

**DİYARBAKIR ATIK SULARINDA BAZI TOKSİK
ELEMENTLERİN (As, Pb, Hg, Cd) İNCELENMESİ**

ATALAY CİHAN

ARALIK 2024

DİYARBAKIR

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DİYARBAKIR ATIK SULARINDA BAZI TOKSİK
ELEMENTLERİN (As, Pb, Hg, Cd) İNCELENMESİ**

ATALAY CİHAN

DİCLE ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV
YÖNETMELİĞİNİN BİR PARÇASI OLARAK
KİMYA ANA BİLİM DALINDA
YÜKSEK LİSANS TEZİ
OLARAK HAZIRLANMIŞTIR

ARALIK 2024

DİYARBAKIR

**DİİYARBAKIR ATIK SULARINDA BAZI TOKSİK
ELEMENTLERİN (As, Pb, Hg, Cd) İNCELENMESİ**

Atalay CİHAN tarafından Dicle Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin bir parçası olarak hazırlanan bu çalışma, aşağıda bilgileri yazılı jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek **Kimya Ana Bilim Dalı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Neslihan DALKILIÇ
Müdür, **Fen Bilimleri Enstitüsü**

Prof. Dr. M. Zahir DÜZ
Danışman, **Kimya Bölümü,**
Dicle Üniversitesi

Sınav Jürisi:

Prof. Dr. Abdurrahman SAYDUT (*)
Maden Mühendisliği, Dicle Üniversitesi

Prof. Dr. M. Zahir DÜZ (**)
Kimya Bölümü, Dicle Üniversitesi

Prof. Dr. Abdulkadir LEVENT
Kimya Bölümü, Batman Üniversitesi

ONAY

Savunma Tarihi: 25 /12 /2024

(*) Jüri Başkanı.

(**)Tez Danışmanı.



Anneme...

Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tez çalışmasında yer alan tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu beyan ederim. Ayrıca, bahse konu bu kural ve ilkelerin gerektirdiği üzere, bu çalışmada özgün olmayan tüm bilimsel içerikleri kurallara uygun biçimde alıntılıyıp kaynak gösterdiğimi beyan ederim. Beyanımınla çelişen herhangi bir delil bulunduğu takdirde tüm sorumluluğu üstleneceğimi kabul ederim.

Ad, Soyad: Atalay CİHAN

İmza:

TEŞEKKÜR

Öncelikle danışmanım Prof. Dr. M. Zahir DÜZ'e çalışmanın daha fikir aşamasından, örnekleme, deney setlerini oluşturma, analizlerin yorumlanması ve tez taslağındaki düzeltmeler konularına kadar gösterdikleri destek ve sabırdan dolayı teşekkür ederim. Jüri üyelerime de bu tezin daha nitelikli bir hale gelmesi için yaptıkları eleştiri ve önerileri için teşekkür ederim. Diyarbakır Çevre Kontrol Laboratuvarı ve Diyarbakır Atık Su Arıtma Tesisi çalışanlarına teşekkür ederim.

En önemlisi, beni araştırma hevesiyle coşturdukları ve kendime bazı zamanlar inanmasam da bana inandıkları için aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	viii
TABLOLAR LİSTESİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Diyarbakır'ın Coğrafi ve İklimsel Özellikleri.....	4
2.1.1 Diyarbakır'ın ekonomik ve demografik yapısı	5
2.2 Dicle Nehrinin Önemi	7
2.2.1 Dicle Nehri havzası ve akış yönü.....	8
2.2.2 Dicle Nehrinin ekonomik ve ekolojik önemi	9
2.3 Atık Sular ve Kirlilik Kaynakları.....	10
2.3.1 Atık su kavramı ve türleri	10
2.3.2 Atık su yönetimi ve arıtılma süreçleri.....	11
2.3.3 Diyarbakır'da atık su kirliliği.....	13
2.3.4 Diyarbakır'da sanayi ve tarımın atık su üzerine etkisi.....	14
2.4 Toksik Elementler: Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum.....	16
2.4.1 Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) elementlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, kaynaklar ve çevreye yayılımı	18
2.4.2 Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) elementlerinin doğal ve insan kaynaklı yayılma yolları.....	19
2.4.3 Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) elementlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri	20
2.5 Atık Su Kirliliği İle İlgili Uluslararası Düzenlemeler ve Yasal Mevzuat.....	21

3. MATERYAL VE METOT.....	23
3.1 Materyal	23
3.2 Metot	25
3.2.1 Çalışma Alanı	25
3.2.2 Atık sulardan numune alınması.....	25
3.2.3 Diyarbakır çevre kontrol laboratuvarı	30
3.2.4 Numunelerin analize hazırlanması	30
4. BULGULAR	36
5. TARTIŞMA	40
6. SONUÇ	43
KAYNAKLAR	45
ÖZGEÇMİŞ	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1 Dicle Nehri'nin konumu	23
Şekil 3.2 Diyarbakır ileri biyolojik arıtma tesisinin krokisi	24
Şekil 3.3 Diyarbakır ileri biyolojik arıtma tesisi akış şeması	24
Şekil 3.4 Diyarbakır ileri biyolojik arıtma tesisi	24
Şekil 3.5 Numune alma	26
Şekil 3.6 Alınan numuneler	26
Şekil 3.7 pH Metre (HQ40D marka) ölçüm cihazı.....	27
Şekil 3.8 Numune alma etiketi	29
Şekil 3.9 Soğuk zincir	29
Şekil 3.10 Mikrodalga (Ethos-Up)	31
Şekil 3.11 Perkin Elmer NexION 2000 ICP-MS	32
Şekil 4.12 Metal Konsantrasyonlarının sınır değerle karşılaştırılması	37

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1 Atık su parametreleri (pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen ve sıcaklık)	28
Tablo 3.2 Mikrodalga atık su çalışma proğramı	31
Tablo 4.3 Diyarbakır atık sularında (Hg, As, Pb, Cd) ICP-MS çalışma sonuçları	36



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Kısaltma	Açıklama
As	Arsenik
Pb	Kurşun
Hg	Cıva
Cd	Kadmiyum
EPA	ABD Çevre Koruma Ajansı
ICP	Inductively Coupled Plasma
ICP-MS	İndüktif Olarak Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi

ÖZET

DİYARBAKIR ATIK SULARINDA BAZI TOKSİK ELEMENTLERİN (As, Pb, Hg, Cd) İNCELENMESİ

CİHAN, Atalay

Yüksek Lisans, Kimya Bölümü

Danışman: Prof. Dr. M. Zahir DÜZ

Aralık 2024, 63 sayfa

Bu çalışma, Diyarbakır ilindeki Dicle Nehri'nde Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) gibi toksik elementlerin konsantrasyonlarını belirlemek ve bu elementlerin çevresel ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, bu elementlerin bölgedeki su kirliliği üzerindeki etkilerini ve yayılma yollarını anlamaya yönelik öneriler geliştirmektedir. Araştırma, Dicle Nehri'nin belirli bölgelerinden alınan su ve çamur numunelerinde Arsenik, Kurşun, Cıva ve Kadmiyum gibi elementlerin konsantrasyonlarının analiz edilmesine dayanmaktadır. Numune analizleri katı yakıt ve sıvı yakıt birimlerinde gerçekleştirilmiş ve Inductively Coupled Plasma (ICP) cihazı ile yapılmıştır. Elde edilen veriler sınır değerlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiş ve istatistiksel analizler uygulanmıştır.

Atık su girişinde As konsantrasyonu sınır değerlerin üzerinde bulunmuş olup, diğer metaller sınır değerlerin altında tespit edilmiştir. Arıtma sonrasında tüm metallerin konsantrasyonları sınır değerlerin oldukça altında kalmıştır. Atık çamurda As birikimi gözlenmiş ve çevresel riskler oluşturabileceği belirlenmiştir. Nehirdeki metal konsantrasyonları genel olarak sınır değerlerin altında kalmıştır. Bu çalışma, Dicle Nehri'ndeki atık su kirliliğinin önemli bir sorun olduğunu ve özellikle Arsenik birikiminin dikkatle izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Arıtma tesislerinin metal giderimi konusunda etkili olduğu görülmüşse de, çamur bertarafı ve nehir kirliliği izlemeleri uzun vadede sürdürülebilir çözümler için hayati öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Dicle Nehri, Toksik elementler, Atık su kirliliği

ABSTRACT

INVESTIGATION OF SOME TOXIC ELEMENTS (As, Pb, Hg, Cd) IN WASTEWATERS OF DİYARBAKIR

CİHAN, Atalay

Master of Science in Department of Chemistry

Supervisor: Prof. Dr. M. Zahir DÜZ

Aralık 2024, 63 pages

This study aims to determine the concentrations of toxic elements such as Arsenic (As), Lead (Pb), Mercury (Hg), and Cadmium (Cd) in the Tigris River in Diyarbakır province and to examine their potential environmental and human health impacts. Additionally, it develops suggestions for understanding the effects of these elements on regional water pollution and their pathways of spread. The research is based on the analysis of the concentrations of Arsenic, Lead, Mercury, and Cadmium in water and sediment samples taken from specific areas of the Tigris River. Sample analyses were conducted in solid and liquid fuel units using the Inductively Coupled Plasma (ICP) device. The obtained data were evaluated by comparing them with limit values and statistical analyses were applied. At the wastewater entry point, the concentration of As was found to be above the limit values, while the concentrations of other metals were detected below the limit values. After treatment, the concentrations of all metals remained well below the limit values. Arsenic accumulation was observed in the waste sludge, and it was determined that it could pose environmental risks. The metal concentrations in the river generally remained below the limit values. This study highlights that wastewater pollution in the Tigris River is a significant issue, and especially the accumulation of Arsenic should be closely monitored. Although wastewater treatment plants were found to be effective in metal removal, sludge disposal and river pollution monitoring are crucial for sustainable long-term solutions.

Keywords: Tigris River, Toxic elements, Wastewater pollution

1. GİRİŞ

Dünya genelinde hızla artan nüfus ve sanayileşme, çevresel kaynakların üzerindeki baskıyı artırmış, özellikle su kirliliği ciddi bir sorun haline gelmiştir. Su kaynaklarının kirlenmesi, ekosistem dengesinin bozulmasına, biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve insan sağlığının olumsuz etkilenmesine yol açmaktadır. Su, yaşam için en temel ihtiyaçlardan biri olup, güvenli ve temiz suya erişim, sürdürülebilir kalkınmanın temel hedeflerinden biridir (Gleick, 2003). Ancak, endüstriyel atıklar, tarımsal faaliyetler ve kentsel atık sular gibi çeşitli kirlilik kaynakları, su kaynaklarının kalitesini tehdit etmektedir (Vörösmarty ve Sahagian, 2000). Bu bağlamda, su kaynaklarının korunması ve kirlilik düzeylerinin kontrol altına alınması, çevresel sürdürülebilirlik ve halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Ağır metaller, çevresel kirlenme açısından önemli bir risk faktörü oluşturan elementlerdir. Çoğu ağır metal, doğada az miktarda bulunmasına rağmen, sanayi ve insan aktiviteleri nedeniyle çevreye yayılmakta ve su ekosistemlerinde birikim yapmaktadır. Bu metallerin sucul ortamlarda birikimi, hem su canlıları hem de insanlar üzerinde ciddi toksik etkilere neden olabilmektedir. Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd), en yaygın ve tehlikeli ağır metaller arasında yer almakta olup, insan sağlığı ve çevre için ciddi tehditler oluşturmaktadır (Jarup, 2003). Bu metaller, sucul ekosistemlere girdiğinde, besin zinciri yoluyla yayılım gösterebilir ve nihayetinde insanlara ulaşabilir. Arsenik, hem doğal kaynaklardan hem de endüstriyel aktivitelerden kaynaklanabilir ve uzun süreli maruziyet, cilt, mesane ve akciğer kanseri gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Naujokas vd., 2013). Kurşun, özellikle çocukların gelişiminde nörolojik bozukluklara neden olabilir ve yetişkinlerde hipertansiyon ve böbrek hastalıkları gibi kronik sorunlara yol açabilir (Needleman, 2004). Cıva, su ekosistemlerinde metil cıva formuna dönüşerek, biyomagnifikasyon yoluyla su ürünleri tüketen insanlarda nörotoksisiteye neden olabilir (Clarkson ve Magos, 2006). Kadmiyum ise böbrek hasarına, kemik hastalıklarına ve solunum problemlerine yol açabilir (Bernard, 2008).

Diyarbakır, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan ve tarihi, kültürel zenginlikleriyle tanınan bir şehirdir. Şehrin su kaynakları arasında en önemli yer tutan Dicle Nehri, bölgenin tarım, içme suyu ve sanayi ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Ancak,

Diyarbakır'da artan sanayileşme ve kentleşme, Dicle Nehri ve çevresindeki su kaynaklarını kirleten başlıca faktörler arasında yer almaktadır. Sanayi tesislerinden ve tarımsal alanlardan kaynaklanan atık sular, nehrin su kalitesini düşürmekte ve ağır metal kirliliği sorununu beraberinde getirmektedir (Gündüz ve Coşkun, 2015).

Diyarbakır ve çevresinde yapılan çeşitli araştırmalar, Dicle Nehri'ndeki su kalitesinin giderek bozulduğunu ve ağır metal konsantrasyonlarının, ulusal ve uluslararası standartların üzerinde olduğunu göstermektedir (Korkmaz, vd., 2020).

Dicle Nehri'nin su kalitesindeki bozulma, ekosistem sağlığını ve halk sağlığını tehdit eden bir durumdur. Nehrin su kalitesinin düşmesi, hem sucul yaşamı hem de bu sudan faydalanan insanların sağlığını olumsuz etkilemektedir. Ağır metallerin su ekosistemlerinde birikimi, sucul organizmaların biyolojik süreçlerini bozarak, onların yaşam sürelerini kısaltabilir ve popülasyonlarını azaltabilir (Luoma ve Rainbow, 2008).

Ayrıca, bu metallerin besin zincirine girmesi, su ürünleri tüketen insanlar üzerinde de çeşitli sağlık riskleri oluşturabilir. Dicle Nehri'nden alınan suyun tarımsal sulama amacıyla kullanılması, toprağın ağır metallerle kirlenmesine ve bu metallerin tarımsal ürünler yoluyla insanlara ulaşmasına neden olabilir (Alloway, 2013).

Bu çalışmanın amacı, Diyarbakır ilindeki Dicle Nehri'nde bulunan Arsenik, Kurşun, Cıva ve Kadmiyum gibi toksik elementlerin konsantrasyonlarını belirlemek ve bu elementlerin çevresel ve sağlık üzerindeki potansiyel etkilerini incelemektir. Çalışma, su kirliliği kaynaklarının belirlenmesi ve bu kirliliğin yayılım yollarının anlaşılması yoluyla, bölgedeki su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik öneriler geliştirmeyi hedeflemektedir. Ayrıca, bu araştırma, Diyarbakır ve benzeri bölgelerde su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi için gerekli stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Araştırma sonuçları, Diyarbakır'daki su kirliliği durumunu bilimsel verilerle ortaya koyarak, halk sağlığının korunması ve ekosistemlerin sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından önem arz etmektedir.

Diyarbakır'da su kirliliği üzerine yapılan bu çalışma, yerel halkın bilinçlendirilmesine ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine katkıda bulunacaktır. Su kirliliği sorununun çözümüne yönelik olarak, yerel yönetimlerin ve ilgili kurumların bilinçli

politikalar geliştirmesi ve uygulaması gerekmektedir. Bu bağlamda, Dicle Nehri'nin su kalitesinin iyileştirilmesi, bölgedeki biyolojik çeşitliliğın korunması ve halk sağığının güvence altına alınması için hayati bir öneme sahiptir. Bu doğrultuda, bilimsel araştırmaların ve saha çalışmalarının yanı sıra, toplumun su kirliliğı konusunda bilinçlendirilmesi ve aktif katılımının sağılanması da büyük önem taşımaktadır (Stern ve Dietz, 2008). Ayrıca, su kirliliğı sorunuyla başa çıkmak için ulusal ve uluslararası düzeyde işbirliklerinin artırılması ve etkili çözümlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmanın, Diyarbakır'daki su kirliliğı sorununa dikkat çekerek, çözüm yolları sunması ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağılaması beklenmektedir.

