region of Iran. *CATENA*, 237, 107836.
- Levin, R., Villanueva, C. M., Beene, D., Cradock, A. L., Donat-Vargas, C., Lewis, J., Martinez-Morata, I., Minovi, D., Nigra, A. E., Olson, E. D., Schaider, L. A., Ward, M. H., Deziel, N. C. (2023). US drinking water quality: exposure risk profiles for seven legacy and emerging contaminants. *Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 34, 3–22.
- Luvhimbi, N., Tshitangano, T. G., Mabunda, J. T., Olaniyi, F. C., Edokpayi, J. N. (2022). Water quality assessment and evaluation of human health risk of drinking water from source to point of use at Thulamela municipality, Limpopo Province. *Scientific Reports*, 12, 6059.
- Meenakshi, Maheshwari, R. C. (2006). Fluoride in drinking water and its removal. *Journal of Hazardous Materials*, 137(1), 456–463.
- Meride, Y., Ayenew, B. (2016). Drinking water quality assessment and its effects on residents health in Wondo genet campus, Ethiopia. *Environmental Systems Research*, 5(1), 1-7.
- Mohod, C. V., Dhote, J. (2013). Review of heavy metals in drinking water and their effect on human health. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2(7), 2994-3001.
- Nawab, J., Khan, S., Xiaoping, W., Rahman, A., Ali, H., Qamar, Z. (2017). Spatial distribution of toxic metals in drinking water sources and their associated health risk in district Buner, Northern Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(12), 615-626.
- Nazeer, S., Hashmi, M. Z., Malik, R. N. (2014). Heavy metals distribution, risk assessment and water quality characterization by water quality index of the River Soan, Pakistan. *Ecological Indicators*, 45, 121–130.
- Nthunya, L. N., Masheane, M. L., Malinga, S. P., Nxumalo, E. N., Mamba, B. B., Mhlanga, S. D. (2017). Determination of toxic metals in drinking water sources in the Chief Albert Luthuli Local Municipality in Mpumalanga, South Africa. *Environmental Monitoring and Assessment*, 189(12), 615-626.
- Rahman, M. M., Hossain, M. A., Ahmed, S. (2024). Seasonal variation of Fe, Mn, and Pb in groundwater of northwestern Bangladesh. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(3), 1–12.
- Samuelsson, U., Oikarinen, S., Hyöty, H., Ludvigsson, J. (2010). Low zinc in drinking water is associated with the risk of type 1 diabetes in children. *Pediatric Diabetes*, 12(3pt1), 156–164.
- Savaştürk, T. (2023). *Kayalıköy barajının içme suyu kalitesi açısından değerlendirilmesi ve ağır metal derişiminin AAS ile belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırklareli, Türkiye.
- Seyhan, Y. (2016). *Van ili Deliçay (Haydarbey Çayı) suyunun fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi*, Yüksek lisans tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Türkiye.
- Singh, B. N., Tiwari, S. K. (2023). Drinking Water Quality and Its Impact on Human Health. *South Asian Journal of Research in Microbiology*, 15(2), 1–8.
- Smedley, P. L., Kinniburgh, D. G. (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. *Applied Geochemistry*, 17(5), 517-568.