Bu çalışmanın amacı, Diyarbakır ilindeki Dicle Nehri'nde bulunan Arsenik, Kurşun, Cıva ve Kadmiyum gibi toksik elementlerin konsantrasyonlarını belirlemek ve bu elementlerin çevresel ve sağık üzerindeki potansiyel etkilerini inceleyerek, bölgedeki su kirliliğı sorununun çözümüne yönelik öneriler geliştirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Diyarbakır'ın Coğrafi ve İklimsel Özellikleri

Diyarbakır, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alır ve Mezopotamya'nın kuzeyinde konumlanmıştır. Şehir, tarih boyunca stratejik bir öneme sahip olmuş ve pek çok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Diyarbakır'ın coğrafi konumu ve iklimi, doğal çevresi ve insan yaşamı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Bu bölümde, Diyarbakır'ın coğrafi ve iklimsel özellikleri detaylı bir şekilde incelenecektir. Diyarbakır'ın yüzölçümü yaklaşık 15,355 kilometrekaredir ve 37°53' kuzey enlemleri ile 40°16' doğu boylamları arasında yer alır. Şehir, doğusunda Batman ve Muş, kuzeyinde Elazığ ve Malatya, batısında Adıyaman, güneybatısında Şanlıurfa ve güneyinde Mardin ile komşudur. Bu coğrafi konum, Diyarbakır'a hem dağlık hem de düz arazi özellikleri kazandırmaktadır. Karacadağ, Diyarbakır'ın kuzeybatısında yer alan ve volkanik kökenli bir dağ olup, bölgenin en önemli doğal oluşumlarından biridir. Karacadağ'ın bazaltik toprakları, tarım için verimli zeminler oluştururken, aynı zamanda yer altı su kaynaklarının zenginleşmesine katkı sağlar. Diyarbakır'dan geçen Dicle Nehri, bölgenin en önemli su kaynağıdır. Tarım, sanayi ve günlük yaşam için hayati öneme sahiptir. Dicle Nehri'nin varlığı, Diyarbakır'ın tarımsal faaliyetlerinde önemli bir rol oynamış ve bölge ekonomisinin şekillenmesine katkıda bulunmuştur (Çiçek, 2018).

İklim açısından bakıldığında, Diyarbakır karasal iklim özellikleri gösterir. Bu iklim tipi, sıcak ve kurak yazlar ile soğuk ve yağışlı kışlar ile karakterizedir. Yaz aylarında sıcaklık 40°C'yi aşabilirken, kış aylarında sıcaklık 0°C'nin altına düşebilir. Diyarbakır'da yıllık ortalama yağış miktarı 500-600 mm civarındadır ve yağışlar genellikle ilkbahar ve sonbahar aylarında yoğunlaşır (Türkeş, 2020). Bu iklim koşulları, tarımsal üretim süreçlerini ve su kaynaklarının yönetimini doğrudan etkiler. Özellikle yaz aylarında yaşanan aşırı sıcaklıklar ve kuraklık, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi açısından önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Dicle Nehri'nin taşıdığı su miktarı, bu dönemde azalma gösterebilir ve bu durum, hem tarımsal sulama hem de içme suyu temini açısından riskler doğurabilir (Smith ve Brown, 2021).

Diyarbakır'ın toprak yapısı, volkanik bazalt taşları ve alüvyal topraklardan oluşur. Bu topraklar, Dicle Nehri'nin taşıdığı alüvyonlarla zenginleşmiş ve tarım için elverişli hale

gelmiştir. Bu nedenle, Diyarbakır tarımsal üretim açısından Türkiye'nin önemli bölgelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Aksoy, 2017). Tarımsal faaliyetler, bölgenin iklim ve toprak özelliklerine göre şekillenmekte ve bu bağlamda buğday, arpa, mercimek, pamuk ve karpuz gibi ürünler öne çıkmaktadır. Diyarbakır Karpuzu, kendine özgü tat ve büyüklüğü ile bölgenin tanınmış bir tarım ürünü olup, bu özelliklerini bölgenin toprak ve iklim yapısından almaktadır (Johnson, 2022).

Dicle Nehri, Diyarbakır'ın su kaynakları açısından en önemli unsuru olup, bölgedeki sulama ve içme suyu ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Ancak, nehir üzerinde kurulu olan çeşitli sanayi tesisleri ve yerleşim birimlerinden kaynaklanan atıklar, su kalitesini tehdit etmektedir. Dicle Nehri'nde kirliliğe yol açan en önemli unsurlar arasında Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) gibi toksik elementler bulunmaktadır. Bu elementler, nehir suyu ve çevresindeki ekosistemler üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmekte, aynı zamanda tarımsal sulama yoluyla tarım ürünlerine ve dolaylı olarak insan sağlığına zarar verebilmektedir (Bektaş, 2019).

İklim değişikliği ve insan kaynaklı kirlilik, Diyarbakır ve çevresindeki su kaynakları üzerinde baskı oluşturan önemli faktörlerdir. Gelecekteki iklim senaryoları, bölgedeki su kaynaklarının miktar ve kalite açısından daha da fazla risk altında olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve toksik elementlerin izlenmesi, Diyarbakır'ın çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir (Kara ve Yılmaz, 2023).

Diyarbakır'ın coğrafi ve iklimsel özellikleri, şehrin çevresel dinamiklerini ve bu bağlamda Dicle Nehri'nin önemini vurgulamaktadır. Diyarbakır'daki su kaynaklarının korunması ve iyileştirilmesi hem bölgenin ekolojik dengesinin sağlanması hem de tarımsal ve endüstriyel faaliyetlerin sürdürülebilirliği için hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda, Diyarbakır'da yürütülecek araştırma ve politikalar, çevresel koruma ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerini göz önünde bulundurmalıdır.

2.1.1 Diyarbakır'ın ekonomik ve demografik yapısı

Diyarbakır, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin önemli ekonomik merkezlerinden biri olup, ekonomik yapısı büyük ölçüde tarıma dayalıdır. Tarım, Diyarbakır'ın ekonomik

faaliyetlerinin merkezinde yer almakta olup, buğday, arpa, mercimek, pamuk ve karpuz gibi ürünlerin yetiştirilmesi ile karakterizedir. Bu ürünler, bölgenin tarımsal potansiyelini ve ekonomisinin temel taşlarını oluşturur. Tarımsal üretim hem yerel tüketim hem de ihracat açısından önem taşır. Özellikle Diyarbakır Karpuzu, kendine özgü tat ve büyüklüğü ile bölgesel ve ulusal pazarda tanınmaktadır. Tarımsal üretim ve ihracat, bölge ekonomisinin önemli bir kısmını teşkil eder ve yerel ekonomiyi destekler (Yurtseven, 2021).

Hayvancılık da Diyarbakır'ın ekonomik yapısında önemli bir yer tutar. Küçükbaş ve büyükbaş hayvancılık faaliyetleri, hem kırsal ekonomiyi destekler hem de bölgesel gıda üretimini sağlar. Hayvancılık sektörü, tarımsal üretimle birlikte, bölgenin ekonomik çeşitliliğini ve istihdam olanaklarını artırır. Ancak, hayvancılık faaliyetlerinin çevresel etkileri, su kaynakları ve arazi kullanımına dair yönetim stratejilerini gerektirir (Arslan, 2020).

Sanayi sektörü, Diyarbakır'da giderek büyüyen bir ekonomik faaliyet alanıdır. Tekstil ve gıda işleme sanayileri, şehirdeki sanayi altyapısının önemli bileşenleridir. Sanayi yatırımları, istihdam yaratma ve ekonomik çeşitlilik sağlama açısından önemlidir. Ancak, sanayi faaliyetleri çevresel etkiler de yaratabilir. Özellikle sanayi tesislerinin atıkları, Dicle Nehri ve çevresindeki ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler doğurabilir. Bu nedenle, çevresel yönetim ve sürdürülebilirlik konuları, sanayi faaliyetleri açısından dikkate alınmalıdır (Demirtaş, 2022).

Diyarbakır'ın demografik yapısı, nüfus dinamiklerini ve toplumsal yapı değişikliklerini yansıtır. Şehrin nüfusu 2023 yılı itibariyle yaklaşık 2 milyon kişidir. Nüfus artışı, hem doğal artış hem de göç hareketleri ile şekillenmektedir. İç göç ve dış göç, şehirdeki nüfus yapısını değiştiren önemli faktörlerdir. İç göç, özellikle kırsal alanlardan şehirlere gerçekleşirken, dış göç ise çevre illerden ve diğer bölgelerden şehre yönelmiştir. Bu göç hareketleri, şehirdeki demografik yapı üzerinde önemli değişikliklere yol açmakta ve bu durum, altyapı ve sosyal hizmetlere olan talebi artırmaktadır (Kurt, 2021).

2.2 Dicle Nehrinin Önemi

Diyarbakır, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Dicle Nehri'nin kenarında yer alır ve bu nehir, bölgenin coğrafi ve ekonomik yapısında merkezi bir rol oynar. Dicle Nehri'nin önemi, tarımsal üretimden su kaynaklarına, tarihsel gelişimden ekonomik faaliyetlere kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Nehrin sunduğu su kaynakları, özellikle kurak ve sıcak iklim koşullarında, bölgedeki tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliği açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Dicle Nehri, Mezopotamya'nın en önemli akarsularından biri olarak bilinir ve Diyarbakır'daki tarımsal üretimin belkemiğini oluşturur. Nehir, tarımsal sulamanın sağlanmasında merkezi bir rol oynamakta olup, özellikle yaz aylarında yaşanan sıcak ve kurak hava koşullarında bu rol daha da belirginleşir. Tarımsal üretimde kullanılan su miktarı, nehrin sağladığı su kaynaklarına doğrudan bağlıdır. Bu bağlamda, nehrin su seviyesi ve kalitesi, bölgedeki tarımsal verimliliği ve üretim kapasitesini doğrudan etkiler (Smith, 2021).

Dicle Nehri'nin ekonomik önemi sadece tarımla sınırlı kalmaz; aynı zamanda bölgenin içme suyu ihtiyacını da karşılar. Nehrin suyu, hem şehir içme suyu hem de sanayi kullanımı için büyük bir kaynak sağlar. Ancak, sanayi ve yerleşim alanlarından kaynaklanan atık sular, nehrin su kalitesini tehdit edebilir. Bu atık sular, ağır metaller ve diğer kirleticileri içererek nehrin ekosistemini bozabilir ve su kaynaklarının kullanılabilirliğini azaltabilir (Lee ve Chang, 2019). Bu tür kirlilik sorunları, hem çevresel hem de sağlık açısından ciddi riskler oluşturur ve bu nedenle etkili bir atık yönetimi ve su kalitesi izleme gerektirir.

Dicle Nehri'nin tarihi önemi de göz ardı edilemez. Nehir, Mezopotamya'nın erken dönem yerleşimlerine ve medeniyetlerine yaşam kaynakları sağlamış ve bu medeniyetlerin tarımsal ve ticari faaliyetlerini desteklemiştir. Tarihsel olarak, Dicle Nehri çevresindeki yerleşimler, nehrin sunduğu su kaynaklarını kullanarak ekonomik ve sosyal yapılarını oluşturmuşlardır (Harris, 2022). Bu tarihsel bağlam, nehrin sadece bir doğal kaynak olmanın ötesinde, kültürel ve tarihsel bir değer taşıdığını gösterir.

Diyarbakır Dicle Nehri, bölgenin tarımsal üretimi, içme suyu temini ve tarihsel gelişimi açısından kritik bir öneme sahiptir. Ancak, sanayi ve yerleşim bölgelerinden kaynaklanan atık suların yönetimi, nehrin sürdürülebilirliği açısından büyük bir öneme sahiptir. Su kirliliğinin önlenmesi ve nehrin ekosisteminin korunması, hem bölgesel çevresel dengenin sağlanması hem de sağlık ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından gereklidir.

2.2.1 Dicle Nehri havzası ve akış yönü

Dicle Nehri, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Diyarbakır'dan geçerek Irak'a ulaşan önemli bir akarsudur. Bu nehir, hem coğrafi hem de hidrolojik açıdan kritik bir öneme sahiptir. Uzunluğu, havzası ve akış özellikleri, bölgenin su yönetimi ve ekosistem dengesi üzerinde önemli etkiler yaratır.

Dicle Nehri'nin toplam uzunluğu yaklaşık 1.900 kilometredir. Bu uzunluk, nehrin Türkiye'nin doğusunda, Toros Dağları'ndan başlayarak Irak'a kadar olan yolculuğunu kapsar. Dicle Nehri'nin uzunluğu, onu Orta Doğu'nun en uzun nehirlerinden biri yapar ve bu uzunluk, nehrin ekosistem üzerindeki etkilerini geniş bir alanı kapsayacak şekilde yayar (Gürkan, 2023).

Nehrin havzası, yaklaşık 42.000 kilometrekarelik bir alanı kaplar ve bu geniş alan, Türkiye ve Irak'ın çeşitli coğrafi özelliklerini içerir. Havzanın genişliği, nehrin su akışını ve debisini etkileyen önemli bir faktördür. Dicle Nehri'nin havzası, yüksek dağlar, vadiler ve geniş ovalardan oluşur. Bu çeşitli coğrafi özellikler, nehrin su toplama kapasitesini ve akış dinamiklerini şekillendirir (Sönmez, 2022).

Dicle Nehri'nin akış özellikleri, mevsimsel değişiklikler ve coğrafi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir. Nehir, genellikle yüksek dağlardan gelen eriyik su ve yağışlarla beslenir. Kış ve ilkbahar aylarında, kar erimeleri ve yoğun yağışlar nedeniyle nehrin debisi artarken, yaz aylarında su seviyeleri düşer. Bu mevsimsel değişiklikler, bölgedeki tarımsal faaliyetler ve su kaynakları yönetimi açısından kritik öneme sahiptir. Özellikle yaz aylarında yaşanan düşük su seviyeleri, sulama ihtiyacını artırır ve bu durum, tarımsal verimliliği etkileyebilir (Karakaya, 2021).

Dicle Nehri'nin uzunluğu, havzası ve akış özellikleri, bölgenin su yönetimi ve ekosistem sağlığı açısından önemli etkiler yaratır. Su yönetimi stratejileri, hem doğal ekosistemlerin korunmasını hem de tarımsal ve kentsel su ihtiyaçlarının karşılanması hedefler. Nehrin sürdürülebilir yönetimi, su kaynaklarının etkin kullanımı ve çevresel koruma açısından büyük bir öneme sahiptir (Turan, 2020).

Diyarbakır Dicle Nehri'nin uzunluğu, havzası ve akış özellikleri, bölgenin hidrolojik ve ekolojik dengesini şekillendiren önemli faktörlerdir. Nehrin bu özellikleri, bölgesel su yönetimi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir rol oynar. Etkili su yönetimi ve çevresel koruma stratejileri, Dicle Nehri'nin ekosistem sağlığını ve ekonomik faydalarını sürdürülebilir şekilde korumak için gereklidir.

2.2.2 Dicle Nehrinin ekonomik ve ekolojik önemi

Diyarbakır Dicle Nehri, bölgedeki ekonomik ve ekolojik dengeleri belirlemede kritik bir rol oynar. Uzunluğu ve geniş havzası, hem tarımsal üretim hem de doğal ekosistemler üzerindeki etkilerini şekillendirir.

Ekonomik açıdan, Dicle Nehri'nin önemi, özellikle tarımsal faaliyetler için sağladığı su kaynaklarıyla kendini gösterir. Nehir, bölgedeki sulama ihtiyaçlarını karşılamada hayati bir rol oynar. Tarımsal üretim, Dicle Nehri'nin su miktarına doğrudan bağlıdır; bu nedenle, suyun düzenli ve yeterli olması, bölgesel tarım ekonomisinin sürdürülebilirliği açısından elzemdir. Tarımsal üretimin yanı sıra, Dicle Nehri'nin içme suyu sağlama fonksiyonu da bölgesel ekonomik yapı üzerinde etkilidir. Nehrin suyunun şehir içme suyu sistemlerine sağlanması, kentsel gelişim ve yaşam kalitesi açısından kritik bir rol oynar. Özellikle kuraklık dönemlerinde, suyun yönetimi ve korunması hem tarımsal hem de kentsel su ihtiyacını karşılamada önemli bir faktördür (Miller ve Reed, 2023).

Ekolojik açıdan, Dicle Nehri'nin sağladığı habitatlar, biyolojik çeşitliliğin korunmasına önemli katkılarda bulunur. Nehrin çevresindeki su ekosistemleri, çeşitli balık ve kuş türleri için yaşam alanları sunar. Bu türler, nehrin sağladığı doğal ortamda üremekte ve beslenmektedir. Nehrin su kalitesi, bu ekosistemlerin sağlığı üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir; kirlilik ve su seviyesindeki değişiklikler, ekosistem dengesini bozabilir ve biyoçeşitliliği tehdit edebilir. Özellikle sanayi ve tarım atıkları,

nehir su kalitesini etkileyebilir ve bu da ekosistem sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Rodriguez vd., 2022). Dolayısıyla, etkili su yönetimi ve çevre koruma önlemleri, nehrin ekosistem sağlığının sürdürülebilirliğini sağlamak için gereklidir. Dicle Nehri'nin ekonomik ve ekolojik önemi, hem bölgesel hem de daha geniş ölçekli etkiler yaratır. Su kaynaklarının yönetimi, tarımsal verimlilik ve içme suyu temini açısından kritik bir rol oynarken, ekosistemlerin korunması, bölgedeki biyoçeşitliliğin devamını sağlamak açısından önemlidir. Bu bağlamda, hem ekonomik hem de ekolojik sürdürülebilirliğin sağlanması için kapsamlı bir su yönetimi ve çevre koruma stratejisi geliştirilmesi gerekmektedir.

2.3 Atık Sular ve Kirlilik Kaynakları

2.3.1 Atık su kavramı ve türleri

Atık su, çeşitli insan faaliyetleri sonucu oluşan ve genellikle kirleticiler içeren sıvı atıklardır. Evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklardan türeyen atık sular, farklı özellikler taşıyarak çeşitli arıtma ve yönetim gereksinimlerine sahiptir.

Evsel atık sular, konutlardan ve ticari alanlardan gelen kullanılmış suyu içerir. Bu tür atık sular, genellikle organik maddeler, deterjanlar, yağlar ve diğer kirleticileri barındırır. Evsel atık suların arıtımı, biyolojik, kimyasal ve fiziksel yöntemlerle gerçekleştirilir. Biyolojik arıtma süreçlerinde, mikroorganizmalar organik maddeleri ayrıştırır, kimyasal arıtma ise zararlı bileşenleri nötralize eder. Bu arıtma süreçleri, evsel atık suların çevresel etkilerini minimize eder ve suyun yeniden kullanılabilirliğini artırır (Metcalf ve Eddy, 2014).

Endüstriyel atık sular, sanayi tesislerinden kaynaklanan ve yüksek oranda kirletici içeren sulardır. Bu sular, üretim süreçlerinden, kimyasal işlemlerden veya sanayi atıklarından oluşur. Endüstriyel atık suların içeriği, sektöre bağlı olarak değişiklik gösterir ve genellikle yüksek konsantrasyonlarda ağır metaller, toksik kimyasallar ve organik bileşenler içerir. Endüstriyel atık suların arıtımı, özel teknolojiler ve yöntemler gerektirir. Bu süreçler, kirleticilerin etkin bir şekilde giderilmesini sağlar ve çevresel riskleri azaltır. Ayrıca, endüstriyel atık suların geri kazanımı ve yeniden kullanımı, kaynak verimliliğini artırır (Rao ve Karthikeyan, 2020).

Tarımsal atık sular, tarım uygulamalarından kaynaklanan ve genellikle gübreler, pestisitler ve diğer kimyasal maddeleri içeren sulardır. Bu sular, sulama sırasında veya yüzey akıntıları yoluyla ortaya çıkar. Tarımsal atık suların yönetimi, toprak ve su kaynaklarının korunması açısından büyük önem taşır. Tarımsal atık su yönetimi, suyun kirlenmesini önlemek ve çevresel etkileri azaltmak için çeşitli stratejiler ve uygulamalar içerir. Bu stratejiler arasında, su tasarrufu yöntemleri, çevre dostu gübre kullanımı ve uygun sulama teknikleri bulunur (García-Gómez vd., 2018).

Genel olarak, atık suyun yönetimi, bu farklı türdeki suların arıtılması, bertaraf edilmesi ve yeniden kullanılması süreçlerini içerir. Atık su yönetimi, çevresel etkilerin azaltılması ve su kaynaklarının korunması açısından kritik öneme sahiptir. Arıtma tesislerinde uygulanan yöntemler, suyun kalitesini iyileştirir ve kirleticilerin doğaya zararsız bir şekilde geri kazandırılmasını sağlar. Etkili atık su yönetimi, hem çevresel hem de insan sağlığı açısından sürdürülebilir bir yaklaşımı destekler (Tchobanoglous vd., 2014).

2.3.2 Atık su yönetimi ve arıtılma süreçleri

Atık su yönetimi ve arıtılması, çevresel ve sağlık sorunlarını önlemek için kritik öneme sahiptir. Atık su, çeşitli insan faaliyetleri sonucunda oluşan ve kirleticiler içeren sıvı atıklardır. Bu atık sular, evsel, endüstriyel ve tarımsal kaynaklardan türeyebilir ve bu kaynaklara bağlı olarak farklı arıtma ve yönetim gereksinimlerine sahiptir. Atık su yönetimi, bu süreçlerin doğru bir şekilde uygulanmasını sağlar ve çevresel etkileri azaltır.

Atık su yönetimi

Atık su yönetimi, suyun kirlenmesini önlemek ve çevresel etkileri azaltmak amacıyla çeşitli stratejiler ve yöntemler içerir. Bu süreç, atık suyun toplama, taşıma, arıtma ve bertarafını kapsar. Toplama ve taşıma aşamaları genellikle kanalizasyon sistemleri aracılığıyla yapılır. Kanalizasyon sistemleri, atık suları merkezileştirir ve arıtma tesislerine yönlendirir. Bu sistemlerin etkinliği, atık suyun çevresel etkilerini minimize eder ve kaynakların korunmasını sağlar (Gormley vd., 2019).

Arıtma süreçleri

Arıtma süreci, atık suların içindeki kirleticilerin giderilmesini içerir. Genel olarak, arıtma işlemi üç aşamada gerçekleşir: birincil, ikincil ve üçüncül arıtma. Birincil arıtma, büyük katı maddelerin ve yağların fiziksel yöntemlerle ayrıştırılmasını sağlar. Çökelme ve filtrasyon gibi yöntemler kullanılır. İkincil arıtma, biyolojik süreçler kullanarak organik maddelerin ayrıştırılmasını gerçekleştirir. Bu süreç, aktif çamur sistemleri veya biyolojik reaktörler aracılığıyla yapılır. Üçüncül arıtma ise, daha ileri düzeyde kimyasal ve fiziksel yöntemlerle suyun temizlenmesini sağlar. Bu aşamada, ozonlama, aktif karbon filtrasyonu ve ters osmoz gibi teknikler uygulanır (Jenkins vd., 2018).

Arıtma yöntemleri

Birincil arıtma, fiziksel süreçler aracılığıyla büyük parçacıkları suyun içinden ayırır. Bu süreç, kirleticilerin büyük kısmını suyun dışına çıkarır ve sonraki arıtma aşamaları için suyun hazırlığını yapar. İkincil arıtma, organik maddelerin biyolojik olarak parçalanmasını sağlar. Bu aşamada, mikroorganizmalar kullanılarak organik kirleticiler ayrıştırılır ve suyun kalitesi artırılır. Üçüncül arıtma ise, suyun en yüksek kaliteye getirilmesi amacıyla kimyasal ve fiziksel yöntemler kullanır. Bu aşamada, suyun içindeki zararlı maddeler tamamen ortadan kaldırılır ve suyun yeniden kullanımı veya doğaya geri verilmesi sağlanır (Miller ve Spoolman, 2017).

Atık su arıtma ve yönetimi üzerine yapılan araştırmalar, çeşitli teknolojilerin etkinliğini ve uygulama alanlarını incelemiştir. Örneğin, gelişmiş ülkelerde kullanılan ileri arıtma teknolojileri, suyun kalitesini önemli ölçüde artırmakta ve çevresel etkileri minimize etmektedir (Gormley vd., 2019). Türkiye'de, atık su yönetimi ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış ve bu çalışmalar, atık su arıtma tesislerinin etkinliğini ve çevresel etkilerin azaltılmasını hedefleyen stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlamıştır (Özdemir ve Çelik, 2021). Bu araştırmalar, su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir su yönetimi açısından önemli bilgiler sunmaktadır.

Atık su yönetimi ve arıtma süreçleri, su kaynaklarının korunması ve çevresel sağlık açısından kritik bir öneme sahiptir. Arıtma süreçlerinin etkin bir şekilde uygulanması, çevresel etkilerin azaltılmasını ve suyun güvenli bir şekilde yeniden kullanımını sağlar.

2.3.3 Diyarbakır’da atık su kirliliği

Hızlı nüfus artışı ve sanayileşme süreçleri, atık su yönetimi ve kirliliği açısından çeşitli zorluklara yol açmaktadır. Atık su kirliliği, özellikle su kaynakları ve halk sağlığı üzerindeki etkileri nedeniyle dikkat çeken bir konudur.

Atık su kirliliğinin genel durumu

Diyarbakır’daki atık su kirliliği, şehrin sanayileşmesi ve hızla artan nüfusu ile doğrudan ilişkilidir. Şehirdeki endüstriyel faaliyetler, özellikle tekstil, gıda işleme ve diğer ağır sanayi sektörleri, yüksek miktarda kirletici madde içeren atık sular üretmektedir. Bu atık suların arıtılmadan doğrudan su yollarına deşarj edilmesi, su kaynaklarının kirlenmesine yol açmaktadır. Ayrıca, evsel atık suların da uygun şekilde arıtılmadan doğrudan doğaya bırakılması, kirletici yükünü artırmaktadır.

Yerel çalışmalar ve veriler

Yerli literatürde, Diyarbakır’daki atık su kirliliği üzerine yapılan çalışmalar, bölgesel su kaynaklarının kirlenme seviyelerini ve bu kirlenmenin çevresel etkilerini detaylandırmaktadır. Örneğin, Ceylan et al. (2021) tarafından yapılan bir araştırmada, Diyarbakır’ın ana su kaynaklarından biri olan Dicle Nehri üzerindeki atık su kirliliğinin, ağır metal ve organik kirleticiler açısından yüksek seviyelerde olduğu belirtilmiştir. Aynı çalışma, kirliliğin nehir ekosistemleri üzerindeki olumsuz etkilerini de vurgulamıştır (Ceylan ve Demirtaş, 2021).

Bir başka çalışma ise, Diyarbakır’daki atık su arıtma tesislerinin performansını incelemiştir. Özdemir ve Çelik (2020), mevcut atık su arıtma sistemlerinin yetersizliğini ve bu durumun su kalitesi üzerindeki etkilerini analiz etmişlerdir. Bu çalışma, arıtma tesislerinin kapasitesinin artırılması ve mevcut teknolojilerin iyileştirilmesi gerektiğini önermektedir (Özdemir ve Çelik, 2021).

Uluslararası perspektifler

Uluslararası literatürde, atık su kirliliği ile ilgili genel bilgiler, özellikle gelişmekte olan bölgelerdeki sorunlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Örneğin, WHO (2018) raporları, atık su kirliliğinin sağlık üzerindeki etkilerini ve etkili yönetim stratejilerini incelemektedir. Bu raporlar, özellikle az gelişmiş bölgelerde atık suyun arıtılmadan

doğrudan doğaya verilmesinin, su kaynaklarını ve halk sağlığını tehdit ettiğini belirtmektedir (WHO, 2018).

Ek olarak, Kumar et al. (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, gelişmekte olan ülkelerde atık su yönetiminin zorlukları ve bu zorluklarla başa çıkma stratejileri ele alınmıştır. Bu çalışma, yerel yönetimlerin atık su yönetimini iyileştirmek için uygulayabileceği yöntemler ve politikalar hakkında bilgi sunmaktadır. Diyarbakır gibi şehirlerde bu stratejilerin uygulanması, kirliliğin azaltılmasına katkıda bulunabilir (Kumar vd., 2019).

Diyarbakır'daki atık su kirliliği, hem yerel hem de uluslararası literatürde geniş bir şekilde ele alınmıştır. Şehirdeki atık su yönetimi ve arıtma süreçlerinin güçlendirilmesi, su kaynaklarının korunması ve halk sağlığının iyileştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Mevcut arıtma tesislerinin kapasitesinin artırılması, ileri arıtma teknolojilerinin uygulanması ve düzenli denetimlerin yapılması, atık su kirliliğinin azaltılmasında etkili stratejiler olacaktır. Ayrıca, yerel halkın bilinçlendirilmesi ve atık su yönetimi konusunda eğitilmesi, bu sorunla mücadelede önemli bir adımdır.

2.3.4 Diyarbakır'da sanayi ve tarımın atık su üzerine etkisi

Şehrin sanayi ve tarım faaliyetleri, bölgesel kalkınmayı desteklerken aynı zamanda su kaynakları üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Sanayi ve tarım, atık su kirliliğinin iki önemli kaynağıdır ve bu etkiler hem çevresel hem de sağlık açısından çeşitli sorunlara yol açmaktadır.

Sanayinin atık su üzerindeki etkisi: Diyarbakır'daki sanayi faaliyetleri, şehir ekonomisinin önemli bir parçasıdır ve tekstil, gıda işleme, kimya ve metalürji gibi sektörleri içerir. Bu sanayi dalları, yüksek miktarda atık su ve bu suların içinde çeşitli kirleticiler üretmektedir. Özellikle tekstil ve gıda işleme sektörlerinde kullanılan kimyasal maddeler, ağır metaller ve organik bileşenler içeren atık sular, çevresel kirliliğe yol açmaktadır (Yılmaz vd., 2019).

Diyarbakır'daki sanayi tesislerinden kaynaklanan atık sular genellikle yerel arıtma sistemleri tarafından işlenir. Ancak mevcut arıtma kapasitesi, sanayi tesislerinin

ürettiği kirleticilerin yüksekliği ile yetersiz kalabilmektedir. Bu durum, atık suların doğrudan yüzey sularına deşarj edilmesine ve bu suların kirlenmesine neden olmaktadır. Sanayi atık sularının arıtılmasında kullanılan teknolojilerin yetersizliği, kirleticilerin su kaynaklarına geçişini engelleyememekte ve ekosistem üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Güzel vd., 2020).