- Smith, A. H., Lingas, E. O., Rahman, M. (2000). Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. *Bulletin of the World Health Organization*, 78(9), 1093-1103.
- Subka, H. F. (2017). *The Comparison of Underground and Desalination Sea Waters Using Due to the Lack of Freshwater Sources in Zuwarah (Libya)*, M.Sc. thesis. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Sundaram, K., Singh, R., Sharma, P. (2018). Seasonal variation of iron in underground drinking water sources around Moradabad city. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(13), 11062-11068.
- Titiz, A. M. (2020). *Su kalitesi indeksi ve bazı çoklu istatistikî teknikler kullanılarak İpsala ilçesi içme suyu kalitesinin değerlendirilmesi*, Yüksek lisans tezi. Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne, Türkiye.
- Turan, E., Bayrakdar, E. (2020). Türkiye'nin su yönetim politikaları: Ulusal güvenlik açısından bir değerlendirme. *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 1-19.
- Türkoğlu, S. (2017). *Göksu çayının içme suyu kalitesinin incelenmesi*, Yüksek lisans tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2025). Secondary Drinking Water Standards: Guidance for Nuisance Chemicals. Erişim Tarihi 25 Mayıs 2025. Erişim Adresi: <https://www.epa.gov/sdwa/secondary-drinking-water-standards-uidancenuisance-chemicals>
- Wei, Y., Li, J., Zhou, C., Xie, C., Wang, Y., Chen, D., Liu, H. (2024). Drinking water quality and health risk assessment of secondary water supply systems in residential communities. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*. 18, 18 (2024).
- WHO. (2003). Iron in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Erişim tarihi: 27 Mayıs 2025. Erişim adresi: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/iron.pdf
- WHO. (2004). Cyanide in drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/05. Geneva: World Health Organization. Erişim tarihi: 27 Mayıs 2025. Erişim adresi: <https://www.who.int/docs/default-source/washdocuments/washchemicals/cyanide-background-document.pdf>
- WHO. (2011). Guidelines for Drinking-water Quality (4th ed.). Geneva: WHO Press.
- WHO. (2021). Arsenic. Erişim tarihi: 27 Mayıs 2025. Erişim adresi: [https://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/arsenic:contentReference\[oaicite:54\]{index=54}](https://www.who.int/newsroom/factsheets/detail/arsenic:contentReference[oaicite:54]{index=54})
- Yıldız, C. (2004). *Kütahya ili içme suyu kalitesine etki eden çevresel faktörler*, Yüksek lisans tezi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Kütahya, Türkiye.
- Zamora-Ledezma, C., Negrete-Bolagay, D., Figueroa, F., Zamora-Ledezma, E., Ni, M., Alexis, F., Guerrero, V. H. (2021). Heavy metal water pollution: A fresh look about hazards, novel and conventional remediation methods. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 79, 103421.
- Zhang, P., Yang, M., Lan, J., Huang, Y., Zhang, J., Huang, S., Yang, Y., Ru, J. (2023). Water quality degradation due to heavy metal contamination: Health impacts and eco-friendly approaches for heavy metal remediation. *Toxics*, 11(10), 828.

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Doğu YILMAZ

Eğitim Bilgileri

Lisans : Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Üniversite : Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Fakülte : Ziraat Fakültesi

Bölüm : Su Ürünleri

Mezuniyet Yılı : 2008





VAN YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
LİSANSÜSTÜ TEZ ORJİNALLİK RAPORU

Tarih 19/06/2025

Tez Başlığı: İpekyolu Kırsal Mahallelerinde İçme Suyu Kalitesi
Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmamın, kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan toplam 54 (ellidört) sayfalık kısmına ilişkin, 19/06/25 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre tezimin benzerlik oranı %4 (dört) dür.

Uygulanan filtreler aşağıda verilmiştir:

- Kabul ve onay sayfası hariç,
- Teşekkür hariç,
- İçindekiler hariç,
- Simge ve kısaltmalar hariç,
- Gereç ve yöntemler hariç,
- Kaynakça hariç,
- Alıntılar hariç,
- Tezden çıkan yayınlar hariç,
- 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç (Limit match size to 7 words)

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisansüstü Tez Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Yönergeyi inceledim ve bu yönergede belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim.

Tarih ve İmza
23.06.2025

Adı Soyadı: Doğu YILMAZ
Öğrenci No: 159101139
Anabilim Dalı: Su Ürünleri Mühendisliği
Programı: Su Ürünleri
Statüsü: Yüksek lisans

DANIŞMAN

ENSTİTÜ ONAYI

UYGUNDUR

UYGUNDUR