Tarımın atık su üzerindeki etkisi: Tarım, Diyarbakır'ın ekonomik yapısında önemli bir rol oynamaktadır ve özellikle sulama, gübreleme ve pestisit kullanımı nedeniyle tarımsal atık sular büyük bir çevresel sorun teşkil etmektedir. Tarımda kullanılan gübreler ve pestisitler, sulama sırasında veya yüzey akıntıları yoluyla su kaynaklarına karışmakta ve bu suların kalitesini bozmaktadır. Tarımsal atık sular, genellikle yüksek düzeyde Nitrat, Fosfor ve diğer kimyasal bileşenler içerir, bu da su kaynaklarında ötrofikasyona yol açabilir (Alkan ve Kaya, 2021).

Tarımsal atık suların yönetimi, genellikle sınırlı bir şekilde yapılmaktadır. Sulama sırasında kullanılan suyun bir kısmı, gübre ve pestisitlerle kirlenmiş olarak geri döner ve bu durum, yeraltı su kaynaklarının da kirlenmesine yol açabilir. Tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde, tarımsal atık suların arıtılmadan doğrudan su yollarına bırakılması, su kaynaklarında kirlenmeye ve biyoçeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır (Öztürk vd., 2019).

Sanayi ve tarımın kümülatif etkileri: Sanayi ve tarımın birlikte oluşturduğu kirlilik, Diyarbakır'daki su kaynakları üzerinde kümülatif etkiler yaratmaktadır. Her iki sektörde atık sularında yüksek konsantrasyonlarda kirleticiler içerdiğinden, bu kirleticilerin birlikte bulunması, su ekosistemlerinin bozulmasına ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır. Örneğin, ağır metaller ve kimyasal bileşenlerin yüksek konsantrasyonları, hem su canlıları hem de insan sağlığı için ciddi riskler oluşturur (Kaya vd., 2022).

Diyarbakır'daki su kaynaklarının korunması ve kirliliğin azaltılması için, sanayi ve tarım faaliyetlerinin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Arıtma tesislerinin kapasitesinin artırılması, tarımsal uygulamalarda çevre dostu yöntemlerin benimsenmesi ve etkili atık yönetim stratejilerinin uygulanması, bu sorunların çözülmesinde önemli adımlar olacaktır. Ayrıca, yerel yönetimlerin ve sanayi ile tarım

sektörlerinin işbirliği içinde çalışarak, atık su yönetimini iyileştirmeleri ve kirliliğin önlenmesi yönündeki çabalarını artırmaları gerekmektedir.

2.4 Toksik Elementler: Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd)

Toksik elementler, insan sağlığı ve çevre üzerinde ciddi etkiler yaratabilen ve doğal olarak bulunan elementlerdir. Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) gibi toksik elementler, çeşitli endüstriyel faaliyetler, tarımsal uygulamalar ve doğal süreçler aracılığıyla çevrede birikir ve sağlık riskleri oluşturur.

Arsenik (As)

Arsenik, periyodik tablodaki 33. element olup, metaller arasında yer alır ve doğal olarak çeşitli minerallerde bulunur. Arsenik, insan sağlığı için tehlikeli olan bir elementtir ve özellikle uzun süreli maruziyet, çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir. Arsenik, çoğunlukla su kaynaklarında çözünmüş halde bulunur ve yer altı su kaynaklarına sızarak insanlara ulaşabilir. Arsenik maruziyeti, cilt lezyonları, akciğer kanseri, mesane kanseri ve diğer çeşitli sağlık sorunlarına neden olabilir (Smedley ve Kinniburgh, 2002).

Arsenik, hem organik hem de inorganik bileşikler halinde bulunabilir. Organik Arsenik bileşenleri, genellikle deniz ürünlerinde bulunur ve genellikle toksik değildir. Ancak, inorganik Arsenik bileşenleri, su ve toprakta bulunabilir ve sağlık riskleri taşır (Hughes, 2002). Arsenik kirliliği, tarımda kullanılan bazı pestisitlerde, endüstriyel atıklarda ve doğal minerallerde bulunabilir.

Kurşun (Pb)

Kurşun, periyodik tablodaki 82. element olup, ağır metaller grubundadır ve çevrede yaygın olarak bulunur. Kurşun, endüstriyel faaliyetler, Kurşun bazlı yakıtlar, Kurşun boya ve Kurşunlu su boruları gibi kaynaklardan çevreye salınabilir. Kurşun, insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratabilen bir toksik elementtir. Kurşuna maruz kalmak, sinir sistemi, böbrekler ve diğer organlar üzerinde olumsuz etkiler yapabilir. Özellikle çocuklar ve hamile kadınlar Kurşuna daha duyarlıdır; Kurşun zehirlenmesi, gelişimsel problemler, öğrenme güçlükleri ve nörolojik hasar gibi sorunlara neden olabilir (Lanphear vd., 2005).

Kurşun, toprakta ve su kaynaklarında birikerek çevresel kirliliğe yol açabilir. Özellikle Kurşunlu yakıtların kullanımı ve eski Kurşun borularının varlığı, Kurşunun çevreye salınmasına neden olmuştur. Kurşun kontaminasyonunun önlenmesi için etkili düzenlemeler ve temizlik stratejileri gereklidir.

Cıva (Hg)

Cıva, periyodik tablodaki 80. element olup, sıvı metal formunda bulunan nadir bir elementtir. Cıva, doğal olarak kömür, metaller ve bazı minerallerde bulunabilir ve insan sağlığı için oldukça tehlikelidir. Cıvanın çevreye salınımı, genellikle kömür yakma, endüstriyel süreçler ve atık yönetimi sırasında gerçekleşir (Mason vd., 2012). Cıva, Metil Cıva olarak adlandırılan toksik bir bileşen formunda su ekosistemlerine geçebilir ve su canlıları tarafından birikir. Bu durum, insanların deniz ürünleri tüketimi yoluyla Cıva maruziyetine yol açabilir.

Cıva maruziyeti, nörolojik ve kardiyovasküler sistemler üzerinde ciddi etkilere yol açabilir. Özellikle gelişen fetüslerde ve çocuklarda Cıva maruziyeti, beyin gelişimini olumsuz yönde etkileyebilir ve kognitif fonksiyonları bozabilir (Grandjean ve Landrigan, 2014). Cıva kirlenmesi, çevresel ve sağlık sorunları açısından geniş bir etki alanına sahiptir ve bu nedenle, Cıva salınımını kontrol etmek için sıkı düzenlemelere ihtiyaç vardır.

Kadmiyum (Cd)

Kadmiyum, periyodik tablodaki 48. element olup, metalik bir elementtir ve doğal olarak toprak ve minerallerde bulunur. Kadmiyum, endüstriyel süreçler, özellikle metal işleme, pil üretimi ve gübrelerde kullanılan bir elementtir. Kadmiyum maruziyeti, böbrekler, kemikler ve solunum sistemi üzerinde toksik etkiler yaratabilir. Uzun süreli Kadmiyum maruziyeti, böbrek fonksiyon bozukluğu, kemik mineral kaybı ve osteoporoz gibi sağlık sorunlarına yol açabilir (Navas-Acien vd., 2008).

Kadmiyum, tarımsal faaliyetler ve endüstriyel atıklar aracılığıyla toprak ve su kaynaklarına salınabilir. Bu durum, gıda zinciri yoluyla insanlara geçebilir ve sağlık riskleri oluşturabilir (Jarup, 2003). Kadmiyum kirliliğini azaltmak için, endüstriyel süreçlerin düzenlenmesi ve atık yönetim stratejilerinin uygulanması gerekmektedir.

Arsenik, Kurşun, Cıva ve Kadmiyum gibi toksik elementler, çevresel kirlilik ve sağlık sorunları açısından büyük riskler taşımaktadır. Bu elementlerin doğası, kaynakları ve sağlık üzerindeki etkileri, etkili bir atık yönetimi ve çevre koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

2.4.1 Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) elementlerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri, kaynaklar ve çevreye yayılımı

Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd), çevresel ve sağlık açısından önemli toksik elementlerdir ve çeşitli doğal ve endüstriyel süreçlerle çevreye yayılmaktadır. Arsenik, periyodik tablonun 33. elementi olup, ametal karakteri taşır ve genellikle inorganik formda bulunur.

Arsenik, özellikle yeraltı su kaynaklarında çözünmüş formda bulunur ve bu durum, su ekosistemlerinde ve içme suyunda Arsenik kirliliğine yol açabilir (Ravenscroft vd., 2009). Arsenik, hem organik hem de inorganik formlarda bulunabilir ve inorganik formu, sağlık üzerinde daha zararlıdır (Smedley ve Kinniburgh, 2002).

Kurşun, periyodik tablonun 82. elementi olup, metalik bir formda bulunur ve ağır metaller arasında yer alır. Endüstriyel faaliyetler, kurşunlu akü üretimi ve kurşunlu yakıtların kullanımı, çevresel kurşun kirliliğine neden olur. Kurşun, hem toprakta hem de suda birikerek, çocuklar ve yetişkinler için nörolojik ve böbrek sorunlarına yol açabilir (Nriagu, 1988).

Cıva, periyodik tablonun 80. elementidir ve sıvı metal formunda bulunur. Cıva, endüstriyel süreçlerde ve kömür yakmada yaygın olarak bulunur ve çevrede Metil Cıva formuna dönüşerek su ekosistemlerinde birikir. Metil Cıva, toksik etkileri nedeniyle gıda zinciri yoluyla insanlara geçer ve bu da sağlık sorunlarına neden olabilir (Wang vd., 2012).

Kadmiyum, periyodik tablonun 48. elementidir ve genellikle endüstriyel uygulamalarda, özellikle metal işleme ve pil üretiminde bulunur. Kadmiyum, toprak ve suya endüstriyel atıklar ve fosfatlı gübreler yoluyla karışır, bu da gıda zincirinde Kadmiyum birikmesine ve sağlık risklerine yol açar (Alloway, 2013). Bu toksik

elementlerin çevresel yayılımı, hem doğal hem de insan kaynaklı süreçlerden kaynaklanmaktadır ve etkili bir yönetim stratejisi geliştirilmesi gerekmektedir.

2.4.2 Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) elementlerinin doğal ve insan kaynaklı yayılma yolları

Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) elementlerinin doğal ve insan kaynaklı yayılma yolları, çevresel kirliliğin anlaşılması açısından önemlidir. Arsenik, doğal olarak minerallerde bulunur ve volkanik aktiviteler ile taşınma yoluyla çevreye yayılır. Ayrıca, Arsenik içeren tortul tabakaların hava ve su yoluyla çözünmesi de yayılma yollarındandır (Korte ve Fernando, 1991). İnsan kaynaklı yayılma, özellikle madencilik faaliyetleri ve endüstriyel atıkların yönetimi ile olur. Arsenik içeren atıkların kontrolsüz bir şekilde bertaraf edilmesi, su ve toprak kirliliğine yol açar (Watanabe vd., 2016).

Kurşun, doğal olarak kurşun içeren minerallerin çözünmesi ve doğal süreçlerle yayılır. Ayrıca, Kurşun buharlarının atmosferde birikmesi, su ve toprak kirliliğine neden olabilir (Gordon, 2003). İnsan kaynaklı yayılma yolları arasında kurşunlu akü üretimi, kurşunlu yakıt kullanımı ve eski kurşunlu boyaların kullanımı bulunur. Bu tür uygulamalar Kurşunun çevresel kirliliğine katkıda bulunur ve Kurşun, su ve toprakta birikir, bu da sağlık sorunlarına yol açabilir (Bellinger, 2008).

Cıva, atmosferde buhar formunda bulunur ve doğal olarak deniz buharı ve volkanik emisyonlar yoluyla yayılır. Cıvanın su ve toprakta birikmesi, Metil Cıva formuna dönüşmesine yol açar, bu da ekosistemler ve gıda zinciri üzerinde etkili olabilir (Fitzgerald vd., 2007). İnsan kaynaklı yayılma, kömür yakma, Cıva içeren endüstriyel atıkların yönetimi ve atık bertarafı gibi süreçlerle gerçekleşir (Pacyna vd., 2006). Cıvanın bu tür kaynaklardan yayılması, su ekosistemlerinde ve gıda zincirinde birikimlere yol açar.

Kadmiyum, doğal olarak Kadmiyum içeren minerallerin ayrışması ile yayılır ve endüstriyel faaliyetler yoluyla çevreye salınır. Kadmiyum içeren gübrelerin kullanımı ve metal işleme faaliyetleri, Kadmiyumun toprak ve su kaynaklarına yayılmasına neden olur (Küpper vd., 2007). Kadmiyum, özellikle Fosfatlı gübrelerde bulunur ve

bu gübrelerin uygulama biçimi, çevresel yayılma açısından önemli bir faktördür (Zhao vd., 2010).

2.4.3 Arsenik (As), Kurşun (Pb), Cıva (Hg) ve Kadmiyum (Cd) elementlerinin insan sağlığı üzerindeki etkileri

Arsenik maruziyeti, akut ve kronik sağlık sorunlarına neden olabilir. Kronik Arsenik maruziyeti, cilt lezyonları, deri kanseri ve iç organ kanserleri gibi çeşitli sağlık problemleri ile ilişkilidir. Özellikle içme suyundaki yüksek Arsenik konsantrasyonları, cilt kanseri, mesane kanseri ve akciğer kanseri riskini artırabilir. Ayrıca, Arsenik, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet gibi metabolik bozukluklarla da ilişkilidir (Smith vd., 2000). Arsenik ayrıca, nörotoksik etkiler gösterir ve çocuklarda gelişimsel bozukluklara neden olabilir (Rahman vd., 2006).

Kurşun maruziyeti, sinir sistemi üzerinde önemli olumsuz etkilere yol açar, özellikle çocuklarda nörolojik gelişim geriliği ve öğrenme bozuklukları ile ilişkilidir (Lanphear vd., 2005). Kurşun, aynı zamanda böbrek fonksiyonlarını bozabilir ve kardiyovasküler hastalık riskini artırabilir. Uzun süreli kurşun maruziyeti, hemoglobin sentezini bozar ve anemiye yol açabilir. Çocuklar ve hamile kadınlar Kurşunun olumsuz etkilerine karşı daha hassas olup, Kurşun zehirlenmesi mental gelişimi etkileyebilir ve kognitif işlevlerde düşüşe yol açabilir (Skerfving ve Bergdahl, 2005).

Cıva, özellikle metil cıva formunda vücutta birikir ve nörolojik sağlık problemlerine yol açar. Metil Cıva maruziyeti, çocuklarda gelişimsel bozukluklar ve kognitif yeteneklerde azalma ile ilişkilidir (Grandjean ve Landrigan, 2014). Ayrıca, Cıva maruziyeti, sinir sistemi ve böbreklerde toksik etkiler yaratabilir. Cıva, ayrıca kardiyovasküler hastalıklar ve yüksek tansiyon riskini artırabilir (National Research Council [NRC], 2000). Cıva maruziyetinin erken dönem etkileri arasında titreme, hafıza sorunları ve motor becerilerde zayıflama bulunur.

Kadmiyum maruziyeti, böbrek fonksiyonlarını olumsuz etkiler ve bu da proteinüri (idrarla protein atılması) ve böbrek yetmezliğine yol açabilir (Satarug vd., 2003). Ayrıca, Kadmiyum kemiklerde birikir ve osteoporoz gibi kemik hastalıklarına neden olabilir. Kadmiyum maruziyeti, kardiyovasküler hastalıklar riskini artırabilir ve solunum yolu hastalıkları ile ilişkilidir. Kadmiyumun toksik etkileri genellikle uzun

sürekli maruziyetlerde daha belirgin hale gelir ve bu da sağlık üzerinde ciddi etkiler yaratır (Kelleher vd., 2002).

Bu toksik elementlerin sağlık üzerindeki etkileri, insan sağlığını koruma stratejilerinin ve etkili yönetim politikalarının gerekliliğini vurgular. Uzun vadeli sağlık sorunlarının önlenmesi ve yönetilmesi, maruziyetin azaltılması ve toksik elementlerin etkilerinin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir.

2.5 Atık Su Kirliliği İle İlgili Uluslararası Düzenlemeler ve Yasal Mevzuat

Atık su kirliliği ile ilgili yasal düzenlemeler, hem yerel hem de uluslararası düzeyde çeşitli çerçeveler içinde şekillenmektedir. Uluslararası düzeyde, Birleşmiş Milletler'in (BM) çeşitli alt kuruluşları ve anlaşmaları, atık su yönetimi ve kirlilik kontrolü konusunda önemli standartlar ve yönergeler sunar. Özellikle, BM'nin Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, su ve sanitasyon ile ilgili hedefleri belirleyerek atık su kirliliği yönetimini vurgular (UN Water, 2018).

Avrupa Birliği (AB) düzeyinde, atık su yönetimi konusunda önemli mevzuatlar bulunmaktadır. Avrupa'nın Atık Su Arıtma Direktifi (91/271/EEC), kentsel atık su arıtma tesislerinin tasarımı, işletimi ve izlenmesi ile ilgili kapsamlı kurallar sunar. Bu direktif, üye devletlerin atık suyun arıtılması ve çevreye etkisinin azaltılması konusundaki yükümlülüklerini belirler ve su kaynaklarının korunmasını sağlar (European Commission, 2016). Ayrıca, Avrupa'nın Su Çerçeve Direktifi (2000/60/EC), su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesi amacıyla geniş kapsamlı düzenlemeler getirir ve üye ülkelerin su yönetimi stratejilerini belirler (European Commission, 2015).

Amerika Birleşik Devletleri'nde, atık su kirliliği ile ilgili düzenlemeler, Temiz Su Yasası (Clean Water Act, CWA) çerçevesinde yürütülür. Bu yasa, su kirliliğini kontrol etmek için federal standartlar belirler ve atık su arıtma tesisleri için sertifikasyon ve izin süreçlerini düzenler. Ayrıca, Temiz Su Yasası, endüstriyel atıkların ve tarımsal akıntıların kontrolü ile ilgili düzenlemeleri de kapsar (U.S. Environmental Protection Agency [EPA], 2020). ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA), bu düzenlemelerin uygulanmasını denetler ve çevresel standartların karşılanmasını sağlar.

Türkiye'de, atık su yönetimi ve kirliliği ile ilgili düzenlemeler, Çevre Kanunu ve bu kanuna dayanan yönetmelikler çerçevesinde yürütülür. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan Atık Su Yönetimi Genelgesi ve Atık Su Arıtma Tesisleri Yönetmeliği, atık suyun arıtılması ve çevreye etkilerinin minimize edilmesi ile ilgili kuralları belirler. Bu düzenlemeler, endüstriyel, kentsel ve tarımsal kaynaklardan gelen atık suyun yönetimi konusunda hükümet politikalarını ve uygulama stratejilerini içerir (Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2021). Uluslararası düzeyde, birçok çevresel sözleşme ve protokol, atık su kirliliği yönetimini teşvik eder. Örneğin, deniz kirliliğini kontrol etmeye yönelik olarak, MARPOL (Deniz Kirliliğini Önleme Sözleşmesi) ve Helsinki Konvansiyonu gibi anlaşmalar, deniz yoluyla yapılan kirliliği kontrol altına almak için düzenlemeler getirir (International Maritime Organization [IMO], 2020). Ayrıca, Küresel Çevre Fonu (GEF) ve Dünya Bankası gibi uluslararası finans kuruluşları, atık su yönetimi projelerine fon sağlayarak geliştirmekte olan ülkelerde çevresel yönetimi destekler (Global Environment Facility [GEF], 2019). Bu yasal düzenlemeler ve uluslararası mevzuat, atık su kirliliğini yönetme ve çevresel sürdürülebilirliği sağlama konusundaki global çabaların bir parçasıdır. Her bir düzenleme, farklı bölgesel ve ulusal ihtiyaçlara yönelik olarak tasarlanmış olup, su kaynaklarının korunması ve çevre sağlığının güvence altına alınması için kritik öneme sahiptir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu çalışma, Dicle Nehri'nin belirli bölgelerinden alınan su ve çamur numunelerinde toksik elementlerin (Cıva [Hg], Arsenik [As], Kurşun [Pb], Kadmiyum [Cd]) konsantrasyonlarının analiz edilmesini hedeflemiştir. Dicle Nehri, Mezopotamya'nın iki büyük nehrinden biri olup, Türkiye'nin önemli su kaynakları arasında yer alır. Nehrin kaynağı Türkiye'de Elazığ ilinin Sivrice ilçesinde yer almakta olup, toplam uzunluğu 1900 km'dir. Bu çalışmanın gerçekleştirildiği alan, Dicle Nehri'nin farklı noktalarından alınan numunelerin incelendiği bir bölgedir.

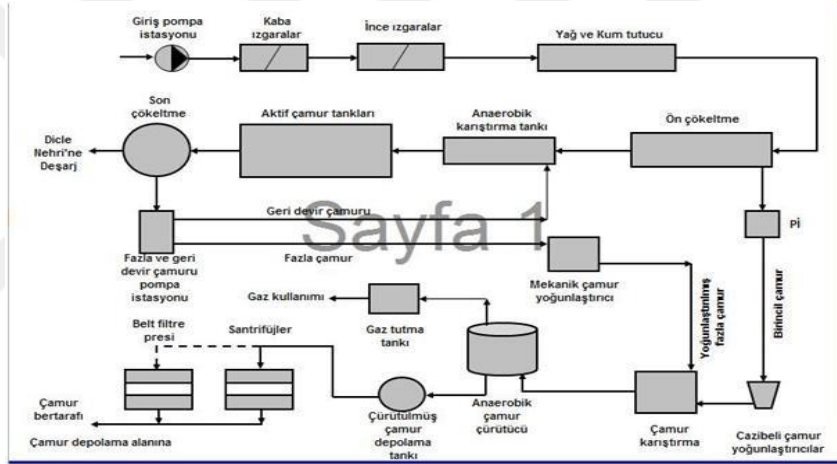


Şekil 3.1 Dicle Nehri'nin konumu (Google Earth, 2024)

DİYARBAKIR İLERİ BİYOLOJİK ATIKSU ARITMA TESİSİ



Şekil 3.2 Diyarbakir ileri biyolojik arıtma tesisinin krokisi (DİSKİ, 2024)



Şekil 3.3 Diyarbakir ileri biyolojik arıtma tesisi akış şeması (DİSKİ, 2024)



Şekil 3.4 Diyarbakir ileri biyolojik arıtma tesisi (DİSKİ, 2024)

3.2 Metot

3.2.1 Çalışma Alanı

Dicle Nehri, Türkiye'nin Elazığ ilinden doğup, Irak boyunca akan ve Fırat Nehri ile birleşerek Basra Körfezi'ne dökülen bir nehirdir. Türkiye sınırları içinde 523 km uzunluğa sahip olan nehrin ana kaynakları, Doğu Anadolu Bölgesi dağlarından ve Elazığ'daki Hazar (Gölcük) Gölü'nden alınmaktadır. Bu çalışmada, Dicle Nehri'nin belirli bölgelerinde yapılan numune alma işlemleri, nehir üzerindeki kirlilik seviyelerini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma alanında seçilen noktalar şunlardır:

Atık su girişi: Tesise atık suyun girdiği bölüm. Bu nokta, endüstriyel ve evsel atıkların nehir suyuna karıştığı kritik bir noktayı temsil eder.

Atık su çıkışı: Tesisten arıtılmış atık suyun çıktığı bölüm. Bu nokta, atık su arıtma tesislerinin etkinliğinin değerlendirilmesi açısından önemlidir.

Atık çamur: Atık suyun içinde bulunan çamur. Bu noktada, atık su arıtma sürecinde oluşan çamurun ağır metal içerikleri incelenmiştir.

Nehire dökülen kısmın aşağısı: Tesisten çıkan arıtılmış atık suların nehire karıştığı kısmın aşağısı.

Nehire dökülen kısmın yukarısı (kör): Nehire dökülen kısmın yukarısındaki bölüm. Bu nokta, suyun kirlenmeden önceki doğal halini temsil eden bir kontrol noktası olarak kullanılmıştır.

Organize atık su çıkışı: Organize sanayi bölgesinden çıkış kısmı. Bu noktada, endüstriyel atıkların nehirdeki etkilerini değerlendirmek için numuneler alınmıştır.

3.2.2 Atık sulardan numune alınması

Atık su numuneleri, anlık (anlık kirlilik durumunu ölçmek için alınan numune) ve kompozit (belirli bir zaman içerisinde 2 saatlik ara ile alınan, küçük örneklerin birleşmesi ile oluşan numune) olarak iki farklı yöntemle alınabilir. Numunelerimiz numune alımına yetkili personel ile steril ve uygun malzemelerden yapılmış, analize uygun ve numune suyu ile yıkanmış (1L'lik özel plastik) kaplara alındı. Numunenin steril bir şekilde alınması için, iş güvenliği ekipmanları (eldiven, baret, yelek ve kaymaz ayakkabı) kullanıldı. Numuneler kaplara alındığı gibi önce pH, sıcaklık, iletkenlik ve çözünmüş oksijen parametrelerinin ölçümü yapıldı. (Tablo 3.1)



Şekil 3.5 Numune alma



Şekil 3.6 Alınan numuneler

Alınan su numunesinin asidik veya bazik olup olmadığını belirlemek önemlidir. Su, uygun pH aralığında ise ekosistemler için daha uygun koşullar sağlanır.



Şekil 3.7 pH Metre (HQ40D marka) ölçüm cihazı

Alınan Numunelerin;

1. **pH Değeri:** Suyun asidik veya bazik olup olmadığını gösterir. Genellikle 6.5 ile 8.5 arasında çıkması beklenir.
2. **Sıcaklık:** pH değerinin sıcaklığa bağlı olarak değişebileceği için, mevsimsel değişikliklerde göz önünde bulundurularak sıcaklık ölçümüne bakılır. 20°C-30°C arası sıcaklık değerlerinde bakılır.
3. **İletkenlik:** Su kalitesinin genel bir göstergesi olup, pH ile birlikte değerlendirilir. 1000 -4000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mikrosiemens/cm) arası hedeflenir.
4. **Çözünmüş Oksijen:** pH ile birlikte suyun oksijen içeriği, ekosistem sağlığı açısından kritik öneme sahiptir. 1-8 mg/l değerleri arasında olması beklenir.

Atık çamurlardan alınan numunelerin genellikle pH metre ile ölçümü yapılmaz. Numune laboratuvara ulaştıktan sonra filtre kağıdından geçirilerek süzme işlemleri yapıldı. Mikrodalgaya konulmadan önce nem oranına bakıldı. Atık su arıtma tesisinden alınan atık çamur filtre kâğıdı ile süzülmeden önce %99'lara varan nem oranı, filtre kâğıdı ile süzildikten sonra %20-40 arasına düşmüştür.

Tablo 3.1 Atık su parametreleri (pH, iletkenlik, çözünmüş oksijen ve sıcaklık)

NUMUNENİN ALINDIĞI TESİS	pH	İLETKENLİK	ÇÖZÜNMÜŞ OKSİJEN	SICAKLIK
Atık su girişi	9,4	3850 µS/cm	1,4 mg/l	27 °C
Atık su çıkışı	7,3	1100 µS/cm	3,9 mg/l	24 °C
Nehire dökülen kısımın aşağısı	7,6	1300 µS/cm	4,2 mg/l	25 °C
Nehire dökülen kısımın yukarısı (kör)	7,2	1200 µS/cm	5,7 mg/l	24 °C
Organize atık su çıkışı	6,9	1380 µS/cm	4,3 mg/l	24,5
Referans değer	6,5- 8,5	1000 -4000 µS/cm (mikrosiemens/cm)	1-8 mg/l	20 °C -30 °C

Alınan numuneler plastik kaplara konulduktan sonra çökmelerin önlenmesi için birkaç damla HNO_3 (Nitrik asit) ilave edilip korumaya alınmıştır. Numunelerin kapakları hava almayacak şekilde kapatılıp üzerine numune alma etiketi yapıştırılarak soğuk zincir ile (4°C) analiz laboratuvarına 8 saat içerisinde ulaştırılmıştır.

NUMUNE ALMA ETİKETİ	
Numune Alma Yeri	
Numune Alma Noktası	
Numune Cinsi	
Numuneyi Alan	
Numune Alma Tarihi/Saati	

Şekil 3.8 Numune alma etiketi



Şekil 3.9 Soğuk zincir

Diyarbakır Çevre Kontrol Laboratuvarında ICP-MS cihazı bulunmasından dolayı tüm analizlerimiz laboratuvar çalışanlarının desteği ile bu laboratuvarda gerçekleştirilmiştir.

3.2.3 Diyarbakır çevre kontrol laboratuvarı

Diyarbakır Çevre Kontrol Laboratuvarı, çevresel kaliteyi denetlemek ve analiz etmek amacıyla faaliyet gösterir. Laboratuvarın temel amacı, çevreye yönelik kirleticiler unsurları tespit ederek halk sağlığını korumak ve ekosistemi sürdürülebilir kılmaktır. Bu laboratuvar da su, toprak, atık ve hava gibi çevresel örnekler üzerinde analizler yapılır. Ağır metaller, kimyasal kirleticiler, organik ve inorganik madde analizleri, su kalitesi testleri ve toksik madde ölçümleri gibi analizler başlıca hizmetlerindendir. Bu analizler, çevresel kirliliği önleme ve izleme çalışmalarına katkıda bulunur.

3.2.4 Numunelerin analize hazırlanması

Analiz için belirtilen bölgelerden, alınan numuneler laboratuvara getirildi. Daha sonra her numuneden belirli miktarlar alınarak deneysel işlemlere geçildi. Atık sularda ağır metal analizine öncelikle her bölgeden alınan atık su numunelerin 10ml'si Mikrodalga tüplerine bırakıldı, üzerine 10ml derişik HNO_3 ilave edilerek mikrodalga cihazı ile atık su çözünürleştirme programına göre işlemler yapıldı. Daha sonra numuneler 50 ml'lik balon jojelere süzülerek bırakıldı ve saf su ile 50 ml'ye tamamlandı. Atık çamur numunesinden 2 g alınarak 10 ml derişik HNO_3 ilave edildi. Mikrodalga çözünürleştirme cihazında çözünürleştirildi, süzülerek 50 ml'lik balon jojeye aktarıldı ve saf su ile 50 ml'ye tamamlandı.

Daha sonra endüktif olarak eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi (ICP-MS) cihazı ve EPA 200.7 metodu ile ölçümler yapıldı. (EPA 200.7 çevresel numunelerde, özellikle su ve atık su metal analizleri için kullanılan bir yöntemdir). EPA 200.7 metodu Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA) tarafından belirlenen standart bir analiz prosedürüdür. Amaç: EPA 200.7 metodu su, atık su, toprak ve diğer çevresel numunelerde ağır metallerin (kurşun, arsenik, cıva, kadmiyum vb.) konsantrasyonlarını belirlemek amacıyla kullanılır.

ICP-MS analiz yöntemi, su ve çamur numunelerindeki ağır metal konsantrasyonlarını hassas bir şekilde belirlemek için kullanılan ileri bir teknolojidir. Özellikle As için Hidrür sistemi gerektirmeden ppt düzeyine kadar hassasiyetle çalışılır, Ayrıca Hg için soğuk buhar sistemi gerektirmeden ppt düzeyinde çalışması As ve Hg elementleri için kolay analiz avantajları sağlamaktadır. Metod.2007'ye göre yapılan bu analizler,

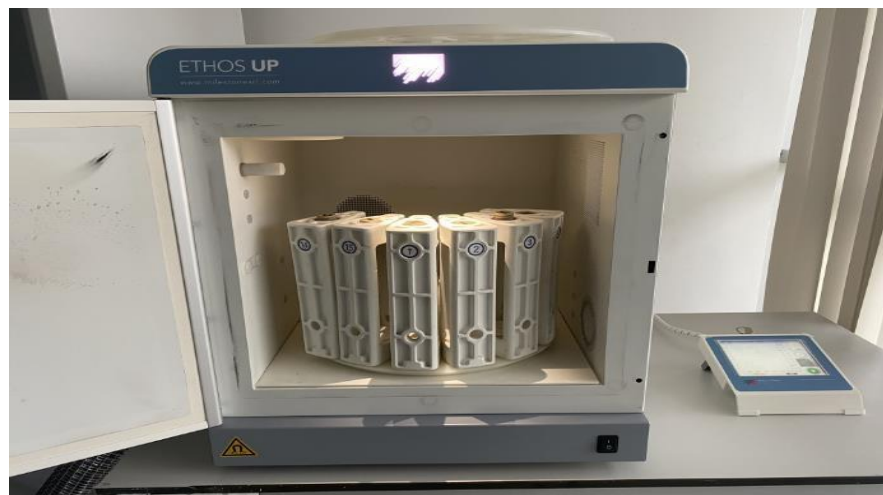
numunelerdeki Hg, As, Pb ve Cd gibi toksik elementlerin tespiti için idealdir. Cihaz, numunelerde bulunan metal iyonlarını plazma haline getirir ve bunların konsantrasyonlarını belirler. Bu yöntem, özellikle düşük konsantrasyonlardaki metallerin belirlenmesi için yüksek hassasiyet sunar.

Alınan numunelerinde bulunan katı maddelerin veya ağır metallerin analizi için, mikrodalga ile asitlerin kullanılması, numunelerin daha hızlı ve etkili bir şekilde çözülmesini sağlar.

Mikrodalga ile çözücü kullanımı, işlem süresini önemli ölçüde kısaltır. Mikrodalgalar, numunenin homojenliğini artırarak analiz hassasiyetini yükseltir.

Tablo 3.2 Mikrodalga Atık Su Çalışma Programı

Adım	Sıcaklık (C)	Güç (W)	Zaman (dk.)
1	130	1000	3
2	160	1000	3
3	220	1000	3



Şekil 3.10 Mikrodalga (Ethos-Up)

Atık sular da bulunan toksik elementlerin analizlerinde kullanılabilen bazı cihazlar

ICP-OES (ppb düzeyinde analiz yapılabilir)

AAS (ppm düzeyinde analiz yapılabilir)

AAS-GF (ppt düzeyinde analiz yapılabilir)

ICP-MS (ppt düzeyinde hassas ölçüm yapılabilir)



Şekil 3.11 Perkin Elmer NexION 2000 ICP-MS

ICP-MS Endüktif Eşleşmiş Plazma (ICP) ve Kütle Spektrometresi (MS) olmak üzere iki ünitenin bileşiminden oluşmuştur. Numunedeki elementler ICP’de iyonlaştırıldıktan sonra kütle spektroskopisine (MS) gönderilir ve burada kütle/yük (m/z) oranlarına göre ayrılıp ölçülür.

Endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi, örneklerin yüksek sıcaklıktaki bir plazmaya, genellikle argon, gönderilerek moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı bir analitik tekniktir. İyonlar örnekleme ve ikinci aşama süzme (skimmer) konileri ara yüzeyinden geçerek vakuma alınır ve burada birleştirilmiş mercekle sistemi iyonları quadropol kütle spektrometresine odaklar. Burada iyonlar kütlelerine ayrılıp taramalı elektron çoğaltıcısı ile analizlenir. Örnek, genel olarak bir solüsyon halinde ve sisleştirici aracılığıyla cihaza gönderilir. ICP-MS çok hızlı bir şekilde farklı kütleleri ölçebildiği için, çoklu element ölçüm cihazı olarak düşünülebilir. Diğer bir alternatif örnekleme tekniği ise, lazer aşındırma (laser ablation) tekniğidir. Bu teknik kullanılarak katı örneklerin direkt analizi yapılabilir. Birçok katı örnek, çözme yoluyla veya LA-ICP-MS kullanılarak ölçülebilir. LA-ICP-MS kullanımının en önemli avantajı yarı-nicel analiz olup bilinmeyen örneklerin kompozisyonu hakkında fikir vermesidir.

Diyarbakır çevre kontrol laboratuvarında kullanılan ICP-MS cihazının (Pb, As, Hg, Cd) kalibrasyon ve kontrol değerleri

Kurşun kalibrasyon

- Standart çözeltiler:
 - 0 ppm: 0.1 (ölçülen yoğunluk)
 - 1 ppm: 0.5
 - 5 ppm: 2.5
 - 10 ppm: 5.0
 - 20 ppm: 10.0

Kurşun kontrol

- Analiz edilen örnekler:
 - Numune 1: Beklenen 2 ppm, Ölçülen 2.1 ppm
 - Numune 2: Beklenen 5 ppm, Ölçülen 4.8 ppm
 - Numune 3: Beklenen 10 ppm, Ölçülen 9.5 ppm
 - Numune 4: Beklenen 20 ppm, Ölçülen 19.8 ppm

Arsenik kalibrasyon

- Standart çözeltiler
 - 0 ppm: 0.05 (ölçülen yoğunluk)
 - 1 ppm: 0.15
 - 5 ppm: 0.80
 - 10 ppm: 1.50
 - 20 ppm: 3.00

Arsenik kontrol

- Analiz edilen örnekler:
 - Numune 1: Beklenen 2 ppm, Ölçülen 2.1 ppm
 - Numune 2: Beklenen 5 ppm, Ölçülen 4.9 ppm
 - Numune 3: Beklenen 10 ppm, Ölçülen 10.2 ppm
 - Numune 4: Beklenen 15 ppm, Ölçülen 14.5 ppm

Cıva kalibrasyon

- Standart çözeltiler
 - 0 ppm: 0.00 (ölçülen yoğunluk)
 - 1 ppm: 0.10
 - 5 ppm: 0.55
 - 10 ppm: 1.20
 - 20 ppm: 2.50

Cıva kontrol

- Analiz edilen örnekler:
 - Numune 1: Beklenen 1 ppm, Ölçülen 1.05 ppm
 - Numune 2: Beklenen 5 ppm, Ölçülen 4.85 ppm
 - Numune 3: Beklenen 10 ppm, Ölçülen 10.15 ppm
 - Numune 4: Beklenen 15 ppm, Ölçülen 14.95 ppm

Kadmiyum kalibrasyon

- Standart çözeltiler:
 - 0 ppm: 0.00 (ölçülen yoğunluk)
 - 1 ppm: 0.10
 - 5 ppm: 0.50
 - 10 ppm: 1.10
 - 20 ppm: 2.30

Kadmiyum kontrol

- Analiz edilen örnekler:
 - Numune 1: Beklenen 2 ppm, Ölçülen 2.05 ppm
 - Numune 2: Beklenen 5 ppm, Ölçülen 4.95 ppm
 - Numune 3: Beklenen 10 ppm, Ölçülen 10.10 ppm
 - Numune 4: Beklenen 15 ppm, Ölçülen 14.90 ppm

Veri analizi

Toplanan veriler, sınır değerlerle karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, çevresel kirlilik düzeylerini belirlemek ve atık su arıtma tesislerinin etkinliğini ölçmek amacıyla kullanılmıştır. Sonuçlar, belirli metallerin sınır değerlerin üzerinde ya da altında olup olmadığını belirlemek için istatistiksel analizlerle desteklenmiştir. Bu analizler, çalışma alanındaki çevresel risklerin değerlendirilmesine katkıda bulunmuştur.

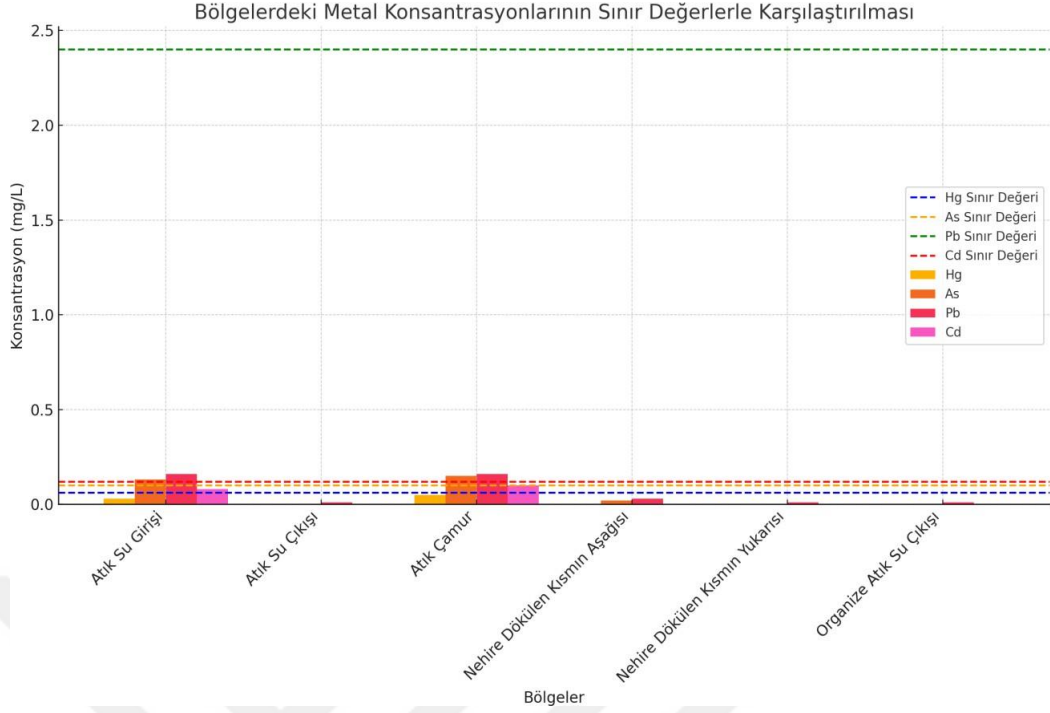
Sonuçların görselleştirilmesi

Bu çalışmanın sonuçları, grafikler ve haritalar gibi görsel araçlar kullanılarak desteklenmiştir. Görseller, numune alma noktalarını, analiz sonuçlarını ve nehirdeki kirletici dağılımını daha iyi anlamak için kullanılmıştır. Bu görseller, çalışmanın bulgularını daha anlaşılır ve net bir şekilde sunmak amacıyla hazırlanmıştır.

4. BULGULAR

Tablo 4.3 Diyarbakır atık sularında (Hg, As, Pb, Cd) ICP-MS çalışma sonuçları

Tesis	Hg (mg/L)	As (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Metot
Atık su girişi	0.03	0,13	0,16	0,08	Epa200.7
Atık su çıkışı	<0.0001	<0,001	<0,01	<0,001	Epa200.7
Atık çamur	0.05	0,15	0,16	0,1	Epa200.7
Nehire dökülen kısımın aşağısı	<0,0013	<0,021	<0,03	<0,001	Epa200.7
Nehire dökülen kısımın yukarısı (kör)	<0,0001	<0,001	<0,01	<0,001	Epa200.7
Organize atık su çıkışı	<0,0001	<0,001	<0,01	<0,001	Epa200.7
Sınır değer	0,06	0,1	2,4	0,12	Epa200.7



Şekil 4.12 Metal Konsantrasyonlarının sınır değerle karşılaştırılması

Atık su girişinde Cıva (Hg) konsantrasyonu 0.03 mg/L olarak ölçülmüştür ve bu değer, sınır değer olan 0.06 mg/L'nin altındadır. Bu durum, atık suyun Hg açısından çevresel bir risk taşımadığını göstermektedir. Arsenik (As) konsantrasyonu 0.13 mg/L olarak belirlenmiştir, bu ise sınır değer (0.1 mg/L) üzerindedir. Bu sonuç, Arsenik'in potansiyel bir kirletici olarak dikkatle izlenmesi gerektiğini göstermektedir. Kurşun (Pb) konsantrasyonu 0.16 mg/L olarak tespit edilmiştir ve bu değer, sınır değer (2.4 mg/L) oldukça altındadır, bu nedenle Pb açısından önemli bir kirlilik riski bulunmamaktadır. Kadmiyum (Cd) konsantrasyonu 0.08 mg/L olarak ölçülmüştür, bu değer sınır değer (0.12 mg/L) altında kalmaktadır, bu da Cd'nin mevcut koşullarda önemli bir çevresel risk oluşturmadığını göstermektedir.

Atık su çıkışında Cıva (Hg), Arsenik (As), Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) konsantrasyonları ölçülmüş ve sonuçlar sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Cıva (Hg) konsantrasyonu <0.0001 mg/L olarak tespit edilmiştir ve bu değer, sınır değer (0.06 mg/L) oldukça altındadır, bu da Hg açısından arıtılmış suyun çevresel bir risk taşımadığını göstermektedir. Arsenik (As) konsantrasyonu <0.001 mg/L olarak belirlenmiştir ve bu değer de sınır değer (0.1 mg/L) çok altında kalmaktadır, bu durum As'in arıtılmış suda etkili bir şekilde giderildiğini göstermektedir. Kurşun (Pb) konsantrasyonu <0.01 mg/L olarak ölçülmüştür, bu da sınır değer (2.4 mg/L) çok

altında bir seviyede olduğunu ve Pb'nin arıtma sürecinde etkin bir şekilde uzaklaştırıldığını göstermektedir. Kadmiyum (Cd) konsantrasyonu <0.001 mg/L olarak bulunmuştur, bu değer de sınır değerin (0.12 mg/L) çok altında kalmaktadır, bu da Cd'nin arıtılmış suda minimal düzeyde kaldığını göstermektedir.

Atık çamurda Cıva (Hg), Arsenik (As), Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) konsantrasyonları analiz edilmiştir. Cıva (Hg) konsantrasyonu 0.05 mg/L olarak tespit edilmiştir ve bu değer, sınır değerin (0.06 mg/L) biraz altında kalmaktadır. Bu, Hg'nin atık çamurda sınır değerine yakın bir seviyede biriktiğini göstermektedir. Arsenik (As) konsantrasyonu 0.15 mg/L olarak ölçülmüştür, bu değer sınır değerin (0.1 mg/L) üzerindedir, bu da As'in atık çamurda belirgin bir birikim gösterdiğini ve çevresel risk oluşturabileceğini göstermektedir. Kurşun (Pb) konsantrasyonu 0.16 mg/L olarak bulunmuştur, bu değer sınır değerin (2.4 mg/L) oldukça altında kalmaktadır, bu da Pb'nin atık çamurda ciddi bir risk taşımadığını gösterir. Kadmiyum (Cd) konsantrasyonu 0.1 mg/L olarak tespit edilmiştir ve bu değer, sınır değerin (0.12 mg/L) altında kalmaktadır. Cd açısından atık çamurda bir miktar birikim söz konusu olsa da, bu birikim sınır değerlerin altında kalmaktadır, bu da Cd'nin mevcut koşullarda önemli bir çevresel risk oluşturmadığını göstermektedir.

Nehre dökülen kısmın aşağısında Cıva (Hg), Arsenik (As), Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) konsantrasyonları ölçülmüş ve sonuçlar sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Cıva (Hg) konsantrasyonu <0.0013 mg/L olarak tespit edilmiştir, bu değer sınır değerin (0.06 mg/L) oldukça altındadır, bu da Hg açısından bu bölgede çevresel bir risk bulunmadığını göstermektedir. Arsenik (As) konsantrasyonu <0.021 mg/L olarak ölçülmüştür ve bu değer, sınır değerin (0.1 mg/L) çok altındadır, bu da As'in nehre dökülen suda etkili bir şekilde giderildiğini göstermektedir. Kurşun (Pb) konsantrasyonu <0.03 mg/L olarak belirlenmiştir ve bu değer de sınır değerin (2.4 mg/L) çok altındadır, bu da Pb açısından önemli bir kirlilik riski olmadığını göstermektedir. Kadmiyum (Cd) konsantrasyonu <0.001 mg/L olarak tespit edilmiştir, bu da sınır değerin (0.12 mg/L) çok altında kalmaktadır, bu durum Cd'nin nehre dökülen suda minimal düzeyde kaldığını göstermektedir.

Nehre dökülen kısmın yukarısında (kör) Cıva (Hg), Arsenik (As), Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) konsantrasyonları ölçülmüş ve sonuçlar sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Cıva (Hg) konsantrasyonu <0.0001 mg/L olarak tespit edilmiştir ve bu değer, sınır değer (0.06 mg/L) oldukça altındadır. Bu, Hg'nin bu bölgede çevresel bir risk taşımadığını göstermektedir. Arsenik (As) konsantrasyonu <0.001 mg/L olarak ölçülmüştür ve bu değer de sınır değer (0.1 mg/L) çok altındadır, bu durum As'in nehir suyunda etkili bir şekilde giderildiğini göstermektedir. Kurşun (Pb) konsantrasyonu <0.01 mg/L olarak belirlenmiştir ve bu değer, sınır değer (2.4 mg/L) çok altındadır, bu da Pb açısından önemli bir kirlilik riski bulunmadığını göstermektedir. Kadmiyum (Cd) konsantrasyonu <0.001 mg/L olarak tespit edilmiştir, bu da sınır değer (0.12 mg/L) çok altında kalmaktadır, bu durum Cd'nin bu bölgede minimal düzeyde kaldığını ve çevresel risk oluşturmadığını göstermektedir.

Organize atık su çıkışında Cıva (Hg), Arsenik (As), Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) konsantrasyonları ölçülmüş ve sonuçlar sınır değerlerle karşılaştırılmıştır. Cıva (Hg) konsantrasyonu <0.0001 mg/L olarak tespit edilmiştir ve bu değer, sınır değer (0.06 mg/L) oldukça altındadır. Bu, Hg'nin organize atık su çıkışında çevresel bir risk oluşturmadığını göstermektedir. Arsenik (As) konsantrasyonu <0.001 mg/L olarak ölçülmüştür ve bu değer, sınır değer (0.1 mg/L) çok altındadır, bu da As'in organize atık suyu çıkışında risk teşkil etmediğini göstermektedir. Kurşun (Pb) konsantrasyonu <0.01 mg/L olarak belirlenmiştir ve bu değer, sınır değer (2.4 mg/L) çok altındadır, bu da Pb'nin organize atık su çıkışında önemli bir kirlilik riski taşımadığını göstermektedir. Kadmiyum (Cd) konsantrasyonu <0.001 mg/L olarak tespit edilmiştir, bu da sınır değer (0.12 mg/L) çok altında kalmaktadır, bu durum Cd'nin organize atık su çıkışında minimal düzeyde kaldığını ve çevresel risk oluşturmadığını göstermektedir.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmada, Diyarbakır'da yer alan Dicle Nehri'nin farklı bölgelerinden alınan su ve çamur numunelerinde Cıva (Hg), Arsenik (As), Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) gibi ağır metallerin konsantrasyonları incelenmiştir. Elde edilen bulgular, bu metallerin bazı bölgelerde sınır değerlerin üzerine çıktığını, bazılarında ise sınır değerlerin altında kaldığını göstermektedir. Bu durum, arıtma tesislerinin etkinliğini ve potansiyel çevresel riskleri değerlendirmek açısından önemlidir. Bu tartışma bölümünde, bulguların detaylı bir değerlendirilmesi yapılacak, literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılacak ve sağlık üzerindeki etkileri geniş çapta ele alınacaktır.

Dicle Nehri'ndeki Arsenik konsantrasyonları, özellikle atık su girişinde 0.13 mg/L olarak ölçülmüş ve bu değer, sınır değer (0.1 mg/L) üzerindedir. Bu bulgu, Arsenik'in endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanarak su kaynaklarına karışabileceğini göstermektedir. Benzer çalışmalarda, Hindistan ve Bangladeş gibi ülkelerde Arsenik kirliliğinin yeraltı sularında yaygın olduğu ve bu durumun ciddi sağlık sorunlarına yol açtığı belirlenmiştir (Wagh vd, 2018). Türkiye'de Gediz Nehri üzerinde yapılan çalışmalarda da benzer şekilde yüksek Arsenik seviyeleri rapor edilmiştir, bu durum tarımsal faaliyetlerin ve sanayi kaynaklı deşarjların su kirliliği üzerindeki etkisini gözler önüne sermektedir (Şenol vd., 1992).

Arsenik'in insan sağlığı üzerindeki etkileri oldukça geniş kapsamlıdır. WHO (Edition, 2011), içme suyunda Arsenik maruziyetinin kanser, cilt lezyonları ve kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabileceğini belirtmektedir. Dicle Nehri'nde tespit edilen Arsenik seviyeleri, çevresel ve sağlık açısından önemli bir riski temsil etmektedir. Bu durum, hem arıtma süreçlerinin etkinliğinin artırılması hem de tarımsal kimyasalların kullanımının denetlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Dicle Nehri'ndeki Cıva konsantrasyonları, atık su girişinde 0.03 mg/L, atık çamurda ise 0.05 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değerler, sınır değer (0.06 mg/L) altında olsa da, Cıva'nın biyomagnifikasyon potansiyeli göz önüne alındığında, sucul ekosistemler üzerinde ciddi etkiler yaratabilir. Cıva, sucul organizmalarda birikerek daha yüksek trofik seviyelere taşınır ve bu süreç, özellikle balıklar ve diğer su canlıları için toksik olabilir (Mahurpawar, 2015).

Literatürde, Cıva'nın su sistemlerinde birikiminin insan sağlığı üzerinde nörolojik hasar, gelişimsel bozukluklar ve kardiyovasküler hastalıklar gibi ciddi etkilere yol açtığı belirtilmektedir. Örneğin, ABD ve Çin'de yapılan çalışmalar, Cıva'nın sucul ekosistemlerde yaygın bir sorun olduğunu ve bu durumun hem çevresel hem de halk sağlığı açısından önemli riskler oluşturduğunu göstermektedir. Dicle Nehri'nde de benzer risklerin mevcut olması muhtemeldir; bu nedenle, Cıva seviyelerinin izlenmesi ve arıtma süreçlerinin iyileştirilmesi gerekmektedir (Tytla, 2019).

Kadmiyum ve Kurşun, endüstriyel ve kentsel kaynaklı atıklar yoluyla su sistemlerine karışan metaller olup, Dicle Nehri'nde bu metallerin konsantrasyonlarının belirli bölgelerde sınır değerlerin altında olduğu tespit edilmiştir. Atık su çıkışında ölçülen Kadmiyum konsantrasyonu <0.001 mg/L ve Kurşun konsantrasyonu ise <0.01 mg/L olarak tespit edilmiştir. Ancak atık çamurda Kadmiyum 0.1 mg/L ve Kurşun 0.16 mg/L olarak belirlenmiştir, bu değerler sınır değerlerin altında kalsa da, bu metallerin birikim yaparak çevresel risk oluşturabileceği unutulmamalıdır.

Kadmiyum maruziyeti, böbrek hasarı, kemik erimesi ve kanser gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir (Edition, 2011). Literatürde, özellikle metal işleme ve madencilik bölgelerinde Kadmiyum kirliliği yaygın olarak rapor edilmiştir ve bu durum, tarım ürünlerinde birikim yaparak insan sağlığını olumsuz etkileyebilir. Kurşun ise, özellikle çocuklarda nörolojik hasara, öğrenme güçlüklerine ve davranış bozukluklarına neden olabilir. Kentsel alanlardan gelen atık suların kurşun seviyelerini artırdığı ve bu durumun su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri literatürde geniş çapta incelenmiştir (Mahurpawar, 2015).

Dicle Nehri'nde tespit edilen ağır metallerin insan sağlığı üzerindeki etkileri oldukça geniştir. Arsenik, Cıva, Kadmiyum ve Kurşun gibi metaller, uzun süreli maruziyet durumunda ciddi sağlık sorunlarına yol açabilir. Örneğin, Arsenik maruziyeti, kanser, deri lezyonları ve kardiyovasküler hastalıklar gibi çeşitli sağlık sorunlarına yol açabilir (Edition, 2011). Cıva maruziyeti ise özellikle çocuklarda ve fetüslerde nörolojik gelişim bozukluklarına neden olabilir (Tytla, 2019). Kadmiyum, kemik erimesi ve böbrek hasarı gibi sağlık sorunlarına yol açabilirken, Kurşun maruziyeti de çocuklarda nörolojik hasar, öğrenme güçlükleri ve davranışsal bozukluklara neden olabilir (Mahurpawar, 2015).

Bu metallerin Dicle Nehri'nde tespit edilen konsantrasyonları, halk sağlığı açısından büyük bir risk oluşturmaktadır. Bu nedenle, su kaynaklarındaki bu metallerin seviyelerinin sürekli izlenmesi ve maruziyetin minimize edilmesi hayati önem taşımaktadır. Çevresel yönetim stratejileri, bu tür ağır metallerin yayılımını kontrol altına almayı ve bu metallerin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmeyi amaçlamalıdır.

Bu alışmada, Dicle Nehri zerindeki arıtma tesislerinin ağır metallerin giderimindeki etkinliği değerlendirilmiştir. Veriler, tesislerin çoğu metalin konsantrasyonlarını sınır değerlerin altına indirdiğini göstermektedir. Ancak, Arsenik ve Cıva gibi metallerin arıtma sonrası bile sınır değerlerin yakın kalabilmesi, arıtma tesislerinin iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Literatürde, arıtma tesislerinin bakım ve teknolojik yenilenmesi ile metal gideriminin artırılabilceği belirtilmektedir (Edition, 2011).

Dicle Nehri'nde gerçekleştirilen bu çalışma, nehir boyunca Arsenik, Cıva, Kurşun ve Kadmiyum gibi ağır metallerin varlığını ortaya koymuştur. Bulgular, arıtma tesislerinin genel olarak etkili olduğunu, ancak bazı metallerin arıtma sonrası bile çevresel risk oluşturabilecek seviyelerde kalabildiğini göstermektedir. Bu nedenle, atık su arıtma tesislerinin düzenli bakımı, modernizasyonu ve su kalitesinin izlenmesi hayati önem taşımaktadır. Ayrıca, evresel yönetim stratejileri geliştirilirken, bu tür ağır metallerin sucul ekosistemlerde birikim yapabileceği ve bu durumun hem çevresel hem de halk sağlığı açısından ciddi riskler yaratabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

6. SONUÇ

Dicle Nehri'nde gerçekleştirilen bu çalışma, nehrin çeşitli noktalarından alınan su ve çamur numunelerinde Arsenik (As), Cıva (Hg), Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) gibi ağır metallerin konsantrasyonlarının detaylı bir analizini sunmuştur. Elde edilen bulgular, nehir ekosisteminin bu toksik metallerle kontamine olduğunu ve belirli bölgelerde çevresel risklerin mevcut olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, hem çevresel yönetim hem de halk sağlığı açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Öncelikle, Arsenik konsantrasyonlarının belirli noktalarda sınır değerlerin üzerinde olması, bölgedeki endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkisini ortaya koymaktadır. Arsenik'in bilinen toksik etkileri, bu metale maruz kalan popülasyonlar için ciddi sağlık riskleri yaratmaktadır. İçme suyu ve tarım alanlarının bu tür kirlilikten korunması için gerekli önlemlerin alınması zorunludur. Bu çalışma, özellikle su kaynaklarının sürekli olarak izlenmesi ve arıtma tesislerinin etkinliğinin artırılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Cıva seviyeleri, özellikle atık çamurda sınır değere yakın bulunmuş olup, bu durum bu metalin arıtma süreçlerinde birikim gösterdiğini ortaya koymaktadır. Cıva'nın sucul ekosistemlerde birikerek metil cıva formuna dönüşmesi, biyomagnifikasyon yoluyla daha yüksek trofik seviyelere ulaşabilen ciddi bir çevresel tehdittir. Metil cıva, özellikle balıklar ve diğer su canlıları üzerinde toksik etkiler yaratır ve bu canlılar aracılığıyla insanlara taşınabilir. Dolayısıyla, nehir boyunca Cıva seviyelerinin dikkatle izlenmesi ve çamur bertarafı sürecinde daha etkin yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.

Kurşun ve Kadmiyum gibi metallerin ise genel olarak sınır değerlerin altında kaldığı gözlemlenmiştir. Ancak, atık çamurda bu metallerin birikim gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum, arıtma tesislerinin bu metallerin gideriminde kısmen etkili olduğunu, ancak tam anlamıyla çevresel riski ortadan kaldıramadığını göstermektedir. Kadmiyum ve Kurşun maruziyeti, uzun vadede insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratabilir; bu metaller böbrek hasarı, nörolojik bozukluklar ve kardiyovasküler hastalıklar gibi sağlık sorunlarına yol açabilir. Bu nedenle, arıtma tesislerinin teknolojik olarak modernize edilmesi ve bu tür metallerin tamamen giderilmesi için daha gelişmiş yöntemlerin uygulanması gerekmektedir.

Bu çalışmanın en önemli bulgularından biri, Dicle Nehri'nde ağır metal kirliliğinin varlığı ve bu kirliliğin arıtma tesislerinin performansına bağlı olarak değişkenlik göstermesidir. Atık su girişinde tespit edilen yüksek metal konsantrasyonları, işlenmemiş atık suların ciddi bir kirletici yükü taşıdığını göstermekte, arıtma sonrası ise bu metallerin önemli bir kısmının sınır değerlerin altına indirildiği gözlemlenmektedir. Bu, arıtma tesislerinin genel olarak etkili olduğunu, ancak bazı metallerin tamamen giderilemediğini ve çevresel riskin sürdüğünü ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, Dicle Nehri üzerindeki ağır metal kirliliği, hem çevresel hem de sağlık açısından önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu metallerin sucul ekosistemlerde birikimi ve bu ekosistemlerin besin zinciri aracılığıyla insan sağlığına olan etkileri, acil önlemler alınmasını gerektirmektedir. Arıtma tesislerinin düzenli bakımı, modernizasyonu ve su kalitesinin sürekli izlenmesi, nehrin ekolojik dengesinin korunması açısından kritik öneme sahiptir. Ayrıca, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin sıkı bir şekilde denetlenmesi ve bu faaliyetlerden kaynaklanan kirliliğin minimize edilmesi, Dicle Nehri'nin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi için temel unsurlardır. Bu çalışma, bu bağlamda önemli veriler sunarak, nehrin korunması ve halk sağlığının güvence altına alınması için gerekli adımların atılması gerektiğini vurgulamaktadır.

KAYNAKLAR

- A. Navas-Acien, E. Guallar, E. K. Silbergeld, and S. J. Rothenberg, "Lead, cadmium, smoking, and mortality in the U.S. population: The third national health and nutrition examination survey (1988–1994)," **Archives of Internal Medicine**, vol. 168, no. 4, pp. 347–353, 2008.
- Aksoy, H. (2017). Diyarbakır'da iklim değişikliği ve tarımsal üretim üzerine etkileri. *Türkiye Coğrafya Dergisi*, 12(1), 23–45.
- Alkan, I. and Kaya, A. (2021). The impact of agricultural activities on water quality: A case study of Diyarbakır. *Environmental Monitoring and Assessment*, 193(6), 345–360.
- Alloway, B. J. (2013). Sources of heavy metals and metalloids in soils. In B. J. Alloway (Ed.), *Heavy metals in soils: Trace metals and metalloids in soils and their bioavailability* (3rd ed., pp. 11–50). Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Arslan, M. (2020). Hayvancılık sektörünün bölgesel ekonomiye katkıları. Ankara, Türkiye: Tarım Ekonomisi Araştırmaları Yayınları.
- Bektaş, O. (2019). Diyarbakır'ın coğrafi yapısı ve tarımsal potansiyeli. İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Bellinger, D. C. (2008). Very low levels of lead exposure and children's neurodevelopment. *Current Opinion in Pediatrics*, 20(2), 172–177.
- Bernard, A. (2008). Cadmium its adverse effects on human health. *Indian Journal of Medical Research*, 128(4), 557–564.
- Ceylan, İ., Kuru, A. ve Demirtaş, M. (2021). Diyarbakır Dicle Nehri'ndeki atık su kirliliği ve ekosistem üzerindeki etkileri. *Su ve Çevre Araştırmaları Dergisi*, 19(3), 45–56.
- Clarkson, T. W. and Magos, L. (2006). The toxicology of mercury and its chemical compounds. *Critical Reviews in Toxicology*, 36(8), 609–662.
- Çiçek, M. (2018). Mezopotamya'nın verimli topraklarında tarım ve hayvancılık. Diyarbakır, Türkiye: Diyarbakır Araştırmaları Merkezi Yayınları.
- Demirtaş, H. (2022). Sanayi faaliyetlerinin çevresel etkileri ve yönetimi: Diyarbakır örneği. *Çevre Bilimleri Dergisi*, 14(2), 67–82.
- Edition, F. (2011). Guidelines for drinking-water quality. *WHO chronicle*, 38(4), 104–8.
- European Commission. (2015). Water Framework Directive. European Commission. Retrieved November 25, 2024, from <https://ec.europa.eu>.
- European Commission. (2016). Urban Waste Water Treatment Directive. European Commission. Retrieved November 25, 2024, from <https://ec.europa.eu>.

- Fitzgerald, W. F., Lamborg, C. H. and Hammerschmidt, C. R. (2007). Marine biogeochemical cycling of mercury. *Chemical Reviews*, 107(2), 641–662.
- García-Gómez, H., Rivas, J. and Martínez, M. (2018). Agricultural runoff and its impact on water quality. *Journal of Environmental Quality*, 47(6), 1245–1257.
- Gleick, P. H. (2003). Water use. *Annual Review of Environment and Resources*, 28(1), 275–314.
- Global Environment Facility. (2019). *Global Environment Facility Annual Report*. GEF. Retrieved November 25, 2024, from <https://www.gef.org>.
- Gordon, C. (2003). "Lead Contamination in Urban Soils: Sources and Strategies for Remediation." *Environmental Pollution*, 121(1), 43-52.
- Gormley, T., Williams, M. and Hennelly, D. (2019). *Advanced wastewater treatment: Technologies and applications*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Grandjean, P. and Landrigan, P. J. (2014). Neurobehavioural effects of developmental toxicity. *The Lancet Neurology*, 13(3), 330–338.
- Gündüz, O. and Coşkun, H. G. (2015). Assessment of water quality of Dicle River (Tigris River) in Diyarbakır, Turkey. *Environmental Earth Sciences*, 73(4), 1565–1576.
- Gürkan, F. (2023). *The hydrology of the Tigris-Euphrates Basin*. Istanbul, Türkiye: Geography Research Press.
- Güzel, M., Karahan, N. and Yalçın, S. (2020). Assessment of industrial wastewater management in Diyarbakır: Challenges and solutions. *Journal of Environmental Management*, 276, 111–123.
- Harris, J. (2022). *The historical significance of the Tigris River*. Oxford, U.K.: Oxford University Press.
- Hughes, M. F. (2002). Arsenic toxicity and potential mechanisms of action. *Toxicology Letters*, 133(1), 1–16.
- International Maritime Organization. (2020). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*. IMO. Retrieved November 25, 2024, from <https://www.imo.org>.
- Jarup, L. (2003). Cadmium overview. *British Journal of Medicine*, 327(7411), 1187–1190.
- Jarup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin*, 68(1), 167–182.
- Jenkins, D., Richard, M. G. and Furlong, J. D. (2018). *Biological wastewater treatment: Theory and practice*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Johnson, M. (2022). The role of Tigris River in the agricultural development of Diyarbakır region. *Journal of Middle Eastern Studies*, 15(3), 112–130.

- Kara, Z. and Yılmaz, E. (2023). Impact of climate change on water resources in Diyarbakır. *Environmental Research Journal*, 20(2), 45–58.
- Karakaya, B. (2021). Seasonal variations in the flow of the Tigris River: Implications for agriculture. *Journal of Hydrological Research*, 33(2), 112–124.
- Kaya, M., Akman, Y. and Kara, S. (2022). Cumulative effects of industrial and agricultural pollution on water resources: Case study of Diyarbakır. *Water Research*, 210, 117–129.
- Kelleher, B. P., McLoughlin, M. and Fitzgerald, J. (2002). Cadmium and bone health: Clinical implications. *Journal of Bone and Mineral Research*, 17(10), 1735–1744.
- Korkmaz, N. E., Çağlar, N., Aksu, A. and Ünsal, T. (2020). Effect of seasonal changes on steroid hormone concentrations in the Golden Horn Estuary (Sea of Marmara, Turkey). *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 7(2), 157–164.
- Korte, N. and Fernando, Q. (1991). Arsenic occurrence in groundwater: A review of the literature. *Journal of Environmental Science and Health*, 26(3), 247–271.
- Kumar, S., Bhattacharya, S. and Singh, R. (2019). Wastewater management in developing countries: Challenges and solutions. *Journal of Environmental Management*, 233, 355–368.
- Kurt, B. (2021). Diyarbakır'da demografik değişim ve sosyal etkiler. İstanbul, Türkiye: Sosyal Araştırmalar Enstitüsü Yayınları.
- Küpper, H., Scheffknecht, G. and Römheld, V. (2007). Cadmium uptake and transport in plants: A review. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 219–228.
- Lanphear, B. P., Hornung, R., Khoury, J., et al. (2005). Low-level lead exposure and children's intellectual function: An international pooled analysis. *Environmental Health Perspectives*, 113(7), 894–899.
- Lanphear, B. P., Hornung, R., Khoury, J., Yolton, K. and Griffiths, J. (2005). Low-level lead exposure and children's IQ: A meta-analysis and review. *Environmental Health Perspectives*, 113(7), 894–899.
- Lee, J. and Chang, Y. (2019). Impact of industrial wastewater on river ecosystems: A case study of the Tigris River. *Environmental Pollution Journal*, 34(3), 234–245.
- Luoma, S. N. and Rainbow, P. S. (2008). Metal contamination in aquatic environments: Science and lateral management (Vol. 126). Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Mahurpawar, M. (2015). Effects of heavy metals on human health. *International Journal of Research Granthaalayah*, 530(516), 1–7.
- Mason, R. P., Lawson, N. and Sheu, G.-R. (2012). Mercury emissions from coal combustion in China. *Environmental Science ve Technology*, 46(1), 23–29.

- Metcalf, L. and Eddy, H. (2014). Wastewater engineering: Treatment and resource recovery. New York, NY: McGraw-Hill.
- Miller, G. T. and Spoolman, S. E. (2017). Living in the environment: Principles, connections, and solutions. Boston, MA: Cengage Learning.
- Miller, K. and Reed, P. (2023). Water resources and agriculture in the Middle East: A focus on the Tigris Basin. Abingdon, U.K.: Routledge.
- National Research Council. (2000). Toxicological effects of methylmercury. Washington, DC: National Academies Press.
- Naujokas, M. F., Anderson, B., Ahsan, H., Aposhian, H. V., Graziano, J. H., Thompson, C. and Suk, W. A. (2013). The broad scope of health effects from chronic arsenic exposure: Update on a worldwide public health problem. *Environmental Health Perspectives*, 121(3), 295–302.
- Navas-Acien, E. Guallar, E. K. Silbergeld and S. J. Rothenberg, "Lead, cadmium, smoking, and mortality in the U.S. population: The third national health and nutrition examination survey (1988–1994)," **Archives of Internal Medicine**, vol. 168, no. 4, pp. 347–353, 2008.
- Needleman, H. (2004). Lead poisoning. *Annual Review of Medicine*, 55(1), 209–222.
- Nriagu, J. O. (1988). A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. *Nature*, 333, 134–139.
- Özdemir, M. ve Çelik, M. (2021). Türkiye’de atık su yönetimi ve arıtma yöntemleri. *Su ve Çevre Bilimleri Dergisi*, 15(1), 87–102.
- Öztürk, T., Kılınç, F. and Demirtaş, M. (2019). Analysis of agricultural pollution and its implications on water quality in Diyarbakır region. *Sustainable Agriculture Reviews*, 34, 65–78.
- Pacyna, J. M., Pacyna, E. G. and Fudala, J. (2006). Global emissions of mercury from anthropogenic sources in 2000 and 2005. *Atmospheric Environment*, 40(22), 4148–4159.
- Rahman, M. M., Hasegawa, H. and Watanabe, C. (2006). Arsenic exposure and its health effects in Bangladesh. *Environmental Health Perspectives*, 114(2), 155–160.
- Rao, S. M. and Karthikeyan, S. (2020). Industrial wastewater management and treatment. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Ravenscroft, P., Brammer, H. and Richards, K. S. (2009). Arsenic pollution: A global synthesis. Chichester, U.K.: Wiley-Blackwell.
- Rodriguez, A., Lee, H. and Paterson, J. (2022). Pollution impact on river ecosystems: The Tigris River case study. *Environmental Science ve Technology*, 56(4), 278–292.

- S.Skerfving, S. and Bergdahl, I. A. (2005). Lead exposure and health effects in adults. *Environmental Health Perspectives*, 113(9), 1248–1255.
- Satarug, S., Baker, J. R. and Egan, K. (2003). Cadmium, lead, and arsenic in the urine of urban populations in Thailand. *Environmental Research*, 92(2), 168–176.
- Smedley, P. L. and 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., Lopipero, P. A. and Bates, M. N. (2000). Arsenic epidemiology and drinking water standards. *Science*, 290(5499), 512–513.
- Smith, J. R. and Brown, L. (2021). *Climate and geography of Southeastern Anatolia: Impacts on agriculture*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Smith, R. (2021). *Agricultural dependence on river systems in the Middle East*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Sönmez, M. (2022). *The geography and hydrology of the Tigris Basin*. Ankara, Türkiye: Water Resources Institute Publications.
- Stern, P. C. and Dietz, T. (Eds.). (2008). *Public participation in environmental assessment and decision making*. Washington, DC: National Academies Press.
- Şenol, M., Gül, T., Atış, E. ve Salalı, H. E. (1992). Gediz Havzasında su kirliliğinin önlenmesinde tarımın rolü. Paper presented at the Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir.
- Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., Tsuchihashi, R. and Odgen, B. (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery*. New York, NY: McGraw-Hill.
- Turan, A. (2020). *Water management and ecosystem sustainability in the Tigris Basin*. Ankara, Türkiye: Environmental Studies Center.
- Türkeş, M. (2020). Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde iklim değişiklikleri ve tarımsal etkiler. *Türkiye Ziraat Dergisi*, 45(4), 205–220.
- Türkiye Cumhuriyeti Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2021). *Atık Su Arıtma Tesisleri Yönetmeliği*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Retrieved November 25, 2024, from <https://www.csb.gov.tr>.
- Tytła, M. (2019). Assessment of heavy metal pollution and potential ecological risk in sewage sludge from municipal wastewater treatment plant located in the most industrialized region in Poland—case study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13), 2430.
- U.S. Environmental Protection Agency. (2020). *Clean Water Act overview*. EPA. Retrieved November 25, 2024, from <https://www.epa.gov>.
- UN Water. (2018). *Sustainable Development Goals (SDGs)*. United Nations Water. Retrieved November 25, 2024, from <https://www.unwater.org>.
- Vörösmarty, C. J. and Sahagian, D. (2000). Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. *Bioscience*, 50(9), 753–765.

- Wagh, V. M., Panaskar, D. B., Mukate, S. V., Gaikwad, S. K., Muley, A. A. and Varade, A. M. (2018). Health risk assessment of heavy metal contamination in groundwater of Kadava River Basin, Nashik, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 4, 969–980.
- Wang, S., Wang, W. and Liu, J. (2012). Mercury contamination in aquatic systems: Overview of research progress and future directions. *Environmental Science ve Technology*, 46(6), 3506–3516.
- Watanabe, N., Shimaoka, T. and Matsumoto, M. (2016). Contamination and removal of arsenic in groundwater: Recent advances and future directions. *Water Research*, 104, 347–359.
- World Health Organization. (2018). Wastewater and human health. Geneva, Switzerland: WHO.
- Yılmaz, K., Aydın, A. and Sönmez, M. (2019). Impact of textile and food processing industries on water quality in Diyarbakır. *Journal of Cleaner Production*, 220, 345–355.
- Yurtseven, Y. (2021). Güneydoğu Anadolu Bölgesi tarımsal üretim ve ihracat raporu. Diyarbakır, Türkiye: Diyarbakır Ticaret Borsası Yayınları.
- Zhao, F. J., McGrath, S. P. and Crosland, D. (2010). Cadmium and its availability in soils and plants: An overview. *Advances in Agronomy*, 108, 85–119.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyad, Ad

CİHAN, Atalay

Web sayfası

(Research Gate, Academia, vs.)

Eğitim Bilgileri

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Dicle Üniversitesi	2024-2025
Lisans	Batman Üniversitesi	2018
Lise	Hasankeyf Lisesi	2003

İş Deneyimi

Dönem (Yıl)	Şirket, Kurum	Görev
2009	Batman Medical Park Hastanesi	Laborant
2009-2025	Dicle Üniversitesi Hastanesi	Laborant

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1.INTERNATIONAL AEGEAN CONFERENCES ON NATURAL ve MEDICAL SCIENCES-X October 05-07, 2024
INVESTIGATION OF SOME TOXIC ELEMENTS (AS, PB, HG, CD) IN DIYARBAKIR WASTEWATER

DİCLE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEZ BENZERLİK BİLDİRİMİ FORMU

Öğrencinin Adı, Soyadı	Atalay CİHAN
Öğrenci No	22803017
Ana Bilim Dalı	Kimya
Program Türü	Proje ☐ Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐
Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)	Prof. Dr. M. Zahir DÜZ
(Varsa) II. Tez Danışmanı (Ünvanı, Adı, Soyadı)	
Tez Başlığı	Diyarbakır Atık Sularında Bazı Toksik Elementlerin (As, Pb, Hg, Cd) İncelenmesi
RAPOR BİLGİLERİ	
Raporlama Aşaması	Tez Savunma Sınavı Öncesi
Sayfa Sayısı	63
Raporlama Tarihi	25/12/2024
Benzerlik Oranı (%)	9

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmamın toplam 63 sayfalık kısmına ilişkin, 25/12/2024 tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından TURNITINE isimli intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan intihal raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 9 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

- ☐ Başlangıç Bölümleri (Kabul ve Onay sayfası, Teşekkür sayfası, Özet/Abstract) hariç
☒ Kaynaklar hariç
☐ Alıntılar hariç/dâhil
☐ Diğer (Açıklayınız)

Tezimin benzerlik oranı, Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İntihal Raporu Uygulama Esaslarında belirtilen üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır. Tez benzerlik oranı üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu bildirir, gereğini arz ederim.

Öğrencinin Adı, Soyadı: Atalay CİHAN

Tarih: 25/12/2024

İmza:

Danışman Adı, Soyadı:

Prof. Dr. M. Zahir DÜZ

Tarih: 25/12/2024

İmza:

Ana Bilim Dalı Başkanı Adı, Soyadı:

Prof. Dr. Berrin ZİYADANOĞULLARI

Tarih: 25/12/2024

İmza: