



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



KONYA BÜSAN SANAYİ BÖLGESİ
ATIKSULARINDA MİKROKİRLETİCİLERİN
İZLENMESİ VE TOKSİSİTE TAYİNİ

Ayşe Hümevra TATAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Mayıs-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Ayşe Hümeýra TATAR tarafından hazırlanan “Konya Büsan Sanayi Bölgesi Atıksularında Mikrokirleticilerin İzlenmesi ve Toksisite Tayini” adlı tez çalışması 23/05/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Mehmet Emin ARGUN
Konya Teknik Üniversitesi

.....

Danışman

Doç. Dr. Süheyla TONGUR
Konya Teknik Üniversitesi

.....

Üye

Doç. Dr. Fatma Nur ARSLAN
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Mevlüt UYAN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Ayşe Hümeysra TATAR

Tarih: 23 Mayıs 2024

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

KONYA BÜSAN SANAYİ BÖLGESİ ATIKSULARINDA MİKROKİRLİTİCİLERİN İZLENMESİ VE TOKSİSİTE TAYİNİ

Ayşe Hümeysra TATAR

Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Süheyla TONGUR

2024, 108 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mehmet Emin ARGUN
Doç. Dr. Süheyla TONGUR
Doç. Dr. Fatma Nur ARSLAN

Bu tez çalışmasında, Konya’da bulunan Büsan organize sanayi bölgesinden (OSB) kaynaklı endüstriyel atıksuyun karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Analiz parametreleri olarak klasik parametrelerin yansıra son dönemde tüm bilim dünyasında büyük önem kazanmış yüksek toksisiteye sahip, biyobozunurluğu düşük, kanserojenik etkiye sahip olabilen ve canlılar üzerinde biyobirikime yol açan mikrokirletici maddelerde incelenmiştir. Biyolojik olarak arıtmaya dirençli bu maddeler mikro organizmalar tarafından arıtılmadan alıcı sulara deşarj edilebilmektedir.

Tez kapsamında oluşan atıksuyun kirlilik değerlerini kıyaslamak ve en yüksek kirliliğe sahip atıksun deşarj zaman dilimini tespit edebilmek bununla beraber kaçak deşarj olup olmadığını kontrol edebilmek adına üç ayrı set olarak toplamda 12 adet numune alınmıştır. 1. set numune gün içinde üretimin yoğun olduğu saatte, 2.set numune üretimin son bulup tesislerin proses sularını deşarj ettikleri saatte ve 3.set numune ise endüstriyel faaliyetlerin durduğu üretimin olmadığı hafta sonu gün içinde gerçekleştirilmiştir. Bu üç numune arasında 2.set numunenin kirliliği diğer numunelere göre oldukça yüksek görülmüştür. Hafta sonu alınan numunede kaçak deşarja rastlanmamıştır.

Alınan numunede KOSKİ tarafından uygulanan kanalizasyon sistemine deşarj yönetmeliği parametreleri kapsamında 16 adet fizikokimyasal parametre analizi, 13 ağır metal madde analizi ve buna ilave olarak 26 adet mikrokirletici madde analizi gerçekleştirilmiştir. Mikrokirletici kapsamda poli aromatik hidrokarbonlar (PAH) grubundan 16 adet organik kirleticiye, ftalat esterler (PAE) ve plastikleştiriciler grubundan 6 adet organik kirleticiye ve alkilfenoller (AP) ve BPA grubundan 4 adet organik kirleticiye bakılmıştır. Tüm bu analizlerin yansıra endüstriyel atıksuyun toksikolojik olarak değerlendirmesi amacı ile Daphnia magna akut toksisite testine tabi tutulmuştur.

Üç farklı sette alınan numunelerde 2. set olan endüstriyel faaliyetin son bulduğu proses ve kazan sularının boşaltıldığı saatte alınan numunelerde yüksek konsantrasyonlarda kirlilik tespit edilmiştir. Mikrokirletici analizleri sonucunda oldukça yüksek konsantrasyonlarda PAE’ler grubunda bulunan DnOP, DEHP ve AP’ler ve BPA grubunda bulunan BPA tespit edilmiştir. Buna ek olarak PAH grubunda bulunan acenaphthene ve fluorene’e rastlanmıştır. DEHP konsantrasyonu 3,52 µg/L – 1906,2 µg/L aralığında tespit edilirken, DnOP konsantrasyonu 196 µg/L- 2865,3 µg/L aralığında tespit edilmiştir. BPA konsantrasyon değeri 12989 µg/L olarak tespit edilmiştir. PAH grubu kirleticilerden acenaphthene ve fluorene sırası ile 1,15 µg/L ve 14,96 µg/L değerlerinde tespit edilmiştir. Bunun yansıra 2. set numunelerinde yapılan ağır metal analizleri sonrasında 1. ve 3. set numunelerine oranla yüksek konsantrasyonlarda Hg, Fe, Al, Cu ve Zn tespit edilmiştir. Tez kapsamında elde edilen toplamda 166 adet analiz sonucu araştırma sonuçları ve tartışma bölümünde kapsamlı bir şekilde verilmektedir. 2. set

kapsamında 3. bacadan alınan atıksu numunesine uygulanan Daphnia magna akut toksisite testi sonucuna göre endüstriyel atık su “hafif toksik” olarak değerlendirilmiştir.

Büsan OSB oluşan atıksu evsel atıksuların toplandığı kanalizasyon şebekesine deşarj edilmekte, buradan da arıtmak üzere Konya Kentsel Atıksu Arıtma Tesisine (KKAAT) iletilmektedir. İlerleyen dönemlerde oluşan endüstriyel atıksu KKAAT’ye gönderilmeden, OSB bünyesinde kurulmuş bir Atıksu arıtma tesisinde arıtıma tabi tutulması planlanmaktadır. Bu çalışmanın çıktıları OSB kapsamında yapılabilecek bir endüstriyel atıksu arıtma tesisi tasarımı için önemli bir kaynak ve veri altyapısı oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Alkilfenoller, daphnia magna akut toksisite, endüstriyel atıksu, ftalat esterler, kanalizasyon izleme, poliaromatik hidrokarbon,



ABSTRACT

MS THESIS

MONITORING OF MICROPOLLUTANTS AND TOXICITY DETERMINATION IN WASTEWATER OF KONYA BUSAN INDUSTRIAL ZONE

Ayşe Hümeýra TATAR

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Environmental Engineering**

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Süheyla TONGUR

2024, 108 Pages

Jury

**Prof. Dr. Mehmet Emin ARGUN
Assoc. Prof. Dr. Süheyla TONGUR
Assoc. Prof. Dr. Fatma Nur ARSLAN**

In this thesis, the characterization of industrial wastewater collected from Büsan organized industry zone (OSB) in Konya was carried out. In addition to classical parameters, micropollutants with high toxicity, low biodegradability, carcinogenic effects and bioaccumulation on living things, which have recently gained great importance in the whole scientific world, have also been examined as analysis parameters. These substances, which are biologically resistant to treatment, can be discharged into receiving waters without being purified by microorganisms.

A total of 12 samples were taken as three separate sets in order to compare the pollution values of the wastewater generated within the scope of the thesis and to determine the discharge period of the wastewater with the highest pollution and to check whether there was any illegal discharge. The first set of samples was collected during the day when production was busy, the second set was collected at the time when production ended and the facilities discharged the process water, and the third set of samples was collected during the weekend when industrial activities stopped and there was no production. Among these three samples, the contamination of the second set of samples was found to be quite high compared to the other samples. No illegal discharge was found in the sample taken over the weekend.

16 physicochemical parameter analyses, 13 heavy metal substance analyzes and additionally 26 micropollutant analyzes were carried out on the samples taken within the scope of the parameters of the discharge regulation to the sewage system applied by KOSKİ. Within the scope of micropollutants, 16 organic pollutants from the PAH group, 6 organic pollutants from the PAEs and plasticizers group, and 4 organic pollutants from the APs and BPA group were examined. In addition to all these analyses, *Daphnia magna* was subjected to acute toxicity testing in order to toxicologically evaluate industrial wastewater.

Among the samples taken in three different sets, high concentrations of pollution were detected in the second set, which was taken at the time when the process and boiler waters were discharged after the industrial activity ended. As a result of micropollutant analysis, very high concentrations of DnOP and DEHP in the Phthalate esters group and BPA in the Alkylphenols and BPA group were detected. In addition, acenaphthene and fluorene, which are in the group of polycyclic aromatic hydrocarbons, were found. While the DEHP concentration was detected as 3.52 µg/L- 1906.2 µg/L, the DnOP concentration was detected as 196 µg/L- 2865.3 µg/L. BPA concentration value was determined as 12989 µg/L. Acenaphthene and fluorene, among PAH group pollutants, were detected as 1.15 µg/L and 14.96 µg/L,

respectively. In addition, after the heavy metal analyzes performed on the 2nd set samples, higher concentrations of Hg, Fe, Al, Cu and Zn were detected compared to the 1st and 3rd set samples. A total of 166 analysis results obtained within the scope of the thesis are presented comprehensively in the research results and discussion section. According to the results of the *Daphnia magna* acute toxicity test applied to the wastewater sample taken from the 3rd chimney within the scope of the 2nd set, industrial wastewater was evaluated as "slightly toxic".

The wastewater generated by Büsan OSB is discharged to the sewer network where domestic wastewater is collected, and from there it is conveyed to Konya Urban Wastewater Treatment Plant (KKAAT) for treatment. It is planned that the industrial wastewater generated in the future will be treated in a wastewater treatment plant (WWTP) established within the OSB, before being sent to KKAAT. The outputs of this study constitute an important source and the data infrastructure for the design of an industrial WWTP that can be made within the scope of OSB.

Keywords: Alkylphenols, *daphnia magna* acute toxicity, industrial wastewater, phthalate esters, polyaromatic hydrocarbon, sewage monitoring,



ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tez çalışmamı yaparken bana yol gösteren, her türlü desteği ve yardımını esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Süheyla TONGUR' a minnet ve şükranlarımı sunarım.

Tezimde emeği geçen tüm KOSKİ ekiplerine ve KOSKİ' de görev yapan mühendis Sefa Çetine destekleri için teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatımda bu aşamalara gelmemde en büyük pay sahibi olan ve hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen değerli annem, merhum babam ve sevgili ağabeylerime ve kardeşime teşekkür ederim.

Sabır ve desteğinden dolayı değerli eşime en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Son olarak minik oğlum Okan Mert'e bu süreçte varlığıyla bana mutluluk verdiği için çok teşekkür ederim.

Ayşe Hümeysra TATAR
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Başlıca Endüstriyel Atık Su Kaynakları Nelerdir?	3
2.1.1. Enerji santralleri.....	3
2.1.2. Kimya endüstrisi	3
2.1.3. Demir-çelik endüstrisi.....	4
2.1.4. Metal kaplama endüstrisi	4
2.1.5. Boya ve tekstil endüstrileri	4
2.1.6. Maden endüstrisi.....	4
2.2. Endüstriyel Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Koşulları	5
2.3. Mikrokirletici Nedir?	6
2.3.1. Pestisitler.....	9
2.3.2. Poli Aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar).....	10
2.3.3. Uçucu organik bileşikler (VOCs)	14
2.3.4. Ftalat esterler (PAE'ler) ve plastikleştiriciler.....	14
2.3.5. Ağır metaller (HM).....	16
2.3.6. İlaç etken maddeler (PhAC'ler) ve hormonlar	19
2.3.7. Alkilfenoller (AP'ler) ve bisphenol-A (BPA)	21
2.4. Daphnia Magna Akut Toksisite Testi	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	25
3.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi	25
3.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı.....	26
3.4. Analiz Süreçleri	31
3.4.1. Fizikokimyasal parametrelerin analiz metotları	31
3.4.2. Mikrokirletici maddeler için analiz metotları	32
3.4.3. Daphnia magna akut toksisite testi analiz metodu.....	34
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA.....	35
4.1. Fizikokimyasal Parametrelerin Analiz Verileri	35
4.1.1. 1. set numuneler fizikokimyasal analiz verileri	35
4.1.2. 2. set numuneler fizikokimyasal analiz verileri	40
4.1.3. 3. set numuneler fizikokimyasal analiz verileri	44
4.2. Ağır Metallerin Analiz Verileri	47

4.2.1. 1. set numuneler HM analiz verileri	47
4.2.2. 2. set numuneler HM analiz verileri	52
4.2.3. 3. set numuneler HM analiz verileri	57
4.3. Mikrokirleticilerin Analiz Verileri.....	59
4.3.1. PAH analiz verileri	59
4.3.2. PAE'ler ve plastikleştiriciler analiz verileri.....	63
4.3.3. AP'ler ve BPA analiz verileri	69
4.4. Daphnia Magna Toksisite Testi Verileri.....	71
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	74
5.1 Sonuçlar	74
5.2 Öneriler	78
KAYNAKLAR	80



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C[°] : santigrat derece
g : gram
L: litre
kPa : kilopaskal
m³ :metreküp
mg: miligram
ml: mililitre
mm: milimetre
ng: nanogram
µl: mikrolitre
µm:mikrometre
(m/z) : kütle/yük
µS/cm : mikrosiemens/santimetre

Kısaltmalar

ACE: Acenaphthene
ATZ: Atrazin
Al: Alüminyum
AKM: Askıda katı madde
As: Arsenik
AP'ler: Alkilfenoller
Ag: Gümüş
ABD: Amerika Birleşik Devletleri
ANT: Anthracene
AP: Alkilfenoller
APEO: Alkilfenol etoksilatları
BOİ: Biyolojik oksijen ihtiyacı
BaP: Benzo (a) pyrene
BBP: Bütil benzil ftalat
B(b)F: Benzo (b) Fluoranthene
BPA: Bisfenol A
B(g,h,i)P: Benzo (g,h,i) Perylene
B(k)F: Benzo (k) Fluoranthene
Cd: Kadmiyum
CN-: Siyanür
Cu: Bakır
Cl⁻: Klorür
CHR: Chrysene
Cr: Krom
DEP: Dietil ftalat
DEHP: Di-(2-etilheksil) ftalat
DnOP: Di-n -oktil ftalat
DNA: Deoksiribonükleik asit
DnBP: Di-n-bütil ftalat
DMP: dimetil ftalat

EDC: Endokrin bozucu kimyasal
Fe: Demir
FL: Fluoranthene
FLU: Fluorene
GC-MS: Gaz kromatografisi ve kütle spektroskopisi
Hg: Cıva
HMW: Yüksek moleküler ağırlıklı
HM: Ağır metallerin
KAAT: Kentsel atık su arıtma tesislerinde
KOİ: Kimyasal oksijen ihtiyacı
KOSKİ: Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi
KKAAT: Konya Kentsel Atık Su Arıtma Tesisi
MeHg: Metil Hg'nin
NAF: Naphthalene
NPnEO: Nonilfenol polietoksilat
NP: Nonilfenol
N-Np1eo: 4-Nonylphenol Ethoxylate=4-Nonylphenol Monoethoxylate
Ni: Nikel
OP: Oktilfenol
OPnEO: oktilfenol polietoksilat
OSB: Büsan Organize Sanayi Bölgesinde
PAE: Ftalat esterin
PAH: Poli Aromatik hidrokarbon
PhAC: İlaç etken madde
PHE: Phenanthrene
PFAS Polifloroalkil madde
Ppb: parts per billion
PYR: Pyrene
PhAC: İlaç etken maddeler
Pb: Kurşun
ROS: Reaktif oksijen türleri
RT: Retention time
S: Sülfür
SKKY: Su kirliliği kontrolü yönetmeliği
Sn: Kalay
4-NP: 4-nonilfenol
4-OP: 4-oktilfenol
Zn: Çinko

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla artışı kaynak tüketimine olan talebi günden güne artırmaktadır. Artan talep nedeniyle endüstriyel, evsel ve tarımda kullanım sebebiyle kısıtlı miktarda bulunan kullanılabilir su kaynakları tükenmeye başlamıştır. Bunun yanı sıra küresel iklim değişikliği ve kuraklık tehlikede olan su kaynaklarına negatif etkide bulunmaktadır. Bu sebeple günümüzde mevcut temiz su kaynaklarının doğru yönetilmesi, korunması ve atık suyun geri kazanımı büyük önem kazanmıştır.

Temiz su kaynakları için başlıca risk faktörlerinden biri evsel ve endüstriyel faaliyetler sonucu oluşan atıksuların alıcı ortama doğrudan veya yeterli arıtılmadan deşarj edilmesidir. Bu durum su ekosistemi, hayvan ve insan sağlığı için büyük risk teşkil etmekte, su kaynaklarını kullanılamaz hale getirmektedir. Evsel atıksu konutlar, oteller, siteler ve resmi binalar gibi yerleşim birimlerinden oluşan genel olarak yapısında organik maddeler, deterjanlar ve yağlar bulunduran kanalizasyon sularıdır. Bu tür evsel atıksuların genel olarak kirlilik değerleri ortalama olarak bilinmekte büyük farklılıklar göstermemektedir. Evsel atıksuyun aksine endüstriyel atıksuların belli bir karakterizasyonu bulunmamaktadır. İşletme türlerine, üretim proseslerine ve kullanılan hammadde gibi faktörlere göre büyük değişiklikler gösterebilmektedir.

Endüstri kaynaklı atık sular yüksek konsantrasyonda kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) gibi klasik parametreler içerebildiği gibi toksik ve kanserojen olan, öncelikli kirleticiler (EC) olarak bilinen mikrokirleticileri de bünyelerinde bulundurabilmektedir. Mikrokirleticiler günümüzde büyük önem kazanmış kirleticilerdir. Yeraltı ve yüzey sularında doğal yollarla ve sentetik olarak üretimle ortaya çıkan organik yapıdaki mikrokirleticilerin varlığı son zamanlarda ortaya çıkan küresel bir çevre sorunu haline gelmiştir. Bazılarının biyolojik olarak parçalanamaması ve biyolojik birikim potansiyelleri nedeniyle oldukça önemli maddelerdir. Su ortamında konsantrasyonları $\mu\text{g/L}$ ve ng/L gibi oldukça düşük miktarlarda olsa dahi bu kirleticilerin uzun sürede çevreye etkileri ve toksikolojik değerleri tam olarak bilinmemektedir (Porte ve ark., 2006).

Konya'da Büsan OSB'de bulunan işletmeler oluşan atıksularını belirli bir sınır değer altına kadar arıttıktan sonra KKAAT'de arıtılmak üzere evsel atıksuların toplandığı kanalizasyon şebekesine deşarj etmektedir. Ön arıtma işlemlerinde yalnızca klasik parametreler ve bazı ağır metaller için sınır değerler hedeflenmekte birçok mikrokirletici madde grupları bu maddelerin dışında kalmaktadır. AAT'lerde biyolojik

arıtıma dirençli ve deşarj edildikten sonra çevre için önemli risk teşkil eden mikrokirletici maddeler için yalnızca total konsantrasyon değerleri incelenmekte, içermiş olduğu spesifik maddeler ve etkileri henüz bilinmemektedir.

Büsan OSB’de bulunan çoğu firma ön arıtma işlemini mikrokirletici madde giderimi kapsamında tasarlamadığı için kanalizasyon şebekesine biyolojik arıtıma dirençli ve toksik değerlere sahip atıksu deşarj etmektedir. Bu durumun ve mevcut kirleticilerin tespiti için bu tez kapsamında Büsan OSB kanalizasyon şebekesinden üç periyot halinde toplamda 12 adet numune alınmıştır. Bu numunelerin dört tanesi gün içinde endüstriyel faaliyetin yoğun olduğu saatte dört ayrı bacadan, diğer dördü endüstriyel faaliyetin son bulduğu proses ve kazan sularının boşaltıldığı saatte ve son dördü ise endüstriyel faaliyetin olmadığı hafta sonu alınmıştır. Numunelerin farklı zaman dilimlerinde alınmasının amacı en yoğun kirlilikte atıksu deşarj saatini tespit etmek ve varsa hafta sonu kaçak deşarj durumunu tespit etmektir. Klasik parametrelerin tespitinin yanı sıra günümüz dünyasında büyük öneme sahip poliaromatik hidrokarbonlar (PAH’lar), ftalat esterler (PAE’ler) ve plastikleştiriciler, alkilfenoller (AP’ler) ve bisphenol-A (BPA) olmak üzere üç grup mikrokirletici madde muhteviyatı incelenmiştir. Buna ek olarak alıcı ortam ve KKAAT için risk teşkil eden bu endüstriyel kaynaklı atıksuyun *Daphnia magna* akut toksisite testi ile toksikolojik etkisi tespit edilmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Başlıca Endüstriyel Atık Su Kaynakları Nelerdir?

Evsel atıksu konutlardan ve bölgedeki ticari, kurumsal ve kamu tesislerinden deşarj edilen atıksulardan oluşur. Evsel atıksu tuvalet atıkları, banyolarda kullanılmış su, yiyecek hazırlama atıkları, çamaşır atıksuları ve normal yaşamın diğer atık ürünlerini içermektedir. Gri su ve siyah su olarak iki gruba ayrılır. Gri su, yiyecek, kıyafet ve bulaşık yıkamanın yanı sıra duş veya banyo yapmaktan kaynaklanan sudur. Ancak siyah su patojenleri içeren ve tuvaletlerden gelen atıksuyu ifade eder.

Endüstriyel atıksu; gıda, tekstil ve ayakkabı üretimi, elektronik eşya üretimi gibi endüstrilerinin yanı sıra madencilik, petrol rafinerileri gibi ağır üretim tesislerinden kaynaklanmaktadır. Ticari ürünlerin üretim sürecinin yansısı süreçle birlikte gerçekleştirilen temizlik faaliyetlerinde yine su kullanılmaktadır. Tüm bu işlemler için kullanılan su endüstriyel atıksu olarak kabul edilmektedir. Evsel atıksuların içerik ve debileri az çok belli olsa da endüstriyel atıksuların debileri ve içerikleri çok değişken olabilir. Endüstriyel atıksu için bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

2.1.1. Enerji santralleri

Fosil yakıt bazlı enerji santralleri endüstriyel atıkların önemli bir kaynağıdır. Bu tesislerin çoğunun deşarj ettiği atıksularda krom, cıva, kurşun ve kadmiyum gibi metallerin yanı sıra nitrojen bileşikleri (nitratlar ve nitritler), arsenik ve selenyum da büyük miktarlarda mevcuttur (Mohsen, 2004). Bu işletmelerde baca gazı kirliliği kontrolü amaçlı uygulanan tipik ıslak yıkayıcı proseslerde su kullanılmaktadır ve su içerisine absorbe edilen kirleticiler genellikle kanalizasyon şebekesine deşarj edilmektedir (Barakat, 2011).

2.1.2. Kimya endüstrisi

Atıksu atıklarının bertarafı söz konusu olduğunda kimya endüstrisi en önemli endüstrilerden birisidir. Rafinerilerden ve petrokimya endüstrilerinden kaynaklanan katı atıklar ve çamurlar, ağır metallerin yanı sıra organik ve inorganik maddeler de içermektedir. Petrokimya endüstrisi tarafından üretilen atıksularda büyük miktarlarda

aromatik ve çok halkalı hidrokarbonlar, metal türevleri, yüzey aktif maddeler, fenoller, naftenik asitler, sülfidler ve diğer bileşikler mevcuttur (Uzoekwe ve ark., 2011).

2.1.3. Demir-çelik endüstrisi

Demir-çelik endüstrisinde soğutma ve yan ürünlerin ayrıştırılması amacıyla su kullanılmaktadır. Su aynı zamanda elektrik ark ocaklarında cüruf ve yabancı maddelerin uzaklaştırılması esnasında ve hava kirliliği kontrolünün sağlanmasında kullanılmaktadır. Sonuç olarak, çelik üretim sürecinden kaynaklanan atıksu oldukça kirli olup çok çeşitli ağır metal iyonları taşır (Beh ve ark., 2012).

2.1.4. Metal kaplama endüstrisi

Ağır metaller (çinko, kadmiyum, krom, kurşun, bakır, nikel, platin, vanadyum, titanyum ve gümüş gibi), elektrokaplama, metal yüzey işleme ve baskılı devre kartı imalat işlemleriyle üretilen atıksularda önemli konsantrasyonlarda mevcuttur (Barakat, 2011). Metal kaplama atığı genellikle magnezyum hidroksitler, ferrik hidroksitler, çinko hidroksitler ve nikel hidroksitler gibi metal hidroksitleri içeren bir bulamaçtır (çamur).

2.1.5. Boya ve tekstil endüstrileri

Tekstil işlemede hammadde ve ürünlere bağlı olarak farklı kimyasallar kullanılmaktadır (Aslam ve ark., 2004). Farklı boyalar, deterjanlar, asitler, soda, enzimler ve tuzlar bu bileşiklere örnektir. Suda yaşayan birçok organizma, bu tehlikeli elementleri içeren sularla zehirlenmektedir (Bhardwaj ve ark., 2014). Kurşun (Pb), krom (Cr), kadmiyum (Cd), bakır (Cu) ve nikel (Ni), tekstil boyası renk pigmentlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Mathur ve ark., 2006).

2.1.6. Maden endüstrisi

Maden artıkları, bir madenden altın veya gümüş gibi mineral konsantresinin çıkarılmasından sonra kalan ince toz haline getirilmiş kaya ve suyun birleşimidir (Chen ve ark., 2018). Maden atıklarının uygun şekilde yönetilmesi madencilik şirketleri için

büyük bir endişe kaynağıdır. Çevresel bir tehlike olan atıkların bertarafı önemli bir maliyet gerektirir (Sun ve ark., 2018).

2.2. Endüstriyel Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Koşulları

Endüstriyel tesisler oluşan atıksularını Su kirliliği kontrolü yönetmeliği (SKKY) kapsamında bulunan deşarj standart değerlerine kadar kendi bünyelerinde ön arıtıma tabi tuttuktan sonra kanalizasyon şebekesine deşarj edebilmektedirler.

Konya’da endüstriyel veya evsel atıksuların kanalizasyona deşarj edilmeden önce yönetmelik değerlerine uygunluğunu inceleyen birim Konya Su ve Kanalizasyon İdaresidir (KOSKİ’dir). Kanalizasyon şebekesine deşarj edilmek istenen atıksuyun yönetmelik değerlerine uygun olmaması halinde işletmelerin atıksuya ön arıtım yapması ve uygun koşulları sağlaması istenebilir. KOSKİ tarafından debi miktarı ve AAT varlığı durumuna göre uygulanan kanalizasyon sistemine deşarj yönetmeliği standart değerleri Çizelge 2.1. de görülmektedir.

Çizelge 2.1. Endüstriyel nitelikli atıksuların kanalizasyon sistemine deşarj standartları (Atıksuların Kanalizasyon Sistemine Deşarj Yönetmeliği, 2022)

Parametreler	Kanalizasyon Sistemleri Biyolojik veya Eşdeğeri Arıtma ile Sonuçlanan Atıksu Altyapı Tesislerinde	Atıksu Debisi $\leq 5\text{m}^3/\text{gün}$ olan tesisler için	Atıksu Debisi >5 $\text{m}^3/\text{gün} \leq 50$ $\text{m}^3/\text{gün}$ olan tesisler için
Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	40	40	40
pH	6 -10	6-10	6-10
İletkenlik (mS)	4000	6000	5000
Askıda katı madde (AKM) (mg/L)	400	1000	600
Yağ ve gres (mg/L)	150	300	200
Katran ve petrol kökenli yağlar (mg/L)	50	120	75
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	800	4000	1800
Fenol (mg/L)	20	30	25
Sülfat (SO_4^{2-}) (mg/L)	1700	2200	2000
Arsenik (As) (mg/L)	3	10	5
Toplam kurşun (Pb) (mg/L)	3	10	5
Toplam civa (Hg) (mg/L)	0,2	0,4	0,3
Toplam kadmiyum (Cd) (mg/L)	2	5	4
Toplam siyanür (CN^-) (mg/L)	10	20	15
Toplam krom (Cr) (mg/L)	5	10	7
Serbest klor (mg/L)	5	10	7
Toplam sülfür (S) (mg/L)	2	5	4
Toplam bakır (Cu) (mg/L)	2	5	4
Toplam nikel (Ni) (mg/L)	5	10	7
Toplam çinko (Zn) (mg/L)	10	20	15
Toplam kalay (Sn) (mg/L)	5	10	7
Toplam gümüş (Ag) (mg/L)	5	10	7
Toplam demir (Fe) (mg/L)	5	10	7
Toplam alüminyum (Al) (mg/L)	5	10	7
Klorür (Cl^-) (mg/L)	10000	15000	12000

2.3. Mikroirletici Nedir?

Atıksular, endüstriyel ve kentsel atıksuların birleşiminden oluşmaktadır. Bu nedenle, hammaddelerden ve günlük ürünlerden (Martinen ve ark., 2003) kaynaklanan çevresel açıdan toksik veya arıtıma dirençli olan organik kirleticilerin karışımını içermektedir. Atıksular, endüstrilerden veya kentsel alanlardan küçük boru hatlarıyla deşarj edilmekte ve bunlar daha büyük boru hatları halinde birleştirilerek nihai olarak AAT’lerde arıtılmaktadır. Ancak bazen bu maddeler arıtılmadan alıcı sulara deşarj edilebilmektedir. Son yıllarda, MK’ler olarak bilinen bazı kimyasalların insan ve yaban hayatı üzerinde olumsuz etkiler yarattığına dair artan bir endişe vardır (George ve ark.,

2008). Atıksularda MK'ler alkilfenoller (Céspedes ve ark., 2004, Vogelsang ve ark., 2006), ftalatlar (Fauser ve ark., 2003, Céspedes ve ark., 2004), fenoller (Lacorte ve ark., 1999a), anilinler (Lacorte ve ark., 1999b), polisiklik aromatik hidrokarbonlar (Manoli ve Samara, 1996, Vogelsang ve ark., 2006), alev geciktiriciler gibi çeşitli kirletici grupları halinde bulunmaktadır. AAT'leri tarafından arıtılmadığı takdirde, alıcı sulardaki varlıkları $\mu\text{g/L}$ seviyelerinde dahi toksikolojik etkilerle ilişkilendirilmekte sucul organizmalarda endokrin bozucu etkiye (Porte ve ark., 2006), nörotoksisiteye (Tiffany-Castiglioni ve ark., 2006) ve ekosistem düzeyinde değişikliklere neden olmaktadır (Chapman, 2004). MK'lerin balık (Gimeno ve ark., 1996) ve amfibiler (Hayes ve ark., 2002) gibi yaban hayatı popülasyonlarında cinsel özelliklerin gelişimini bozduğu bilinen bir gerçektir. Kimyasallar çevreye salınmakta, biyolojik olarak birikmekte ve besin zinciri içerisinde biyolojik olarak çoğalmaktadır. Besin zincirinde en yüksek trofik seviyelerde oldukları için en yüksek insan vücudunda mikrokirletici konsantrasyonu bulunabilmektedir. MK'lerin sperm yoğunluğundaki düşüşten (Swan ve ark., 2000), hipospadias, kriptorşidizm ve testis kanserindeki artıştan sorumlu olabileceği varsayılmıştır (Paulozzi, 1999).

MK çevre ve/veya insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olabilen antropojenik organik bileşikler olarak tanımlanır (Xue ve Kannan, 2019, Liu ve ark., 2022). Bunların çoğu gelecekte yasaklanması ve/veya kısıtlanması düşünülmektedir. Üstelik yeni MKmaddeler giderek daha fazla geliştirilmekte, üretilmekte ve önceden ayrıntılı bir risk değerlendirmesi yapılmadan çevreye salınmaktadır. Geçtiğimiz yıllarda, farklı su kütlelerinde çeşitli MK'ler tanımlanmıştır (Barbosa ve ark., 2016). Bunlar ng/L seviyesinde bile biyoaktif kalırlar (Jenkins ve ark., 2011), besin zincirleri yoluyla birikebilir veya biyolojik olarak büyüyebilirler ve çevre ve/veya insan sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olabilir (He ve ark., 2013, Letcher ve ark., 2020, Wang ve ark., 2022). Bu nedenle, bunların su ortamlarındaki oluşumlarını, akıbetlerini ve ekolojik risklerini anlamaya yönelik artan bir ilgi vardır

Mikrokirletici olarak sınıflandırılan maddeleri kullanım alanlarına göre altı ana grupta incelemek mümkündür; pestisitler, PAH'lar, organik çözücüler ve uçucu organikler (VOC), ftalat esterler ve plastikleştiriciler, ağır metaller, ilaç etken maddeleri (PhAC'ler), alkilfenoller (AP'ler) ve hormonlar. Bu grupların bazı oluşum kaynakları ve bunların çevreye olan olumsuz etkileri Çizelge 2.2.'de özet şeklinde verilmiştir.

Çizelge 2.2. Mikrokirletici gruplarının kaynakları ve olumsuz etkileri (Gaurav, 2021’den uyarlanmıştır.)

MK Grupları	Kaynak	Olumsuz Etki
Pestisitler	Tarım zararlılarına ve ev haşerelerine karşı kullanılan kimyasallar. (Ör: insektisit, herbisit)	Sudaki canlı yaşamını tehdit etmektedir, endokrin sistemi bozucudur ve cinsel gelişim sorunlarına neden olabilmektedir (Papoulias ve ark., 2014).
Poli Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)	Başlıca fosil yakıtların, katı biyokütle yakıtlarının, yüksek sıcaklıktaki endüstriyel proseslerin ve petrol rafinerisi atıklarının eksik yanmasından kaynaklanır. Doğal kaynak olarak volkanik patlamalar, biyojenik oluşum, kömür, ham petrol, yakıt ve bunların yan ürünleri örnek gösterilebilir.	Genotoksik, kanserojen ve mutajenik (Qiu ve ark., 2022).
Organik çözücüler ve uçucu organikler (VOCs)	Boyama ve kaplama, petrol, çözücüler, endüstriyel ve kentsel atıksular, kentsel ve kırsal deşarjlar ve atmosferik birikimdir.	Kanserojen ve toksik olmaları nedeniyle doğrudan kansere yol açabilirler ve solunum yolu sağlık risklerini artırabilirler (Dewulf ve Van Langenhove, 1999). Düşük su çözünürlüğü yüksek yağ çözünürlüğü sebebi ile biyolojik membranlardan geçebilir, yağ dokularında birikebilirler (Carroll ve Kirschman, 2022).
Ftalat esterler (PAE), Alkilfenollar (AP) ve ahşap koruyucular	PAE'ler plastiklerin, kaplamaların ve kauçuğun sentez işlemlerinin yanı sıra köpük oluşturmaya katkı sağlayan madde, pestisit taşıyıcı görevinde ve kozmetik üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu ve ark., 2021).	Bir “çevresel östrojen” olarak PAE'ler, üreme ve epigenetik toksisiteye, potansiyel endokrin etkileşimine ve insülin direncini oluşturma özelliğine (Paluselli ve ark., 2018) ve bu durum bunların obezite, hipertansiyon, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok kronik hastalığın ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir (Milošević ve ark., 2020).
Ağır metaller	Fosil yakıt bazlı veya kömür yakıtlı enerji santralleri (Mohsen, 2004) , Demir-çelik endüstrisi (Beh ve ark., 2012) pil/akümülatör üretimi, boya/pigment üretimi (Mathur ve ark 2006) , plastik/cam üretimi, maden endüstrisi (Chen ve ark., 2018).	Düşük konsantrasyonlarda bile insanlar için toksiktir. Biyolojik birikimleri ve besin zincirindeki biyomagnifikasyonları nedeniyle ekotoksikolojiyi önemli ölçüde etkilerler (Ventriglio ve ark., 2021).
İlaç etken maddeleri ve hormonlar	Kimya endüstrisi gibi endüstriyel faaliyetler (Uzoekwe ve ark., 2011) Ağrı kesici, kanser ilaçları, antibiyotik, hormon, antidepresanlar, antiepileptikler gibi birçok ilacın kullanımı	Endokrin bozucu özelliğe sahiptir.

2.3.1. Pestisitler

Tarım zararlılarıyla mücadelede ve ev haşerelerinin kontrolünde kullanılan kimyasal maddelerin genel adı pestisittir. En yaygın olarak kullanılan ve MK'ler açısından incelenen pestisitler, böcek öldürücü (insektisit) ve bitki öldürücü (herbisit) olarak bilinirler. Pestisitlerin amacı tarımsal üretimi zararlı organizmalardan korumaktır; ancak kalıntıları atmosferik, karasal ve yer altı suyu yolları aracılığıyla hedef bölgelerinin çok ötesine taşınmaktadır (Groenendijk ve ark., 2018).

Son yıllarda yüzeysel sular endüstriyel atıksular, kentsel atıksular ve tarım alanlarından gelen yüzey akışları nedeniyle oldukça kirlenmiştir. Tarım alanlarından gelen yüzey akışı pestisitlerin ana kaynağıdır. Ancak kentsel alanlardaki atıksularda pestisit kirliliğinin ana yollarından birini temsil etmektedir (Cahill ve diğerleri, 2011). Kentsel atıksu arıtma tesislerinde (KAAT) pestisitlerin varlığı esas olarak bunların tarım dışı kullanımlarından kaynaklanmaktadır. Kullanım şekli; çim bulunan alanlarda (golf sahaları, eğitim tesisleri, parklar ve mezarlıklar), endüstriyel bitki örtüsü kontrolünde (endüstriyel tesisler, elektrik tesisleri, karayolları, demiryolları, boru hatları), halk sağlığında (sivrisinek azaltma bölgeleri, kemirgen kontrol alanları ve sulak alanlar) ve ticari ormancılık, bahçecilik ve bitki fidanlıkları gibi tarım dışı ürünlerde olmaktadır (Barceló, 1997). Atrazin (ATZ) muhtemelen tüm dünyada en yaygın olarak uygulanan herbisittir ve yüzey ve yeraltı sularında en sık görülen kirleticilerden biridir. Başta mısır olmak üzere şeker kamışı, sorgum, meyve bahçesi ve peyzaj bitkilerinde yabancı otları öldürmek için yaygın olarak kullanılır. Genel olarak ATZ, suda yaşayan organizmaların doğurganlığını azaltabilir, kandaki steroid konsantrasyonlarını değiştirebilir ve erkeklerin kadınlıştırılması veya kadınlar üzerinde erkekleştirme etkileri (Hayes ve ark., 2002) gibi diğer cinsel gelişim sorunlarına neden olabilmektedir (Papoulias ve ark., 2014).

Konya'da gerçekleştirilen bir çalışmada üç farklı tipte atıksu arıtma tesisinin hem sıvı hem de katı fazlarında pestisitlerden atrazin, klorpirifos ve klorfenvinfos oluşumları, dağılımları, mevsimsel değişimleri ve giderimleri incelenmiştir. İncelenen AAT'lerin arıtma konfigürasyonları, gelişmiş biyolojik arıtma sistemi (4 aşamalı Bardenpho), kentsel ölçekli atık stabilizasyon havuzu ve kırsal ölçekli yer altı akışlı inşa edilmiş yatay sulak alandır. Tüm AAT'lerde atrazin giderme verimlilikleri (%59,8 – %92,4), klorpirifos ve klorfenvinfos giderme verimliliklerinden daha yüksek ölçülmüştür. Gelişmiş biyolojik arıtma sisteminin giriş suyundan klorpirifos ve

klorfeninfos sırasıyla %78,5 ve %53,1 verimle uzaklaştırıldığı gözlenmiştir. Klorpirifos ve klorfeninfos giderimleri yatay sulak alanda sırasıyla %21,6 ve %22,7 olduğu tespit edilmiştir. Önemli bulgulardan biri, ileri biyolojik AAT'de atrazin ve klorfeninfosun birincil arıtmada biyolojik arıtmaya göre daha yüksek yüzdelerde giderildiğidir. Çamur üzerine adsorplama, pestisit eliminasyonu için en az biyolojik bozunma/biyotransformasyon kadar etkili bir uzaklaştırma mekanizması olarak değerlendirilmektedir. Araştırılan pestisitlerin tümü, gelişmiş biyolojik AAT'de ikincil çamura (21,9-146,3 µg/kg) kıyasla birincil çamurda (168,8-399,5 µg/kg) ve anaerobik atıklarla karşılaştırıldığında fakültatif çamurda (447,8-1044,7 µg/kg) daha yüksek konsantrasyonlarda tespit edilmiştir. Çalışılan pestisitler arasında anaerobik koşullar altında sıvı fazda en fazla giderilen bileşiğin atrazin olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda ileri biyolojik Atıksu Arıtma Tesisinde bulunan anaerobik çürütme prosesinde klorpirifos ve klorfeninfos için yaklaşık %45 giderim verimi belirlenmiştir (Nas ve ark., 2023).

2.3.2. Poli Aromatik hidrokarbonlar (PAH'lar)

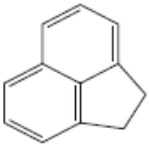
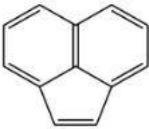
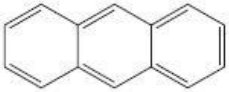
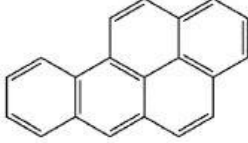
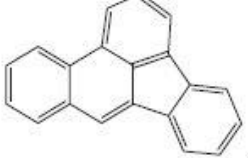
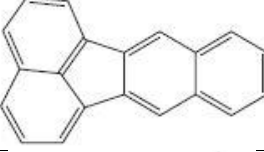
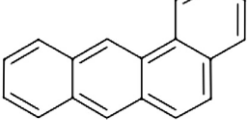
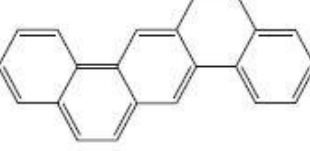
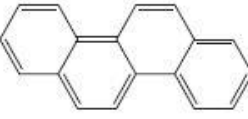
Polisiklik aromatik hidrokarbonlar, doğrusal, açısız veya kümelenmiş aromatik halkalardan oluşan en yaygın ve kalıcı organik kirleticilerden bazılarıdır. Bu bileşikler genellikle fosil yakıtların, katı biyokütle yakıtlarının, yüksek sıcaklıktaki endüstriyel proseslerin ve petrol rafinerisi atıklarının eksik yanmasından kaynaklanır. PAH'lar genellikle aromatik halkaların sayısı arttıkça artan stabilite, hidrofobiklik ve uzaklaştırılmaya karşı direnç sergiler. Çizelge 2.3.'de PAH'ların genel özellikleri verilmiştir. Çoğu PAH, genotoksik, kanserojen ve mutajenik özelliklerinden dolayı insanlar için ciddi bir sağlık riski oluşturur ve bu da PAH'ları dünya çapında araştırmaların odak noktası haline getirir (Qiu ve ark., 2022).

PAH'ları metabolize etmek için mikroorganizmalar aracılığı ile biyoteknolojilerin kullanımı, PAH'ların fiziksel ve kimyasal arıtımına göre oldukça etkili, uygun fiyatlı ve sürdürülebilir bir alternatiftir. Bu nedenle, PAH'larını gideriminde son derece umut verici bir yöntem haline gelmiştir. Doğada PAH'ları metabolize edebilen bazı bakteri, mantar ve algler mevcuttur. Bunlar arasında, *Pseudomonas* (Li ve ark., 2009), *Sphingomonas* (Gai ve ark., 2007) ve *Rhodococcus* (Aly ve ark., 2008) gibi bakteri türleri, geniş dağılımları ve bol bozunma kaynakları nedeniyle en fazla ilgiyi çekmektedir.

PAH'lar toprağı, yüzeysel su kaynaklarındaki dip tortuyu, su kaynaklarını ve havayı kirleten karbonlu malzemelerin eksik yanması sırasında oluşan bir tehlikeli organik bileşik sınıfıdır (Dhar ve ark., 2020). Örneğın, benzo(a) piren (BaP) bilinen bir kanserojendir; diğerk bazı yüksek moleküler ağırlıklı (HMW) PAH'lar ise insanlar için olası kanserojenler olarak kabul edilmektedir. PAH'ların neden olduğı toksisiteler, purin bazları ile DNA eklenti oluşumu (Xue ve ark., 2005) ve oksidatif strese yol açan reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimi temel alınarak açıklanmıştır (Pryor, 2012). Yapılan çalışmalarda verilen hasarların sıklıkla deoksiribonükleik asit (DNA), fosfolipid membran ve proteinler gibi hücrel makromoleküller üzerine olduğunu göstermektedir (Klaunig ve Kamendulis, 2004).



Çizelge 2.3. PAH'ların temel özellikleri (Gaurav ve ark., 2021, Wang ve ark., 2023)

Mikrokirletici Adı	Molekül Formülü	Cas No	Molekül Ağırlığı, G/mol	Kimyasal Yapısı
Acenaphthene (ACE)	C ₁₂ H ₁₀	83-32-9	154,20	
Acenaphthylene	C ₁₂ H ₈	208-96-8	152,20	
Anthracene (ANT)	C ₁₄ H ₁₀	120-12-7	178,24	
Benzo (a) Pyrene (BaP)	C ₂₀ H ₁₂	50-32-8	252,32	
Benzo (b) Fluoranthene (B(b)F)	C ₂₀ H ₁₂	205-99-2	276,34	
Benzo (g,h,i) Perylene (B(g,h,i)P)	C ₂₂ H ₁₂	191-24-2	276,34	
Benzo (k) Fluoranthene (B(k)F)	C ₂₀ H ₁₂	207-08-9	252,32	
Benzo (a) Anthracene	C ₁₈ H ₁₂	56-55-3	228,30	
Dibenzo (A,H) Anthracene	C ₂₂ H ₁₄	53-70-3	278,35	
Chrysene (CHR)	C ₁₈ H ₁₂	218-01-9	228,30	

Çizelge 2.3.'nin devamı				
Fluoranthene (FL)	C ₁₆ H ₁₀	206-44-0	202,26	
Fluorene	C ₁₃ H ₁₀	86-73-7	166,23	
Indeno (1,2,3-c, d) Pyrene	C ₂₂ H ₁₂	193-39-5	276,34	
Phenanthrene (PHE)	C ₁₄ H ₁₀	85-01-8	178,24	
Naphthalene (NAF)	C ₁₀ H ₈	91-20-3	128,18	
Pyrene (PYR)	C ₁₆ H ₁₀	129-00-0	202,26	

Endüstriyel atıksularda bulunun mikrokirleticiler üzerine Liu ve arkadaşları ‘Güneybatı Çin'in Guangxi kentindeki büyük bir sanayi alanındaki tam ölçekli tekstil atıksu arıtma tesislerinde ortaya çıkan 90 tipik kirletici maddenin oluşumu, akıbeti ve ekolojik riskleri’ adlı kapsamlı bir çalışma yapmışlardır. Çin'deki son endüstriyel gelişmelerin beraberinde ortaya çıkan mikrokirleticiler olarak bilinen öncelikli kirletici maddelerin tespiti ve giderimi üzerine yapılan bu çalışmada iki farklı tekstil AAT’de (klasik biyolojik arıtım ve modifiye fenton prosesi) 34 per- ve polifloroalkil maddenin (PFAS), 17 endokrin bozucu kimyasalın (EDC), 16 ftalat esterinin (PAE) ve 23 poliaromatik hidrokarbonun (PAH) oluşumu, akıbeti, uzaklaştırılması ve ekolojik riskleri araştırmışlardır. Toplamda 50 öncelikli kirletici tespit edilmiş ve konsantrasyonlar PAE’ler > EDC’ler > PFAS ≈ PAH’lar olacak şekilde gözlemlenmiştir. EDC’ler tekstil yıkama ve durulama atıksuyunda baskın olurken, PAE’ler atıksuyun haşıl sökmesinde yüksek olduğu gözlemlenmiştir. PAE’ler ve EDC’lerin suda yaşayan organizmalar için orta ila yüksek risk oluşturduğu tespit edilmiştir (Liu ve ark., 2023)

2.3.3. Uçucu organik bileşikler (VOCs)

Uçucu organik bileşikler (VOC), standart sıcaklık ve basınçta (293 K, 101 kPa) minimum 0,13 kPa buhar basıncına sahip organik bileşiklerdir. VOC'ler oda sıcaklığında kolay buharlaşan, oda sıcaklığında havadan daha hafif olan ve yüksek buhar basıncı ve düşük suda çözünürlük ile karakterize edilen karbon içeren kimyasallardır (Carroll ve Kirschman, 2022). VOC'ler oda sıcaklığında buhar veya sıvı halinde bulunurastım ve solunum semptomları riskini artırabilecek solunum yolu tahriş edici maddelere neden olabilir (Casas ve ark., 2023). VOC'ler hava, su, yiyecek, içecekler, alkolsüz içecekler, çöplükler ve toprak gibi birçok ortamda mevcuttur (Siddiqua ve ark., 2022). Çok geniş uygulamaları nedeniyle herkes VOC'lere doğrudan veya dolaylı olarak maruz kalmaktadır, ancak endüstride çalışan insanlar, VOC'lerin çeşitli kimyasal işlemler ve ksilen, toluen vb. bileşikler yoluyla kullanıldığı doğrulanmış olduğundan, saatlerce bunlara maruz kalmaktadır (Armenta-Reséndiz ve ark., 2019). VOC'ler hava kirliliğinde öne çıkan organik kirleticiler arasında yer alırlar. Kanserojen ve toksik olmaları nedeniyle doğrudan kansere yol açabilirler ve sağlık risklerini artırabilirler (Dewulf ve Van Langenhove, 1999).

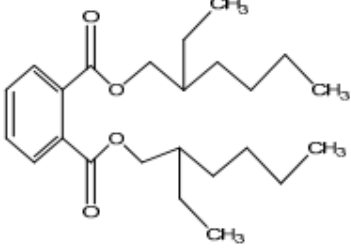
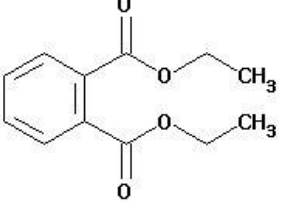
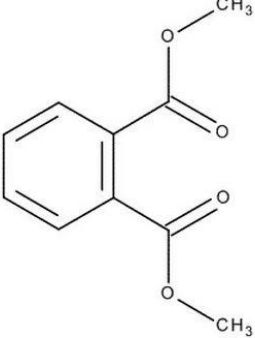
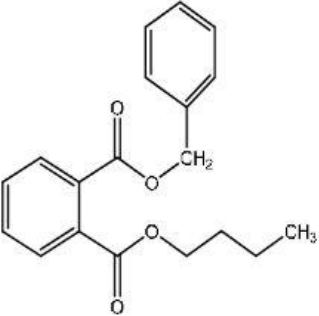
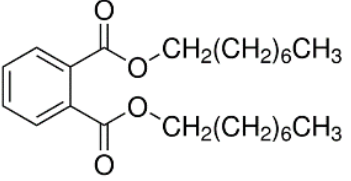
VOC'lerin çoğu biyolojik olarak parçalanamaz ve çok kolay bir şekilde çevrenin bileşeni haline gelir ve sağlığını bozar. Aynı zamanda su kütlelerinin su kalite indeksini bozar, canlıların fizyolojisini bozar, biyo-magnifikasyon yoluyla besin zincirine girer ve canlı organizmaların fizyolojisini bozar, ayrıştırır ve manipüle eder (Mangotra ve Singh, 2024). Ekotoksikolojik araştırmalar karasal ve sucul ekosistemlerin kirlilik dinamiklerinde VOC etkisi nedeniyle kademeli bir değişiklik olduğunu rapor etmiştir. Bu durum hassas türlerin tükenmesine neden olabilmektedir (Khan ve Roy, 2022).

2.3.4. Ftalat esterler (PAE'ler) ve plastikleştiriciler

Ftalat esterler (PAE'ler), plastiklerin, kaplamaların ve kauçuğun sentez işlemlerinin yanı sıra köpük oluşturunucu madde, pestisit taşıyıcı görevinde ve kozmetik üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Liu ve ark., 2021). PAE'ler ve plastik ürünler, kimyasal özellikleri koruyarak hidrojen bağı veya van der Waals kuvvetleri ile bağlanır (Sun ve ark., 2019). Bu nedenle PAE'ler, plastik ürünlerin yaşam döngüsü boyunca çevreye kolaylıkla salınır ve çeşitli çevresel matrislerde bulunmaktadır (Sun ve ark., 2019). Sonuç olarak, PAE'ler atmosferde (Mi ve ark., 2023), suda (Cao ve ark.,

2022), tortuda (Alkan ve ark., 2021), toprakta (Li ve ark., 2023) ve organizmalarda (Li ve ark., 2023) yaygın olarak tespit edilmiştir. PAE, insan vücuduna çeşitli yollarından girebilmektedir; özellikle ağız yolu ile maruziyet ana yoldur (Chang ve ark., 2021).

Çizelge 2.4. PAE'ler ve plastikleştiricilerin temel özellikleri (Olujimi ve ark., 2010)

Mikrokirletici Adı	Molekül Formülü	Cas No	Molekül Ağırlığı, G/mol	Kimyasal Yapısı
Di-(2-Ethylhexyl) Phthalate (DEHP)	$C_{24}H_{38}O_4$	117-81-7	390,56	
Diethylphthalate (DEP)	$C_{12}H_{14}O_4$	84-66-2	222,24	
Dimethylphthalate (DMP)	$C_{10}H_{10}O_4$	131-11-3	194,184	
Butylbenzylphthalate (BBP)	$C_{19}H_{20}O_4$	85-68-7	312,36	
Di-N-Octylphthalate (DnOP)	$C_{24}H_{38}O_4$	117-84-0	390,56	

Bir “çevresel östrojen” olarak PAE'ler, üreme ve epigenetik toksisiteye, potansiyel endokrin etkileşimine ve insülin direncine sahiptir (Paluselli ve ark., 2018) ve bu durum bunların obezite, hipertansiyon, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok kronik hastalığın ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir (Milošević ve ark., 2020). Sonuç olarak, dimetil ftalat (DMP), dietil ftalat (DEP), di-n-bütıl ftalat (DnBP), bütıl benzil ftalat (BBP), di-(2-etilheksil) ftalat (DEHP) ve bazı PAE homologları di-n-oktil ftalat (DnOP), Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Çevre Koruma Ajansı tarafından "öncelikli kirleticiler" olarak listelenmiştir (ZHANG ve ark., 2017). Çizelge 2.4'te PAE'ler ve plastikleştiricilerin temel özellikleri verilmiştir.

Bu PAE'ler daha sonra birçok ülkede üretim ve kullanımı sınırlandırılmıştır. PAE'lerin suda yaşayan organizmalarda birikmesi, suda yaşayan organizmaların yaşam alışkanlıklarından ve PAE'lerin fizikokimyasal özelliklerine göre çeşitlilik göstermektedir (Cheng ve ark., 2021). Üstelik yüksek Kow değerlerine sahip PAE'ler tortu ve balıklarda birikmeye eğilimlidir (Lee ve ark., 2019). PAE'ler avlanma yoluyla besin zincirine aktarılabilir, canlı organizmalar ve ekosistemler için tehdit oluşturabilir (Rios-Fuster ve ark., 2022).

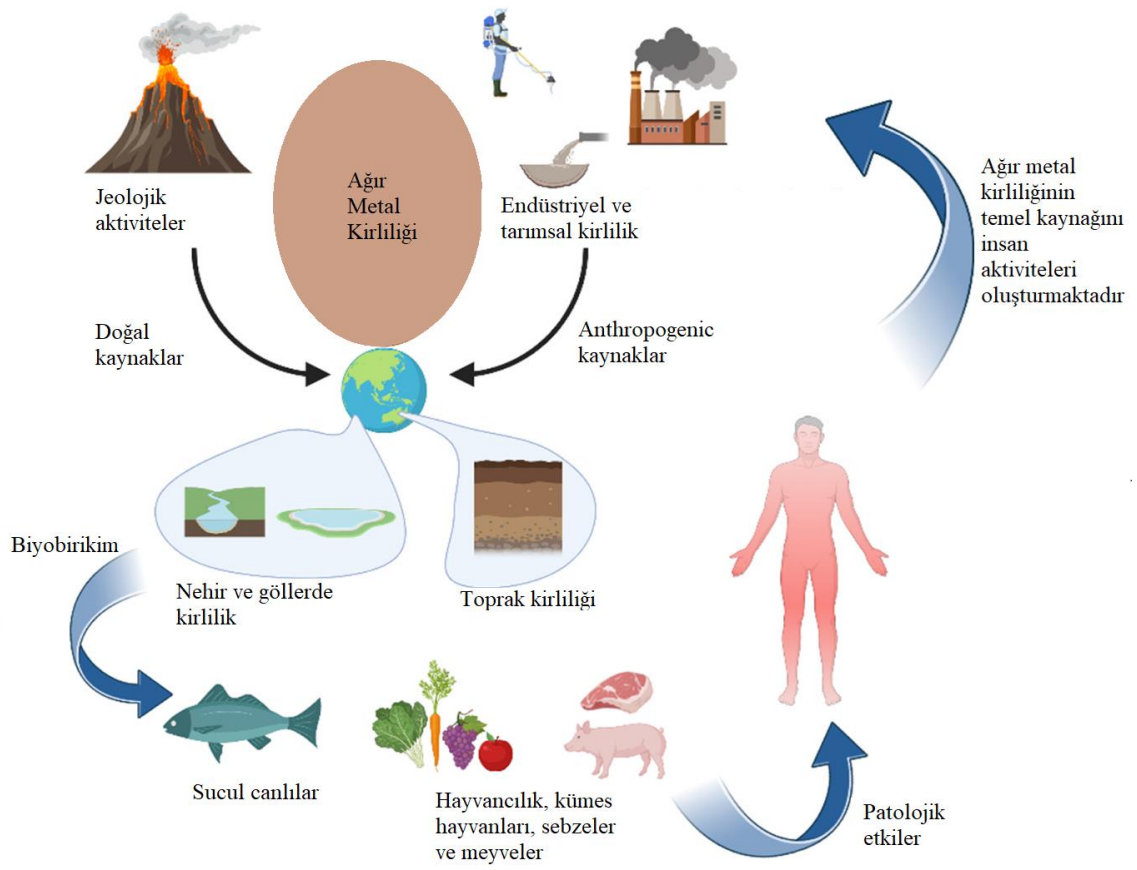
2.3.5. Ağır metaller (HM)

Hızlı kentleşme ve sanayileşmenin yanı sıra modern insan tarımsal üretim uygulamaları, çevre kirliliğine katkıda bulunan ve ciddi toplumsal sorunlara yol açan ana faktörler haline gelmiştir. Bu insan faaliyetleri, biyolojik olarak parçalanabilirlikleri, kalıcılıkları, toksisiteleri ve yaygın kaynakları nedeniyle en önemli çevre kirleticilerinden biri olarak kabul edilen ağır metallerin (HM'ler) üretimini tetiklemektedir. HM kirliliği dünya çapında 70'ten fazla ülkeyi etkileyen küresel bir sorundur (Kim ve ark., 2019). HM'lerin dünyadaki nehir ve göllerin %40'ını kirlettiği istatistiksel olarak gözlemlenmiştir (Zhou ve ark., 2020). Bazı çalışmalar, Bangladeş'teki hemen hemen her nehrin, endüstriyel ve evsel atıslardan kaynaklanan HM'ler tarafından kirlendiğini ortaya çıkarmıştır (Kibria ve ark., 2016). Güney Asya'nın doğu kısmındaki 100 milyondan fazla sakinin içme suyunda arsenik kirliliğine maruz kalması nedeniyle yeraltı suyunun kirlenmesi de bir endişe kaynağıdır (Song ve ark., 2021). HM'ler biyosfere ve besin zincirine girerek suda yaşayan organizmalar ve insan sağlığı için tehdit oluşturabilir (Gautam ve ark., 2016). HM'lerin büyüme ve gelişmeyi engellediği, solungaç nekrozuna neden olduğu ve suda yaşayan organizmalarda diğer

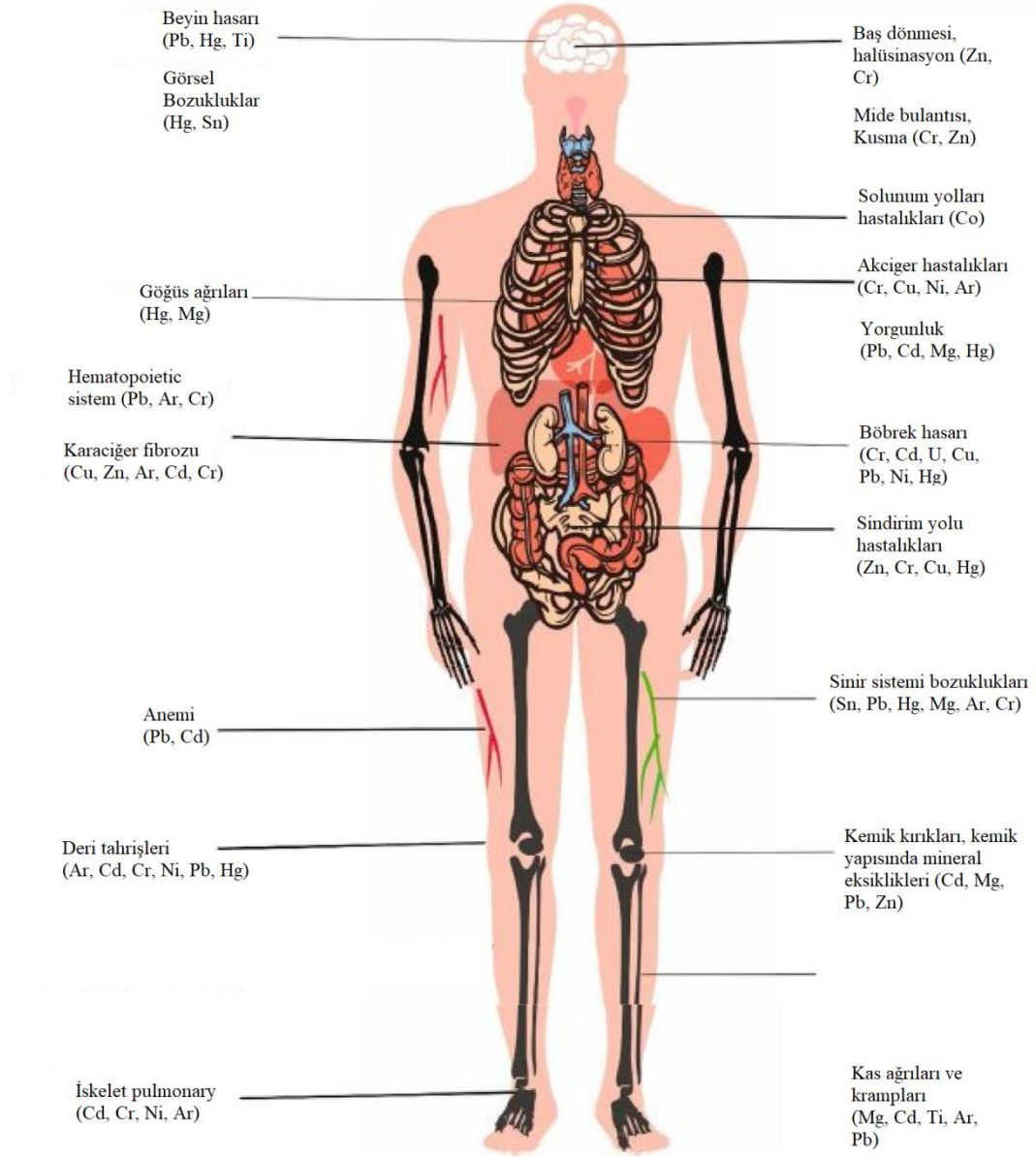
zararlı etkilere yol açtığı gösterilmiştir. Su canlıları ağır metalleri kolayca bünyesine alır ve özellikle de üreme organlarında atkileşime geçer (Okereafor ve ark., 2020). Neredeyse tüm HM'ler, düşük konsantrasyonlarda bile insanlar için toksiktir ve Şekil 2.1' de gösterildiği gibi, uzun süreli kalıcılıkları, biyolojik birikimleri ve besin zincirindeki biyomagnifikasyonları nedeniyle ekotoksikolojiyi önemli ölçüde etkilerler (Ventriglio ve ark., 2021).

Şu anda, su ortamındaki HM kirliliğini gidermek için çeşitli iyileştirme teknikleri geliştirilmiştir. Geleneksel yöntemler temel olarak kimyasal çökeltme (Baltpurvins ve ark., 1997), kimyasal pıhtılaşma veya topaklaştırma (Teh ve ark., 2016) membran filtrasyonu (Abdullah ve ark., 2019), elektrokimya (Nidheesh ve Singh, 2017) ve iyon değişimini (Alyüz ve Veli, 2009) içerir. Ayrıca iyileştirmenin optimizasyonu ve iyileştirilmesi için birçok teknik araştırılmıştır (Xue ve ark., 2023).

Çoğunlukla Endüstriyel atıksularda mevcut olup, giderilmediği takdirde su döngüsü boyunca toprakta ve çevrede yaşayan canlıların bünyesinde birikime uğrar. Ağır metaller, esas olarak toksisiteleri, çevredeki dayanıklılıkları ve biyolojik birikimleri nedeniyle iyi bilinen inorganik kirleticilerdir (Anser ve ark., 2020). Bunun yansıra Şekil 2.2' de HM'lerin insan vücuduna verdiği hasar detaylı bir şekilde verilmektedir.



Şekil 2.1. HM kirliliğinin kaynakları ve bunların ekolojik ve biyolojik etkileri (Xue ve ark., 2023)



Şekil 2.2. Çeşitli HM'lerin sağlık üzerine olumsuz etkisi (Pavithra ve ark., 2020)

2.3.6. İlaç etken maddeler (PhAC'ler) ve hormonlar

Günümüz dünyasında farmasötiklerin (PhAC'ler), tüketimi büyük oranda artmıştır. Bu nedenle kirletici gruplar arasında yüksek öneme sahip ve bir an evvel tedbir alınması gereken kirletici sınıfı olarak önem arz etmektedir. Farmasötik aktif bileşikler birçok hastanın yaşam uzunluğunu ve yaşam kalitesini iyileştirmede büyük katkıda bulunmuştur. Bu nedenle, tıbbi ve veterinerlik uygulamalarında bunların tüketimi tedavi etmek, semptomları hafifletmek, hastalıkların başlangıcını geciktirmek, kronik ve yaşa bağlı komplikasyonları önlemek amaçlı kullanılmıştır. Bu sebeple ilaca

duyulan ihtiyaç onlarca yıldır artmaktadır (Jelić ve ark., 2009). Ancak PhAC'ler üretim aşamasında, tüketim aşamasında ve dışkı yolu ile atılım aşamasında çevreye deşarj edilmektedir. Bunun yansıra ve kullanılmamış veya son kullanma tarihi geçmiş ürünlerin uygunsuz şekilde imha edilmesi nedeniyle ilaçlar hedef olmayan organizmalara ulaşabilmekte ve zararlı etkiler ortaya çıkabilmektedir. Potansiyel olarak etkilenen tüm ekosistemler arasında tatlı su bölümü bu atıklardan en çok etkilenen bölüm olmaktadır (Sadutto ve Picó, 2020). Kentsel, endüstriyel ve hastane atıksuları, PhAC tarafından zengin kirliliğe sahip olabilmektedir. Bu tür atıksular AAT'lerine ulaşacaktır ve orada, etkin bir şekilde uzaklaştırma için uygun arıtmaların bulunmaması, bu tesislerin kirli atıksularını alıcı ortama doğrudan boşaltmasına neden olacaktır (de Barros ve ark., 2018). Bu nedenle, bilimsel topluluk geniş bir fikir birliği ile AAT deşarj atıksularını su kütleleri için ana PhAC kirletici kaynağı olarak tanımlamaktadır (da Silva ve ark., 2011). Reçeteli ilaçlar, reçetesiz tedavi edici ilaçlar ve veterinerlikte kullanıma yönelik ilaçların hepsinde dünya çapında ortalama 2000 aktif farmasötik içerik uygulanmaktadır (Burns ve ark., 2018). Ancak bunların arasından, son yıllarda belirgin şekilde artan hastalıklara yönelik dört ilaç kategorisi öne çıkmaktadır. Atenolol, irbesartan, metoprolol veya valsartan gibi antihipertansiyon ilaçlarının tüketimi 2000 ile 2019 yılları arasında ortalama %65 artmıştır. Muhtemelen sağlıkla ilgili ruhsal sorunların daha iyi tanınması nedeniyle, anti-epileptikler (karbamazepin) ve anti-depresanlar (venlafaksin veya o-desmetilvenlafaksin) gibi psikiyatrik ilaçların tüketimi son yirmi yılda iki katına çıkmıştır. Kolesterol düşürücü ilaçlar (atorvastatin veya gemfibrozil) gibi lipit değiştirici ajanların kullanımı, tüketimin neredeyse dört kat artmıştır. Aşırı kullanım veya yanlış kullanım yoluyla antimikrobiyal direnç katkıda bulunmaları nedeniyle büyük önem taşıyan diğer ilaçlar antibiyotiklerdir (azitromisin, klaritromisin, eritromisin, sülfametoksazol ve trimetoprim). Bazı durumlarda tiyabendazol gibi antifungal özelliklere sahip maddeler aynı zamanda bitki koruma ürünleri olarak da kullanılarak ekosisteme yönelik olası emisyon kaynaklarını genişletmektedir. Son olarak, analjezikler ve steroid olmayan antiinflatuar ilaçlar da son on yılda tüketimleri önemli ölçüde arttığından dolayı büyük önem taşımaktadır (Ahmed ve ark., 2023).

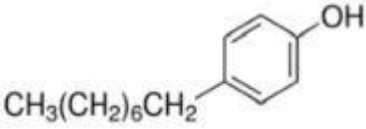
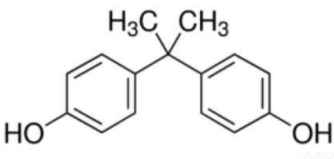
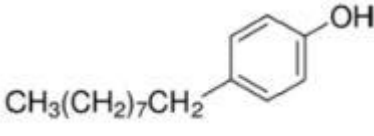
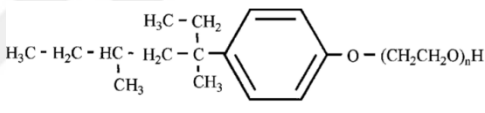
2.3.7. Alkilfenoller (AP'ler) ve bisphenol-A (BPA)

Bisfenol A (BPA) ve alkilfenoller (AP'ler), yüksek üretimi ve yaygın kullanımı nedeniyle büyük ilgi gören endüstriyel kimyasallardandır. BPA, polikarbonat plastik ve epoksi reçinelerin üretiminde kullanılan bir monomerdır. Biberonlarda (Mountfort ve ark., 1997), yiyecek kutularında koruyucu kaplama olarak (Brotons ve ark., 1995) ve ayrıca diş dolgularında (Olea ve ark., 1996) yaygın olarak kullanıldığı için insanların maruz kalma potansiyeli yüksektir. AP'ler, plastik ve deterjan gibi endüstriyel, tarımsal ve evsel tüketici ürünlerinde yaygın olarak kullanılan iyonik olmayan yüzey aktif maddeler olan alkilfenol etoksilatları (APE'ler) yapmak için kullanılır. BPA ve AP'ler genellikle kimyasal yapılarındaki fenil halkası nedeniyle benzer endokrin bozucu aktivitelere sahiptir. Veriler, BPA ve AP'lerin östrojenik aktiviteye sahip kimyasallar arasında olduğunu göstermiştir (Kwack ve ark., 2002). Çizelge 2.5.'de AP'ler ve BPA'nın temel özellikleri verilmiştir.

Endokrin bozucu kimyasallar (EDC'ler), endokrin sistemdeki doğal hormonları taklit eden, dolayısıyla insan ve yaban hayatı üzerinde olumsuz etkilere neden olan maddelerdir (Lutz ve Kloas, 1999). Su ortamında bulunan insan yapımı ve doğal kimyasallardan oluşmaktadır. 4-nonilfenol (4-NP), 4-oktilfenol (4-OP) ve bisfenol-A (BPA) gibi alkilfenoller EDC'lerin örnekleridir. Alkilfenoller, çok çeşitli deterjanların, boyaların, yağlayıcıların, reçinelerin ve pestisitlerin formülasyonunda yaygın olarak kullanılan alkilfenol etoksilatların (APEO'lar) bozunma ürünleridir. APEO'ların dünya çapında yıllık üretimi yaklaşık 500.000 tondur (Renner ve technology, 1997). APEO'lar, depolama sahası sızıntı suları ve kanalizasyon arıtma atıksuları yoluyla su ortamına karışmaktadır (Ahel ve ark., 1994). APEO'lar endişe vericidir çünkü bunların bozunma ürünlerinin ana bileşiğe göre daha toksik olduğu tespit edilmiştir (Giger ve ark., 1984). Örneğin, nonilfenol polietoksilatların (NPnEO) ve oktilfenol polietoksilatların (OPnEO) mikrobiyal parçalanması, ana bileşiklerden daha toksik olan sırasıyla nonilfenol (NP) ve oktilfenol (OP) verir (Sonnenschein ve ark., 1998). NP ve OP, doğal hormonları taklit edebilir ve bunların çevredeki varlığı yaban hayatında ve insanlarda endokrin fonksiyonlarını bozabilir (Ahel ve ark., 1993). NP, insan östrojenini bağlama kapasitesine sahiptir ve hormonal düzenleme sisteminde bozulmaya neden olur (Ning ve ark., 2007). NP'nin toksik etkileri balıklarda, omurgasızlarda ve memelilerde gözlemlenmiştir (Staples ve ark., 2004). Bu bileşik aynı zamanda insanlarda meme

kanseri artışlarına ve sperm sayısının azalmasına da neden olabilir (Blackburn ve Waldock, 1995).

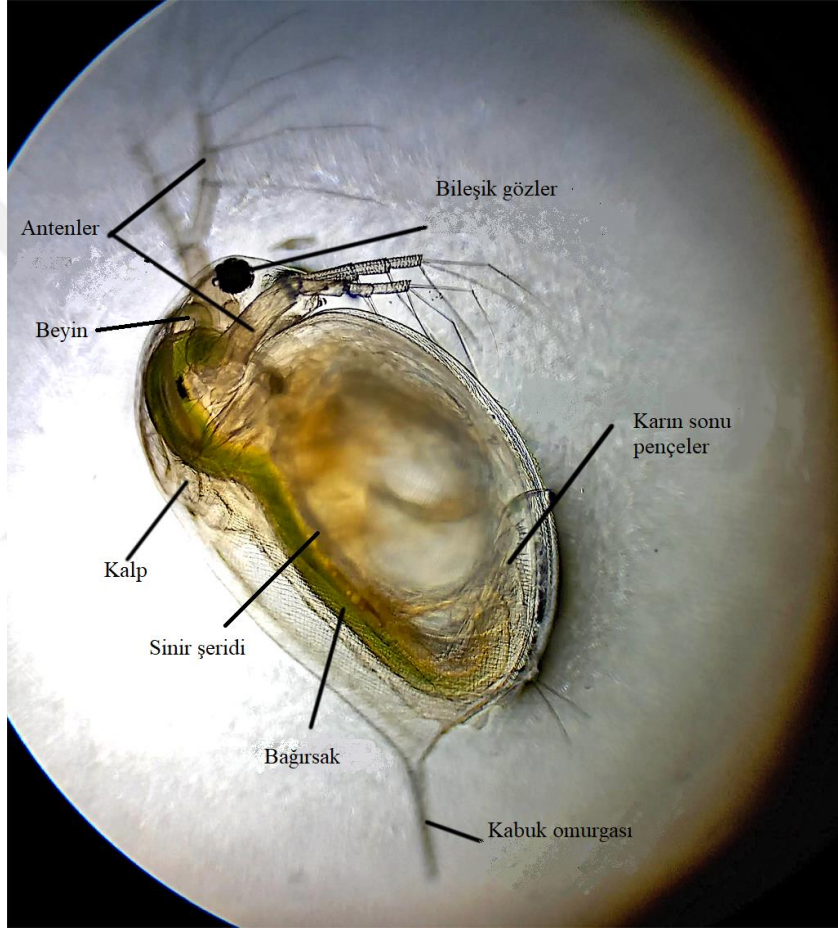
Çizelge 2.5. AP'ler ve BPA'nın temel özellikleri (Xu ve ark., 2005)

Mikrokirletici Adı	Molekül Formülü	Cas No	Molekül Ağırlığı, g/mol	Kimyasal Yapısı
4-Octylphenol (4-OP)	$C_{14}H_{22}O$	140-66-9	206,32	
Bisphenol-A (BPA)	$C_{15}H_{16}O_2$	80-05-7	228,29	
4-Nonylphenol (4-NP),	$C_{15}H_{24}O$	104-40-5	220,35	
4-Nonylphenol Ethoxylate (N-Np1eo) = 4-Nonylphenol Monoethoxylate	$C_{17}H_{28}O_2$	104-35-8	264,40	

2.4. Daphnia Magna Akut Toksisite Testi

Biyosensörler, biyolojik seçici tepkilerin ölçülebilir sinyallere dönüştürüldüğü, biyolojik tanıma elemanlarını (örneğin enzimatik etkileşimler, bağlayıcı proteinler, hücreler, dokular ve daha fazlası) ve dönüştürücüleri içeren cihazlardır (Dincer ve ark., 2019). Leland Clark, 1800'lü yıllarda kan şekerini izlemek için kullanılan ilk biyosensörleri geliştirdi (Clark Jr ve ark., 1988). O zamandan beri bu alan disiplinler arası oluşu ve çekiciliği nedeniyle bol miktarda araştırmada kullanıldı. Son zamanlarda, tüm organizma biyosensörü paradigması (örneğin organizmalara dayalı biyolojik tanıma unsurları), geleneksel biyosensörlere ve analitik tekniklere göre sağladığı çeşitli avantajlar nedeniyle dikkat çekmektedir (Leitch ve ark., 2013). Biyolojik organizmaların hedef bileşikleri tespit etme ve bulma konusundaki yüksek hassasiyeti ve seçiciliği, bunların çeşitli amaçlarla kullanımının artmasına neden olmaktadır. Hayvan davranışı, bir bileşiğin tespiti ve tanımlanmasının ötesine geçebilir, aynı zamanda onun biyolojik ilişkisini deşifre edebilir (örneğin, olumlu veya olumsuz tepkileri aracılığıyla, bileşiklerin doğal sistemler üzerindeki etkisini gösterirler). Bu

biyosensörlerin geleneksel analitik yöntemlere göre önemli avantajları vardır: taşınabilir, hızlı, uygun maliyetli, sürdürülebilir ve müdahale gerektirmezler. Ancak çevresel dalgalanmaların etkisi, dikkat süresi ve davranış farklılıkları gibi yöntemin standardizasyonunu zorlaştıran bazı sınırlamalar da yaratmaktadırlar. Davranış parametreleri toksik maddeleri hızlı ve hassas bir şekilde gösterdiğinden, tüm organizma biyosensörleri çevresel izlemede de önemli bir rol oynar (Bae ve Park, 2014).



Şekil 2.3. Daphnia türü (Rajewicz ve ark., 2023)

Daphnia türü (Şekil 2.3.) küçük, planktonik kabukluları (Crustacea: Cladocera) olan bir canlıdır. Hemen hemen her tatlı su kütlelerinde ve haliçte bulunurlar. Ekolojik araştırmalarda en yaygın kullanılan zooplanktonik organizmalardan biridir. Su piresi geniş bir dağılıma sahiptir ve çeşitli ksenobiyotiklere ve diğer çevresel değişikliklere (su kimyasındaki değişiklik, ağır metal varlığı vb.) karşı hassasiyet göstermektedir (Reilly ve ark., 2023). Tatlı su ortamlarında Daphnia, besin zincirindeki ve organik madde dolaşımındaki anahtar organizmalardır (Hansson ve Hylander, 2009). Bu nedenle,

HM'lerin ve mikroplastiklerin biyolojik birikiminin yanı sıra strese adaptasyonunu inceleyen tatlı su toksisite testleri için başlıca türlerden biridir (Reilly ve ark., 2023). Biyoindikatör olarak kullanımları 1900'lerin başında başlamıştır ve o zamandan bu yana kapsamlı bir şekilde kullanımı geliştirilmektedir (Viehoever ve Cohen, 1938). Toksisite testleri için ve çeşitli maddelerin planktonik organizmalar ve diğerleri üzerindeki etkilerini incelemek için kullanıldıkları *Daphnia* kullanımında da benzer yaklaşımlar uygulanmıştır. *Daphnia*, bu grupta bir kilit tür olarak kabul edildiği için bu tür değerlendirmeler için iyi bir temsilci olarak düşünülmektedir (Awoyemi ve ark., 2020). Su piresi en yaygın olarak toksikolojik çalışmalarda, özellikle de farmasötik araştırmalarda, yeni bileşiklerin ve bunların çevre üzerindeki potansiyel etkilerinin test edilmesinde kullanılır (Choi ve ark., 2013). Ayrıca doğal vücut şeffaflıkları sayesinde iç organlarını incelemek nispeten kolaydır. Bu onları, örneğin kardiyoaktif ilaçlar gibi bazı kimyasalların kalp atış hızı üzerindeki etkisi üzerine yapılan araştırmalarda popüler bir seçim haline getirmektedir (Villegas-Navarro ve ark., 2003). Üreme parametreleri (yavru üretimi, anormal yavru sayısı, üreme oranı vb.), akut parametreler (hareketsizlik ve ölüm), fizyolojik parametreler (beslenme ve filtrasyon hızı, atlama sıklığı, yüzme süresi) gibi diğer Su Piresi parametreleri de toksisite testleri için kullanılmaktadır (Tkaczyk ve ark., 2021). Küresel dağılımları ve suyu kirletici maddelere karşı hassasiyetleri, onları sucul izleme açısından önemli bir tür haline getirmekte ve sıklıkla toksisite testlerine kullanılmaktadırlar.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Alanının Belirlenmesi

Tez kapsamında çalışma alanı olarak içerdiği çok sayıda farklı sektörden dolayı Büsan OSB seçilmiştir. Oluşan atıksu tüm bu sektörlerden kaynaklanan kompleks kirleticiler ihtiva etmesi ve daha önce su karakterizasyonuna dair hiçbir çalışma yapılmamasından dolayı özgün değer taşımaktadır. Yapılan tez kapsamında fizikokimyasal su karakterizasyonu, ağır metal analizleri MK analizleri ve *Daphnia magna* akut toksisite testleri gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Büsan organize sanayi sektör dağılımı

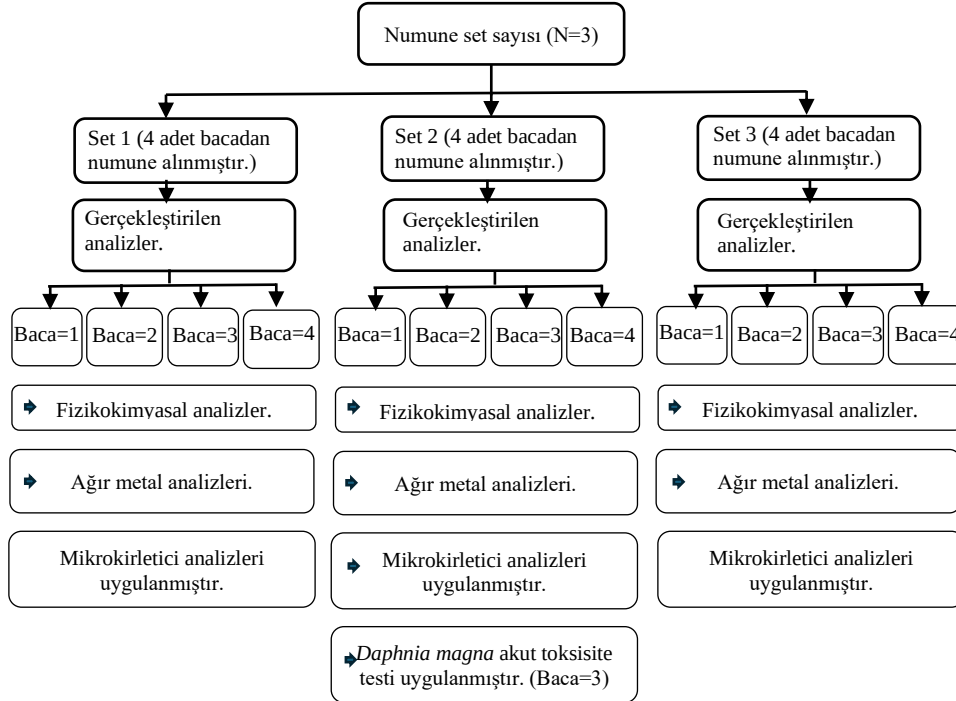
Sektör sayısı	Sektörler	İş yeri sayısı
1	Alüminyum	8
2	Ambalaj	10
3	Asansör	9
4	Banka ve Finans Kurumları	17
5	Bilişim Teknoloji	9
6	Cam Sanayi	2
7	Dalgıç Pompa - Sondaj	11
8	Demir Çelik	21
9	Dış Ticaret	1
10	Döküm	11
11	Elektrik - Elektronik	33
12	Enerji- Güneş Enerji Sistemleri	2
13	Endüstri Ürünleri	27
14	Gıda Ürün ve Makina İmalat	42
15	Giyim - Tekstil	16
16	Hidrolik - Pnömatik	22
17	Hırdavat	49
18	Hizmet Sektörü	19
19	Isıtma Soğutma Sistemleri	9
20	İnşaat	30
21	İş Güvenliği - Sağlık	15
22	Kalıp	12
23	Kargo Taşımacılık	13
24	Kimyasallar ve Boya	14
25	Makina - Yedek Parça İmalat	99
26	Makina Satış	15
27	Metal	61

Büsan organize sanayi sitesi, Konya ili Karatay ilçesi Fevzi Çakmak Mahallesi Ankara caddesi üzerinde, aslım caddesi, demir caddesi ve özlem caddesi arasında kalan 1.811.300 m² adada 235 sanayicinin 1995 yılında bir araya gelerek kurmuş oldukları büyük organize sanayi sitesidir.

Büsan organize sanayi sitesi bünyesinde üretilen malların 80 ülkeye ihracat yapmakta üretilenin %60'ı ihraç edilmektedir. Büsan OSB 10 cadde 20 sokak 798 işyeri ve 22.090 çalışan bulunmaktadır (Çizelge 3.1.). Sanayi yaklaşık 11 binden fazla araç giriş çıkış yapmaktadır. Sanayi %40'ı otomotiv ve makine yedek parça üretimi yapmakta, %30'u da plastik, ambalaj, gıda üretimi, malzeme satış ve ticaret, %30'u ise sanayi sektöründeki diğer çeşitli imalatlar yapılmaktadır.

3.2. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Tez kapsamında çalışma alanı olarak içerdiği çok sayıda sektör sebebi ile Büsan OSB atıksu kirletici türlerinin ve miktarlarının belirlenmesinin KAAT işletimi için önem arz ettiği düşünülmektedir. Oluşan atıksuyun fizikokimyasal özelliklerini HM konsantrasyonlarını ve MK muhteviyatını belirlemek amacıyla üç set numune alınmıştır. Her bir sette dört adet numune alma bacasından numune alınmıştır. Her sette kıyaslama yapabilmek amaçlı aynı bacalar kullanılmıştır. Bacalar ana toplama kanalları üzerinden seçilmiştir. Kirlilik yükü en yüksek olan 2. Set numuneleri *Daphnia magna* akut toksisite testine tabi tutulmuştur. Şekil 3.1.'de alınan numune sayısı ve uygulanan analizler görülmektedir.



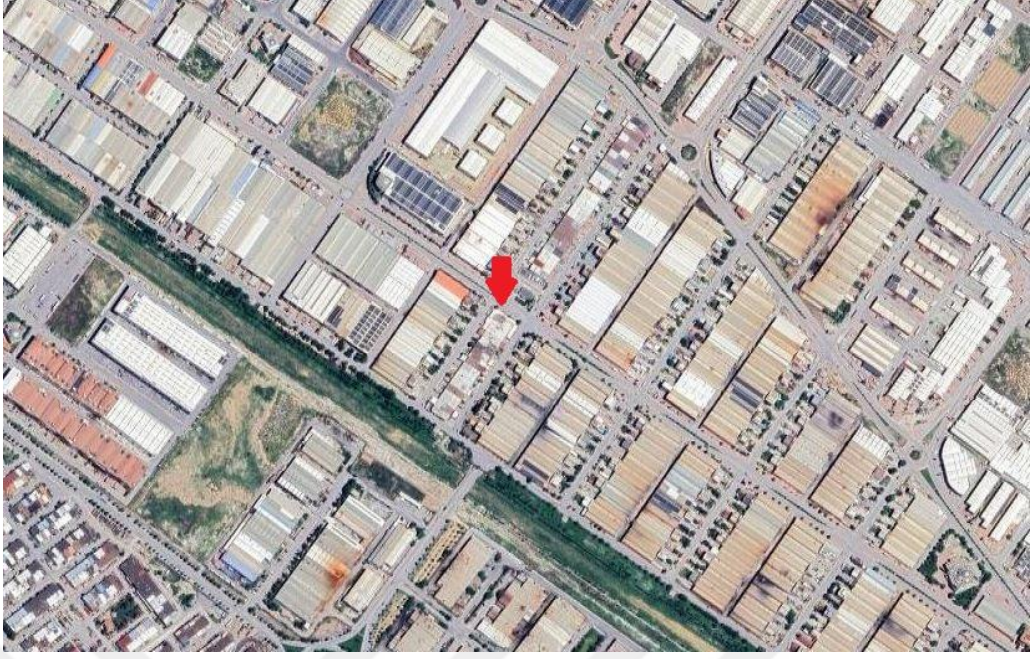
Şekil 3.1. Numune tekrar sayısı ve uygulanan analizler

Numune alımı BÜsan OSB’de hali hazırda mevcut olan kanalizasyon şebekesi atıksu izleme bacalarından gerçekleştirilmiştir. Numune bacası örneği Şekil 3.2.’de gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Numune alma bacası

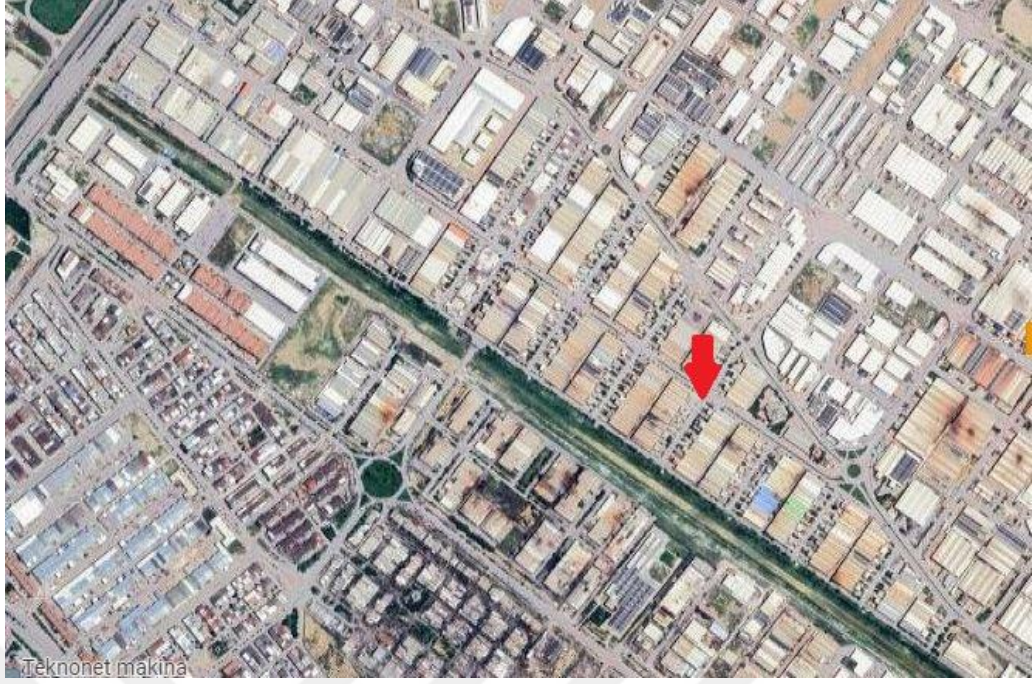
Numune alınan bacalarının harita üzerinde kırmızı ok ile işaretlenerek sırası ile Şekil 3.3., 3.4., 3.5. ve 3.6.’de verilmiştir. Numune alıma işlemlerinde Konya kanalizasyon daire başkanlığı ekiplerinden yardım alınmıştır.



Şekil 3.3. Bir numaralı numune alma bacası harita görüntüsü



Şekil 3.4. İki numaralı numune alma bacası harita görüntüsü



Şekil 3.5. Üç numaralı numune alma bacası harita görüntüsü



Şekil 3.6. Dört numaralı numune alma bacası harita görüntüsü

Baca derinliği yüksek olan noktalarda numune sürekli numune alma cihazı kullanılarak anlık olarak alınmıştır (Şekil 3.7.a,b).



(a) (b)
Şekil 3.7. (a) Numune alma cihazı, (b) Numune şişeleri

Numune alımı esnasında yerinde gerçekleştirilmesi gereken iletkenlik tayini, sıcaklık ve pH gibi anlık parametrelerin analizleri Şekil 3.8.'de gösterildiği gibi gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.8. pH, iletkenlik ve sıcaklık ölçüm ekipmanları

3.4. Analiz Süreçleri

Fizikokimyasal analizler ve HM analizleri için TÜRKAİ tarafından akredite özel bir laboratuvarlardan hizmet alınmıştır. Aynı şekilde MK analizleri için TÜRKAİ tarafından akredite edilmiş özel bir laboratuardan hizmet alınmıştır ve yapılan analizler bizzat laboratuvar ortamında bulunarak değerlendirilmiştir. *Daphnia magna* akut toksisite testi TÜRKAİ tarafından akredite Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji laboratuvarı tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. Fizikokimyasal parametrelerin analiz metotları

Atıksuların kanalizasyon sistemine deşarj yönetmeliğinde deşarj standartları için incelenen başlıca kirleticilerin tayini uygulanmıştır Çizelge 3.2.'de fizikokimyasal parametrelerin analizleri için uygulanan metotlar yer alırken, Çizelge 3.3.'de HM analizleri için uygulanan metotlar yer almaktadır.

Çizelge 3.2. Fizikokimyasal parametrelerin analizleri için uygulanan metotlar

Parametreler	Analiz Metodu
Sıcaklık (°C)	SM 2550 B
pH	EPA 150.1
İletkenlik (mS)	EPA 120.1
Askıda katı madde (AKM) (mg/L)	SM 2540 D
Yağ ve gres (mg/L)	SM 5520 D
Katran ve petrol kökenli yağlar (mg/L)	-
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	SM 5220 C
Fenol (mg/L)	SM 5530 B – SM 5530 D
Sülfat (SO ₄ ²⁻) (mg/L)	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E
Klorür (Cl ⁻) (mg/L)	SM 4500 Cl-B
Serbest klor (mg/L)	SM 4500-Cl G
Toplam sülfür (S) (mg/L)	SM 4500-S ²⁻ D

Çizelge 3.3. HM analizleri için uygulanan metotlar

Parametreler	Analiz Metodu
Arsenik (As) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam kurşun (Pb) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam cıva (Hg) (mg/L)	EPA 6020
Toplam kadmiyum (Cd) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam siyanür (CN-) (mg/L)	SM 4500-CN-C – SM 4500-CN-E
Toplam krom (Cr) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam bakır (Cu) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam nikel (Ni) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam çinko (Zn) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam kalay (Sn) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam gümüş (Ag) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam demir (Fe) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2
Toplam alüminyum (Al) (mg/L)	TS EN İSO 17294-1 ve 2

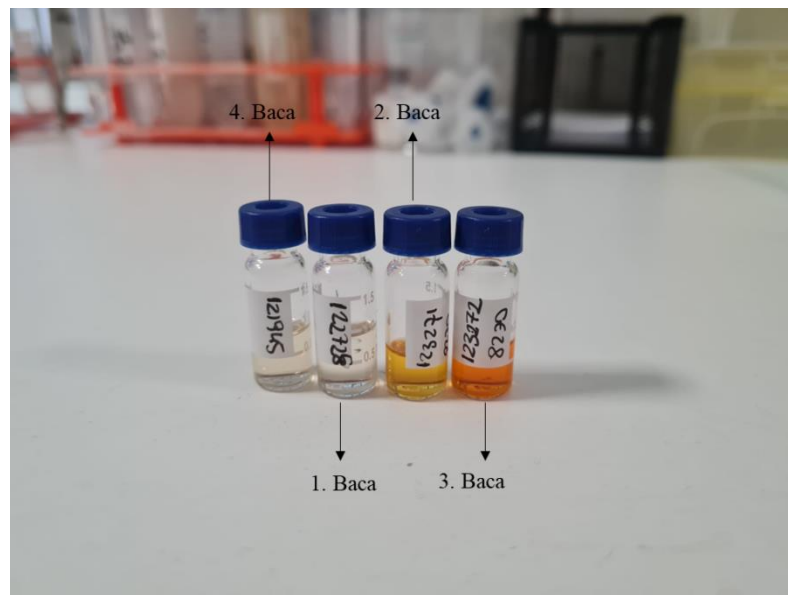
3.4.2. Mikrokirletici maddeler için analiz metotları

PAH için EPA 8270 E sıvı-sıvı ekstraksiyon işlemi uygulanmış ardından silika jel temizleme işlemi yapılmış ve gaz kromatografisi ve kütle spektroskopisi (GC-MS) (Şekil 3.9.) ile analiz gerçekleştirilmiştir. GC-MS'de kullanılan kolon Agilent HP-5 MS (30 m*0,25mm*0,25um)'dir. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmıştır. Internal standart olarak kullanılan kimyasallar acenaphthene-d10, chrysene-d12, naphthalene-d8, perylene-d12, phenanthrene-d10'dur. Analizler sıcaklık (fırın sıcaklık programı) min 40 °C, max 325 °C (port girişinin sıcaklığı 250 °C, dedektör sıcaklığı 300°C), basınç ise 14,2 psia'da gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9. GC-MS cihazı

Bunun yansira ftalat esterlerinin tayini için EPA 8270 E sıvı-sıvı ekstraksiyon işlemi uygulanmış ardından GC-MS ile analiz gerçekleştirilmiştir. Diğer bir MK madde grubu olan fenolik bileşiklerin tayini için ASTM D 7065 sıvı-sıvı ekstraksiyon işlemi uygulanmış ardından GC-MC ile analiz gerçekleştirilmiştir. GC-MS cihazı ve ekstraksiyon sonrası konsantre kirletici muhtevasına sahip ekstraktlar vialler içerisinde Şekil 3.10.'da gösterilmektedir.



Şekil 3.10. Numene extractları

3.4.3. *Daphnia magna* akut toksisite testi analiz metodu

Daphnia magna akut toksisite testi (% inhibisyon cinsinden) için ISO/EN/DIN 6341 analiz metodu uygulanmıştır. Testin özeti kısaca şu şekildedir; su pireleri (*Daphnia magna*) 24 ve 48 saat boyunca, farklı konsantrasyonlardaki test numunesine maruz bırakıldıktan sonra, %50'sinin immobilize olduğu konsantrasyonun (EC50) saptandığı bir akut toksisite deneyidir. Deney (20+/-2) °C'lik oda koşullarında gerçekleştirilmiş ve deney esnasında besleme yapılmamıştır. Tüm deney çözeltileri Elendt M4 mineral ortamıyla hazırlanmıştır. Test ve kontrol numunelerinin tüm seyreltme çözeltileri en az 2 mg/L olacak şekilde oksijene doyurulmuştur. Neonate *Daphnia magna*'lar stok kültürden alınıp, 100 ml hacimli cam beherlere 10 adet (4 seri) olacak şekilde aktarımı yapılmıştır. 24 ve 48 saat sonunda hareket etmeyen *Daphnia magna*'lar not edilmiştir. Probit analizi sonunda 24 sa ve 48 sa için EC50 değerleri mg/L cinsinden hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Fizikokimyasal Parametrelerin Analiz Verileri

KOSKİ tarafından debi miktarı ve AAT varlığı durumuna göre uygulanan kanalizasyon sistemine deşarj yönetmeliği parametreleri kapsamında 16 adet klasik parametre yerinde ve laboratuvar ortamında olmak üzere incelenmiştir. Toplamda üç periyot numune alınmıştır. Her bir periyotta dört adet bacadan numune alınmış ve analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen konsantrasyon değerlerine göre gerekli deşarj standartlarının sağlanıp sağlanmadığı değerlendirilmiştir.

4.1.1. 1. set numuneler fizikokimyasal analiz verileri

Numune alım noktasında anlık olarak yapılması gereken sıcaklık tayini, pH tayini ve iletkenlik tayinleri birinci periyot numune için her dört bacadan da numune alım esnasında gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.1.'da verilmektedir. Endüstriyel atıksuyun kanalizasyon şebekesine deşarjı için gerekli olan sıcaklık, pH ve iletkenlik değerleri deşarj standart değerlerini sağlamaktadır.

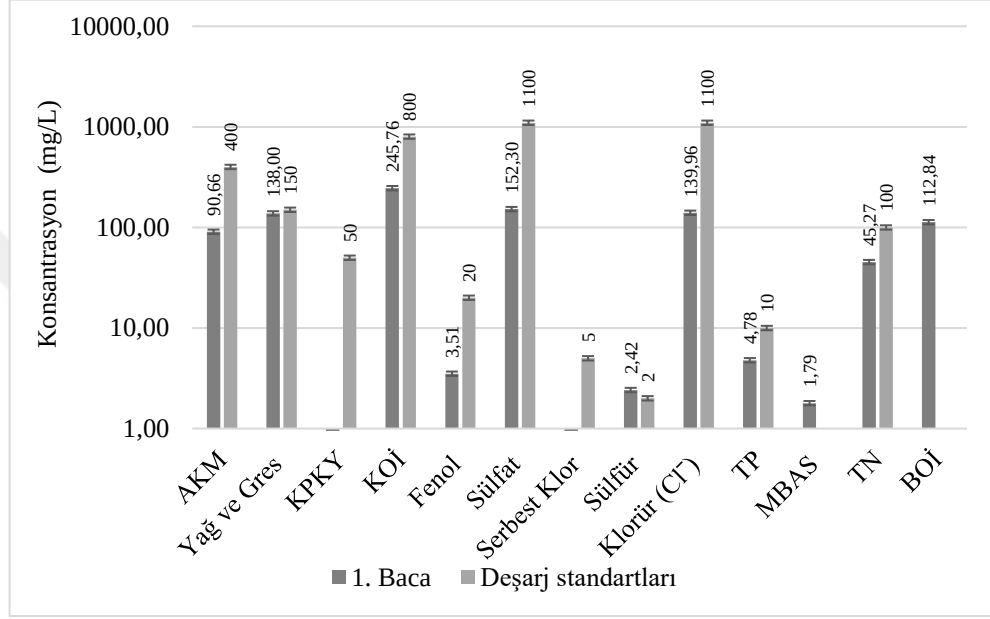
Çizelge 4.1. 1. set numune yerinde ve anlık gerçekleştirilen analiz verileri ve deşarj standart değerleri

	Parametreler	1. Baca	2. Baca	3. Baca	4. Baca	Birimler	Deşarj Standartları
1	Sıcaklık Tayini	20.9	23.3	23.3	21.3	°C	40
2	pH Tayini	7,09	7,43	7,37	7,07	-	6-10
3	İletkenlik Tayini	158	920	695	2021	µS/cm	4000

(n=1 analiz sayısı)

Anlık gerçekleştirilen analizlerin yanısıra labaratuvar ortamında gerçekleştirilen analizler sonrasında verilerin deşarj standartlarına uygunluğu değerlendirilmiştir. 1.set numune kapsamında birinci bacadan alınan numune için toplamda KOİ, BOİ, yağ gres ve AKM gibi parametrelerinde bulunduğu 13 adet parametreye bakılmıştır. Bunların büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken sülfür konsantrasyonu bu değeri sağlamamaktadır. Sülfür konsantrasyonu 2,42 mg/L olarak bulunmuştur. Deşarj standart değeri olan 2 mg/L'nin üzerinde kalmaktadır (Şekil 4.1.). Bu durum hem kanalizasyon şebekesi için istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir. Örneğin uzun mesafeli

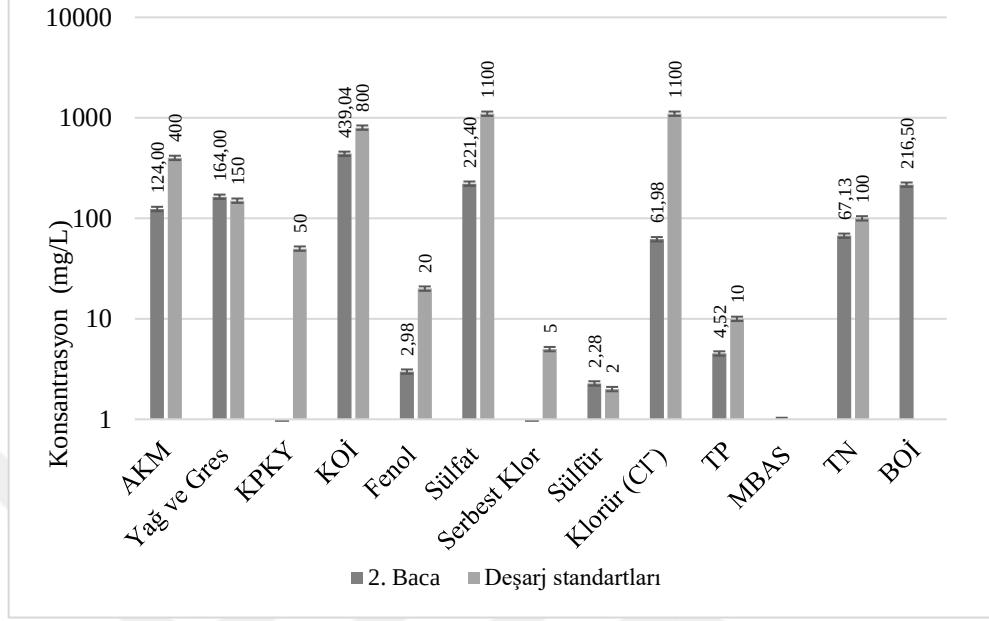
kanalizasyon boruları boyunca, atıksudaki organik ve inorganik kükürt içeren maddeler çeşitli reaksiyonlara girerek, kanalizasyondaki birincil tehlikeli kirletici maddeler olarak kabul edilen hidrojen sülfür (H_2S) ve uçucu organik kükürt bileşiklerinin (VOSC) oluşmasına neden olur (Jiang GuangMing ve ark., 2015). Kanalizasyonlarda bulunan H_2S ayrıca sülfürik asite (H_2SO_4) dönüşebilir ve beton boruların korozyonuna neden olarak önemli ekonomik kayıplara yol açabilmektedir.



Şekil 4.1. 1. set birinci baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

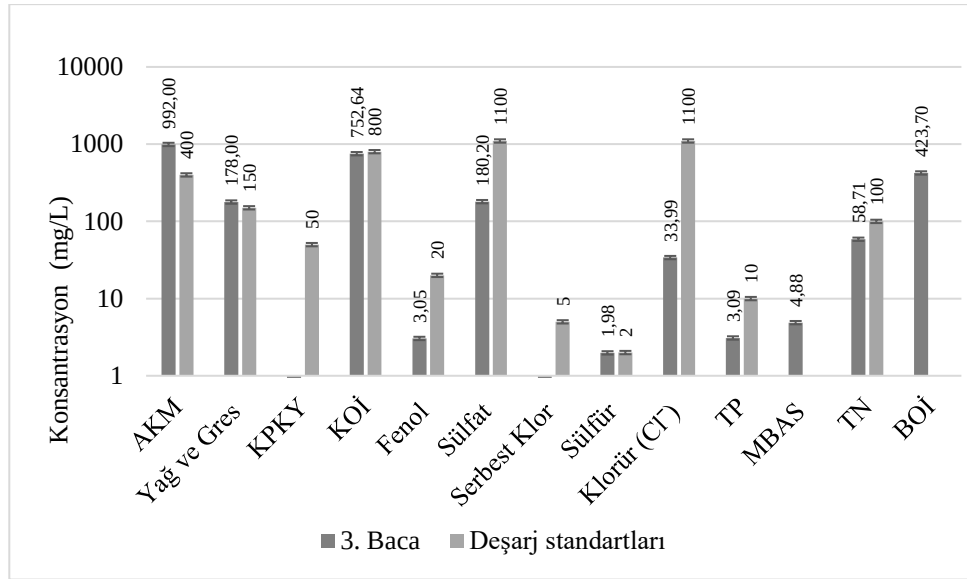
Fizikokimyasal analizler 1.set kapsamında iki numaralı bacadan alınan numuneyede uygulanmıştır. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken yağ ve gres konsantrasyonu ve sülfür konsantrasyonu deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Sülfür konsantrasyonu 2,28 mg/L olarak bulunmuştur. Deşarj standart değeri olan 2 mg/L'nin üzerinde kalmaktadır (Şekil 4.2.). Bunun yansira yağ ve gres konsantrasyon değeri 164 mg/L gözlemlenmiş ve deşarj standart değeri olan 150 mg/L'nin üzerinde kalmıştır. OSB kapsamında bulunan gıda ürünleri üretimi ve kimyasal üretimi endüstrileri atıksularında, önemli ölçüde yağlar içermektedir. Bu tip atıksularda bulunan yoğun yağ, kanalizasyon sistemlerinde birikerek tıkanmasına neden olur ve taşıma kapasitesini olumsuz etkiler. Atıksu arıtma tesisine ulaşan yağlar burada kullanılan mekanik cihazların bozulmasına, bakterilerin etrafını kaplayarak oksijensiz kalmalarına neden olabilmektedir. Ayrıca alıcı ortama deşarj edilirse su tabakası yüzeyinde birikerek

oksijen transferini ve ışık geçirgenliğini azaltarak anaerobik ortam oluşmasına sebep olabilmektedir.



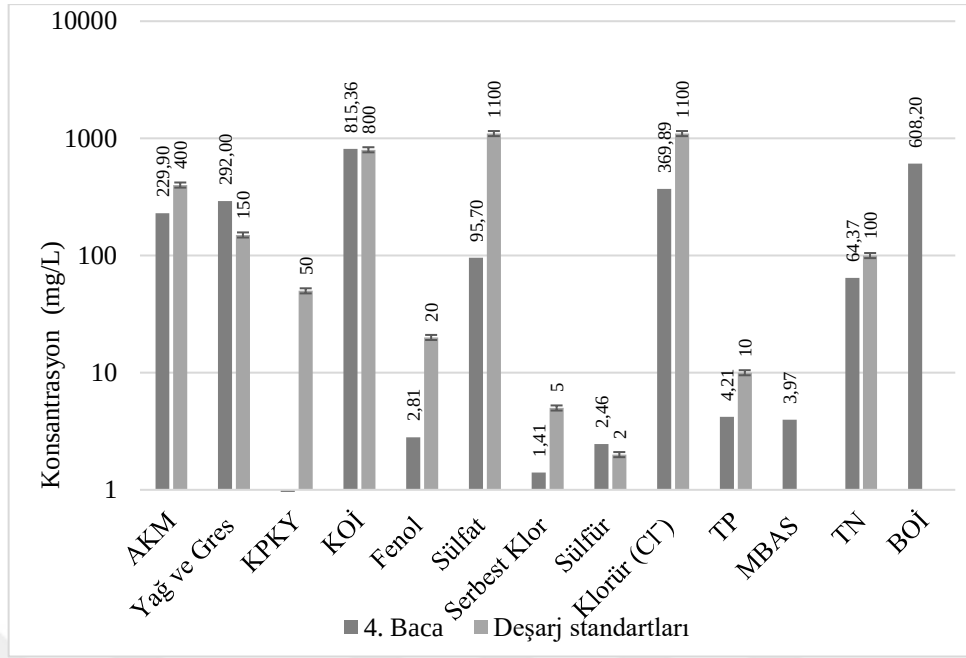
Şekil 4.2. 1. set ikinci baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

Fizikokimyasal analizler 1.set kapsamında üç numaralı bacadan alınan numuneyede uygulanmıştır. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken AKM ve yağ ve gres konsantrasyonu deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Numune alanizleri sonrasında yağ ve gres konsantrasyon değeri 178 mg/L gözlemlenmiş ve deşarj standart değeri olan 150 mg/L'nin üzerinde kalmıştır. Bir diğer parametre olan AKM değeri 992 mg/L olarak bulunmuş ve deşarj standart değeri olan 400 mg/L'yi büyük farkla aşmaktadır. Endüstriyel tesis çıkışlarında deşarj standart değerini sağlanması gereken AKM'nin yüksek olmasının temel nedeni uygulanması gereken fiziksel ayırma metodlarının yeterli kapasitede olmaması yada tamamen devre dışı olmasıdır. Özellikle alüminyum endüstrisi, kimyasallar ve boya endüstrileri AKM değeri yüksek atıksu deşarj etmektedir (Şekil 4.3.). OSB kapsamında 8 adet alüminyum kaplama, 14 adet kimyasallar ve boya endüstrisi mevcuttur. AKM'nin temel kaynağını bu endüstriler oluşturmaktadır. Bu durum hem kanalizasyon şebekesi için hemde AAT için tıkanma gibi istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir.



Şekil 4.3. 1. set üçüncü baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

Fizikokimyasal analizler 1.set kapsamında dört numaralı bacadan alınan numuneyede uygulanmıştır. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken yağ ve gres konsantrasyonu ve KOİ değeri deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Numune alanizleri sonrasında yağ ve gres konsantrasyon değeri 292 mg/L gözlemlenmiş ve deşarj standart değeri olan 150 mg/L'nin üzerinde kalmıştır. Bir diğer parametre olan KOİ değeri 815,36 mg/L olarak bulunmuş ve deşarj standart değeri olan 800 mg/L'yi sağlamamaktadır (Şekil 4.4.). Bu durum AAT için aşırı yüklemeye sebep olabilmekte, biyolojik arıtım işletimini bozabilmekte ve arıtım verimini düşürebilmektedir.



Şekil 4.4. 1. set dördüncü baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

1. set kapsamında dört adet bacadan alınan endüstriyel atıksu numunelerine uygulanan fizikokimyasal parametre analizleri sonrası elde edilen verilerin tamamı detaylı bir şekilde Çizelge 4.2. verilmektedir.

Çizelge 4.2. 1. set tüm bacalardan alınan numunelerin fizikokimyasal analiz verileri ve deşarj standart konsantrasyonları

PARAMETRELER	1. Baca	2. Baca	3. Baca	4. Baca	Deşarj standartları
AKM	90,66±4,22	124±3,81	992±11,95	229,9±5,74	400
Yağ ve Gres	138±5,13	164±6,34	178±8,12	292±6,81	150
KPKY	0,59±0,15	0,36±0,09	0,42±0,05	0,85±0,06	50
KOİ	245,76±5,31	439,04±6,43	752,64±8,5	815,36±10,82	800
Fenol	3,51±0,94	2,98±0,86	3,05±0,75	2,81±0,47	20
Sülfat	152,30±4,58	221,40±6,36	180,20±7,2	95,70±4,62	1100
Serbest Klor	0,71±0,15	0,63±0,128	0,57±0,11	1,41±0,26	5
Sülfür	2,42±0,31	2,28±0,43	1,98±0,32	2,46±0,21	2
Klorür (Cl⁻)	139,96±7,55	61,98±6,36	33,99±2,5	369,89±4,72	1100
TP	4,78±0,53	4,52±0,45	3,09±0,4	4,21±0,31	10
MBAS	1,79±0,19	0,99±0,28	4,88±0,22	3,97±0,34	
TN	45,27±2,33	67,13±3,67	58,71±2,5	64,37±3,55	100
BOİ	112,84±9,68	216,50±12,73	423,7±15,3	608,20±16,79	

(N=3 analiz sayısı)

4.1.2. 2. set numuneler fizikokimyasal analiz verileri

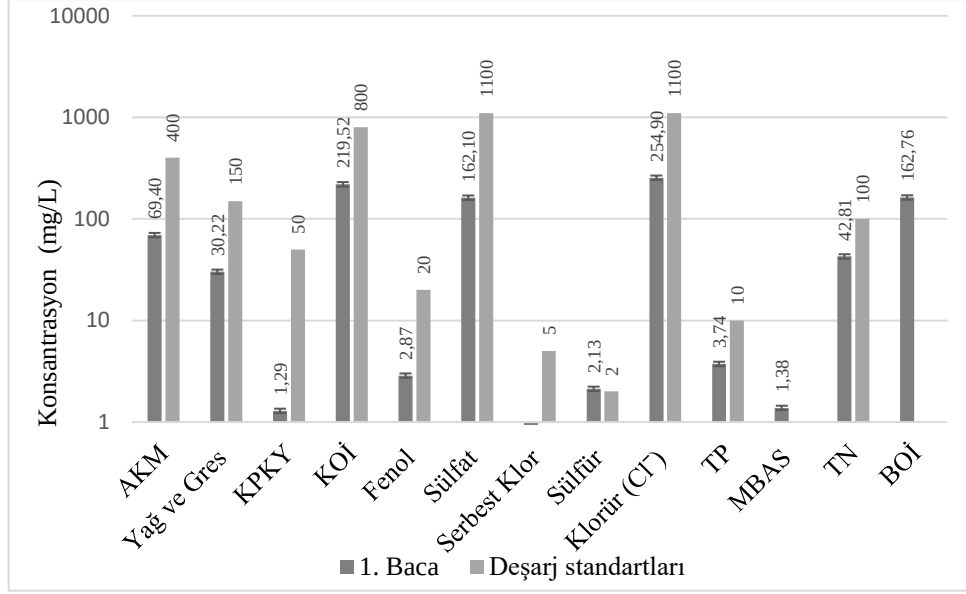
Numune alım noktasında anlık olarak yapılması gereken sıcaklık tayini, pH tayini ve iletkenlik tayinleri 2. set numune için her dört bacadan da numune alım esnasında gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.3.'de verilmektedir. Endüstriyel atıksuyun kanalizasyon şebekesine deşarjı için gerekli olan sıcaklık, pH ve iletkenlik değerleri deşarj standart değerlerini sağlamaktadır.

Çizelge 4.3. 2. set numune yerinde ve anlık gerçekleştirilen analiz verileri ve deşarj standart değerleri

	Parametreler	1. Baca	2. Baca	3. Baca	4. Baca	Birimler	Deşarj Standartları
1	Sıcaklık Tayini	20.1	20.4	21.1	19.6	°C	40
2	pH Tayini	7,60	7,66	7,18	7,28		6-10
3	İletkenlik Tayini	2.21	1321	1266	1925	µS/cm	4000

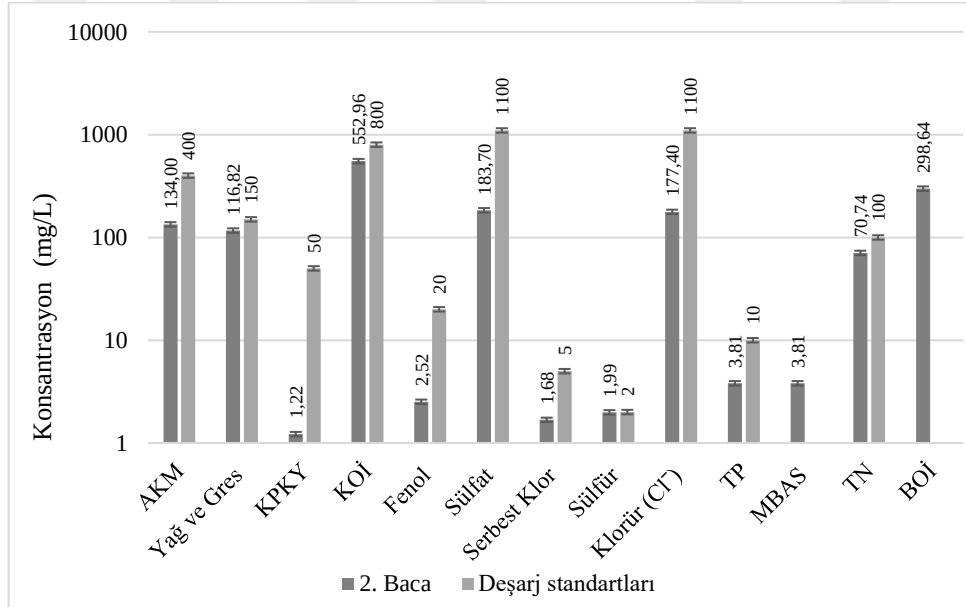
(n=1 analiz sayısı)

KOSKİ tarafından uygulanan kanalizasyon sistemine deşarj yönetmeliği parametreleri kapsamına izlenen 13 adet parametrenin analizi 2. set numunenin bir numaralı bacasına uygulanmıştır. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken sülfür konsantrasyonu deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Sülfür konsantrasyonu 2,13 mg/L olarak bulunmuştur. Deşarj standart değeri olan 2 mg/L'nin üzerinde kalmaktadır (Şekil 4.5.).



Şekil 4.5. 2. set birinci baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

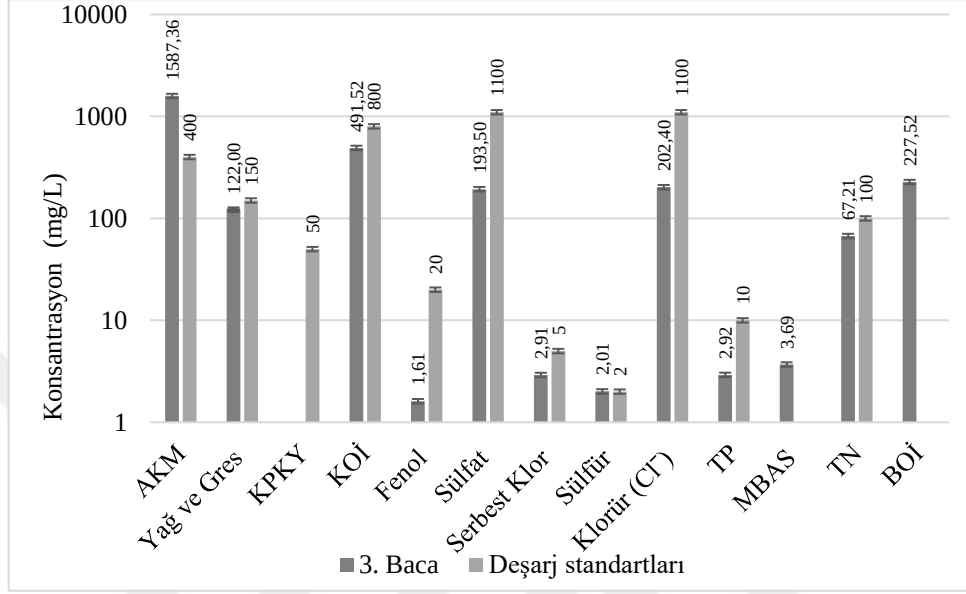
Fizikokimyasal analizler 2.set kapsamında iki numaralı bacadan alınan numuneyede uygulanmıştır. İncelenen parametrelerin tamamı deşarj standart değerlerini sağlamaktadır. Şekil 4.6.'da gösterilmektedir.



Şekil 4.6. 2. set ikinci baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

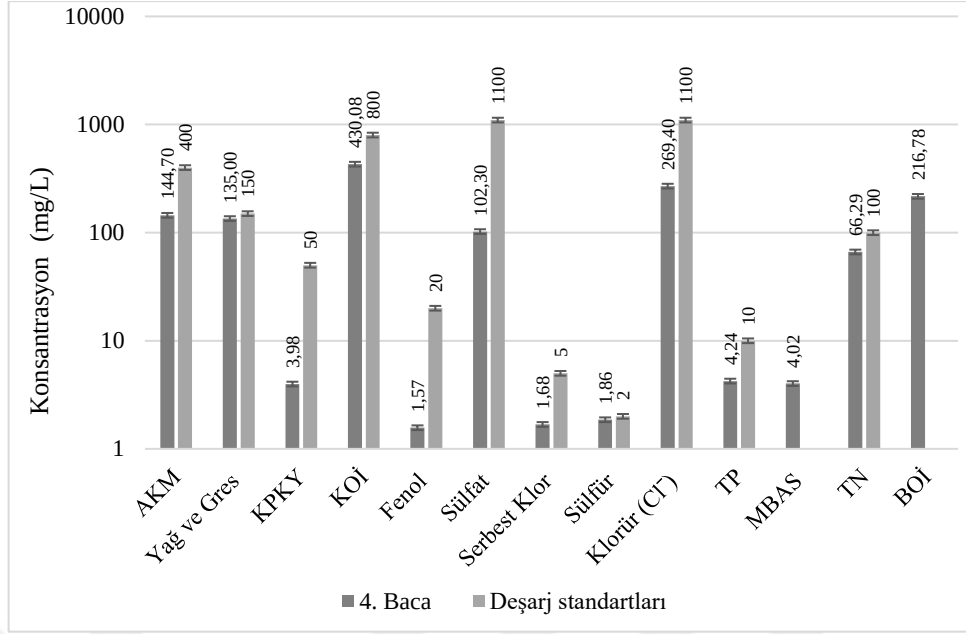
Fizikokimyasal analizler 2.set kapsamında üç numaralı bacadan alınan numuneyede uygulanmıştır. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken AKM ve sülfür konsantrasyonu deşarj standart

değerlerini sağlamamaktadır. AKM değeri 1587,36 mg/L olarak bulunmuş ve deşarj standart değeri olan 400 mg/L'nin büyük bir farkla üstünde kalmaktadır. Bunun yansira sülfür konsantrasyonu 2,01 mg/L olarak bulunmuştur. Deşarj standart değeri olan 2 mg/L'nin küçük bir fark ile üzerinde kalmaktadır (Şekil 4.7.).



Şekil 4.7. 2. set üçüncü baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

Fizikokimyasal analizler 2.set kapsamında dört numaralı bacadan alınan numuneyede uygulanmıştır. İncelenen parametrelerin tamamı deşarj standart değerlerini sağlamaktadır (Şekil 4.8.).



Şekil 4.8. 2. set dördüncü baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

2. set kapsamında dört adet bacadan alınan endüstriyel atıksu numunelerine uygulanan fizikokimyasal parametre analizleri sonrası elde edilen verilerin tamamı detaylı bir şekilde Çizelge 4.4. verilmektedir.

Çizelge 4.4. 2. set tüm bacalardan alınan numunelerin fizikokimyasal analiz verileri ve deşarj standart konsantrasyonları

PARAMETRELER	1. Baca	2. Baca	3. Baca	4. Baca	Deşarj standartları
AKM	69,40±2,31	134,00±3,54	1587,36±8,62	144,70±4,23	400
Yağ ve Gres	30,22±2,72	116,82±3,97	122,00±3,44	135,00±4,13	150
KPKY	1,29±0,33	1,22±0,23	< 0,11	3,98±0,26	50
KOİ	219,52±4,84	552,96±6,24	491,52±5,34	430,08±4,55	800
Fenol	2,87±0,55	2,52±0,42	1,61±0,53	1,57±0,48	20
Sülfat	162,10±2,59	183,70±3,88	193,50±4,14	102,30±2,42	1100
Serbest Klor	0,68±0,27	1,68±0,32	2,91±0,31	1,68±0,31	5
Sülfür	2,13±0,22	1,99±0,21	2,01±0,14	1,86±0,16	2
Klorür (Cl⁻)	254,90±2,39	177,40±1,57	202,40±2,51	269,40±4,35	1100
TP	3,74±0,52	3,81±0,44	2,92±0,42	4,24±0,32	10
MBAS	1,38±0,21	3,81±0,35	3,69±0,34	4,02±0,21	-
TN	42,81±2,55	70,74±3,27	67,21±2,88	66,29±3,15	100
BOİ	162,76±4,89	298,64±8,79	227,52±0,57	216,78±6,95	-

(n=3 analiz sayısı)

4.1.3. 3. set numuneler fizikokimyasal analiz verileri

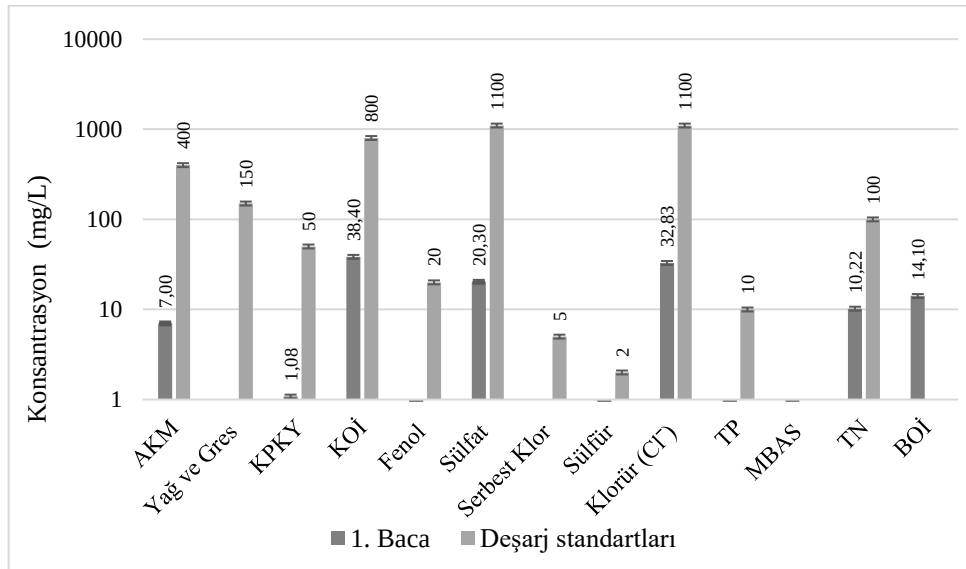
Numune alım noktasında anlık olarak yapılması gereken sıcaklık tayini, pH tayini ve iletkenlik tayinleri 3. set numune için her dört bacadan da numune alım esnasında gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.5. 'de verilmektedir. Endüstriyel atıksuyun kanalizasyon şebekesine deşarjı için gerekli olan sıcaklık, pH ve iletkenlik değerleri deşarj standart değerlerini sağlamaktadır.

Çizelge 4.5. 3. set tüm bacalardan alınan numunelerin yerinde ve anlık gerçekleştirilen analiz verileri ve deşarj standart değerleri

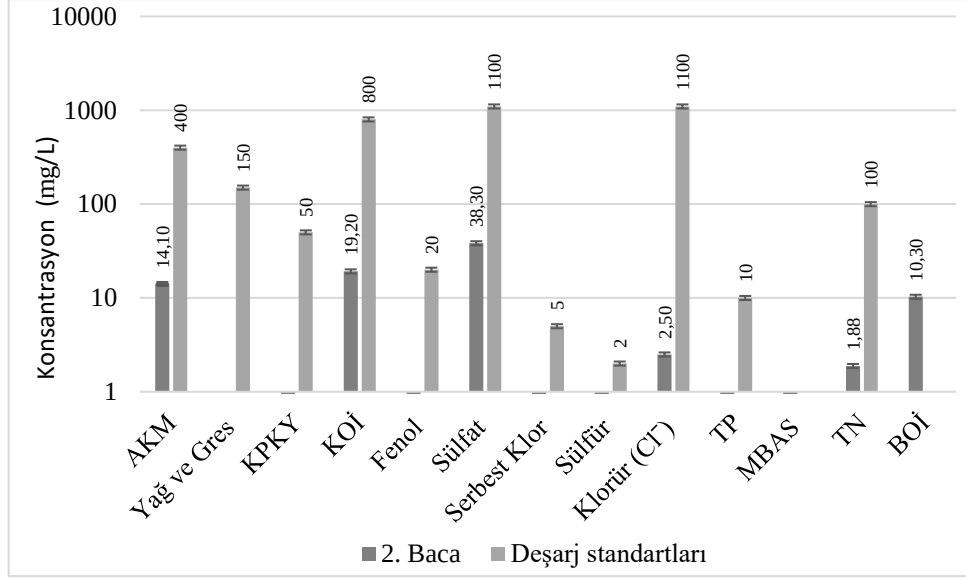
	PARAMETRELER	1. baca	2. baca	3. baca	4. baca		Deşarj standartları
1	Sıcaklık Tayini	10.8	13.1	13.1	13.2	°C	40
2	pH Tayini	7,46	6,98	7,21	7,24		6-10
3	İletkenlik Tayini	634	438	235	1079	µS/cm	4000

(n=3 analiz sayısı)

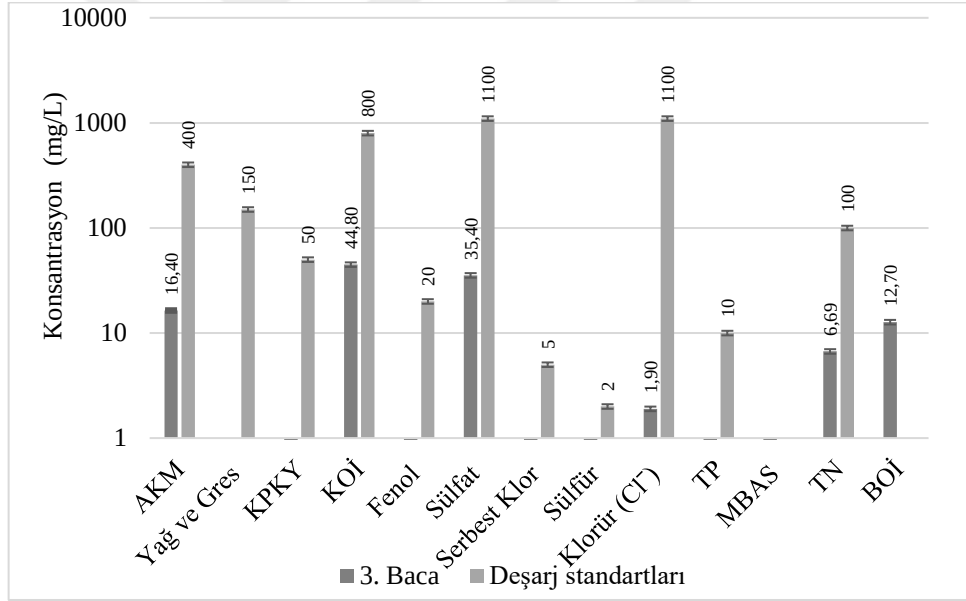
Anlık gerçekleştirilen analizlerin yansıra labaratuvar ortamında gerçekleştirilen analizler sonrasında verilerin deşarj standartlarına uygunluğu değerlendirilmiştir. 3. set numune kapsamında birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü bacalardan alınan numuneler için KOİ, BOİ, yağ gres ve AKM gibi parametrelerinde bulunduğu toplam 13 adet klasik parametreye bakılmıştır. Bu analizlerin tamamı deşarj standart değerlerini sağlamaktadır (Şekil 4.9., 4.10., 4.11. ve 4.12.).



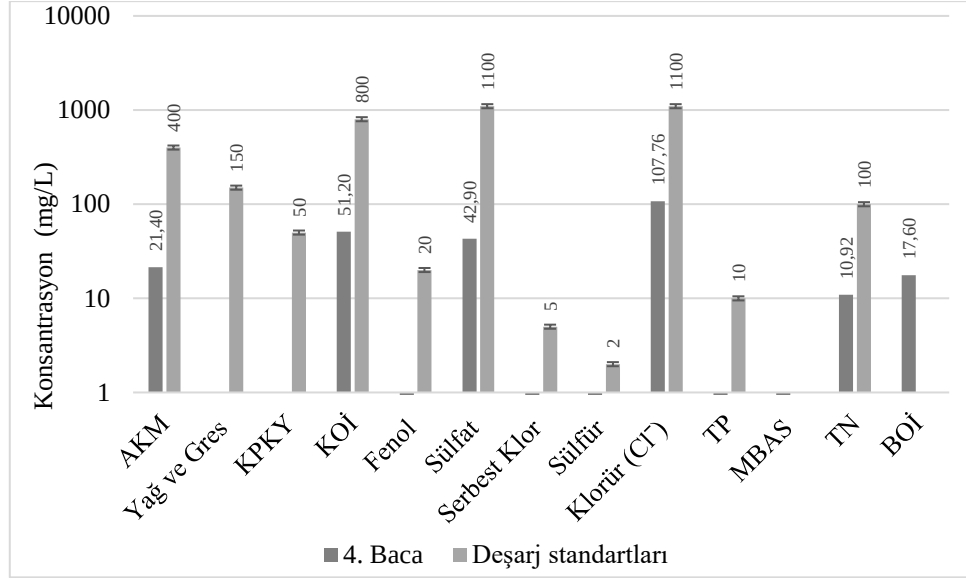
Şekil 4.9. 3. set birinci baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması



Şekil 4.10. 3. set ikinci baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması



Şekil 4.11. 3. set üçüncü baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması



Şekil 4.12. 3. set dördüncü baca numunesi fizikokimyasal parametrelerin sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

3. set kapsamında dört adet bacadan alınan endüstriyel atıksu numunelerine uygulanan fizikokimyasal parametre analizleri sonrası elde edilen tüm veriler detaylı bir şekilde Çizelge 4.6’da verilmektedir.

Çizelge 4.6. 3. set tüm bacalardan alınan numunelerin fizikokimyasal analiz verileri ve deşarj standart konsantrasyonları

PARAMETRELER	1. Baca	2. Baca	3. Baca	4. Baca	Deşarj standartları
AKM	7,00±2,31	14,10±2,14	16,40±1,85	21,40±1,65	400
Yağ ve Gres	<10	<10	<10	<10	150
KPKY	1,08±0,23	0,61±0,02	0,21±0,02	<0,1	50
KOİ	38,40±1,54	19,20±1,45	44,80±3,21	51,20±2,17	800
Fenol	0,71±0,11	0,90±0,18	0,89±0,17	0,90±0,15	20
Sülfat	20,30±2,41	38,30±2,57	35,40±3,46	42,90±3,21	1100
Serbest Klor	<0,05	0,09±0,01	0,16±0,03	0,08±0,02	5
Sülfür	0,17±0,01	0,21±0,03	0,25±0,01	0,20±0,02	2
Klorür (Cl⁻)	32,83±1,21	2,50±0,95	1,90±0,74	107,76±2,55	1100
TP	0,43±0,02	0,49±0,03	0,37±0,02	0,43±0,04	10
MBAS	0,33±0,05	0,29±0,03	0,16±0,04	0,21±0,02	-
TN	10,22±1,52	1,88±0,74	6,69±0,04	10,92±1,56	100
BOİ	14,10±2,32	10,30±1,88	12,70±2,58	17,60±3,24	-

(n=3 analiz sayısı)

4.2. Ağır Metallerin Analiz Verileri

KOSKİ tarafından debi miktarı ve AAT varlığı durumuna göre uygulanan kanalizasyon sistemine deşarj yönetmeliği parametreleri kapsamında 13 adet HM tez kapsamına incelenmiştir. Üç set numune alınmıştır. Her bir sette 4 adet bacadan numune alımı gerçekleştirilmiştir. Toplamda 12 adet endüstriyel atıksu numunesine HM analizi gerçekleştirilmiş ve elde edilen konsantrasyon değerlerinin deşarj standartlarına uygunluğu değerlendirilmiştir.

4.2.1. 1. set numuneler HM analiz verileri

1. set numune kapsamında alınan birinci baca numunesine 13 adet HM analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken Hg ve Ag konsantrasyonu deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Analiz sonrası elde edilen Hg konsantrasyonu 1,0538 mg/L'dir. Bu değer deşarj standart değeri olan 0,2 mg/L'nin yaklaşık beş katıdır. Bunun yansıra Ag değeri 6,1166 mg/L olarak bulunmuştur ve deşarj standart değeri olan 5 mg/L'nin üstünde kalmaktadır (Şekil 4.13.).

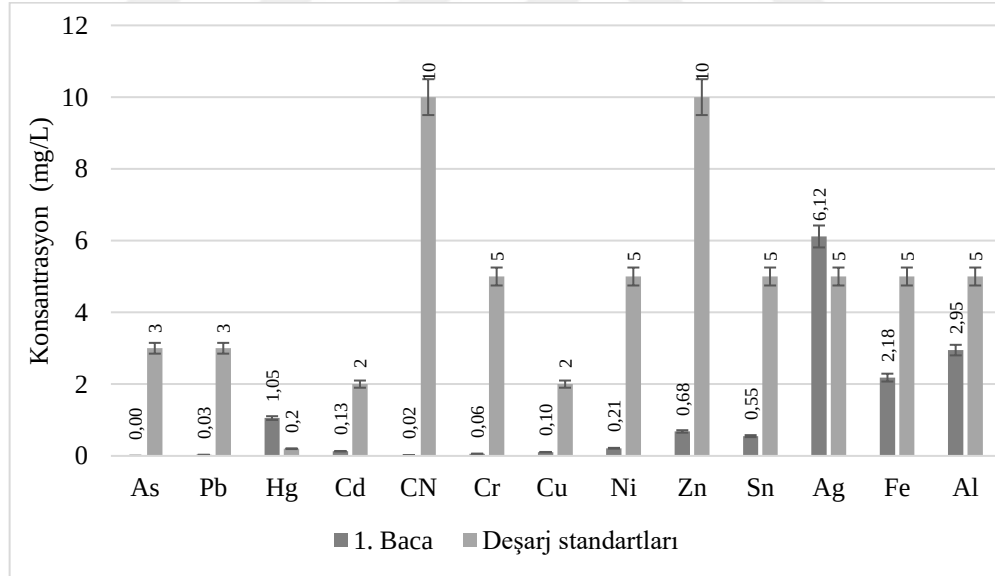
Hg balşica insan olmak üzere canlı organizmaların biyolojik foksiyonları üzerinde en yüksek negatif etkiye ve en yüksek toksik etkiye sahip olan ağır metallerden biridir (Nies ve biotechnology, 1999). Atıksu arıtma tesislerinde arıtılmadan deşarj edilebilen Hg ve Metil Hg'nin (MeHg) deşarjı endişe vericidir çünkü sudaki besin zinciri boyunca kolaylıkla biyolojik olarak biriken Hg formudur. AAT'lerde yaz aylarında biyolojik arıtım ile maksimum %70 oranında giderilen Hg yeterince giderilmemekte ve alıcı ortama verilmektedir (Gbondo-Tugbawa ve ark., 2010). Giderilemeyen Hg'nin alıcı ortamdan içme suyu rezervlerine ulaşması mümkündür.

Dünya Sağlık Örgütü içme suyundaki maksimum civa konsantrasyonunu 1 ppb olarak belirlerken, ABD EPA 2 ppb olarak belirlemiştir ve birçok ülkede içme suyu kaynaklarında yüksek konsantrasyonda Hg'ye rastlanmakta, bu durumu çözmek için yoğun çaba serf etmektedir (Jiang ve ark., 2006, Lisha ve ark., 2009). Bu nedenle kaynağında bertarafı büyük önem arz etmektedir

2019 yılında gerçekleştirilmiş olan yürütücülüğünü Prof. Dr. Bilgehan Nas'ın yaptığı proje asistanı olarak çalışmış olduğum Tübitak 1001 projesi kapsamında HM analizleri gerçekleştirilmiş ve Hg konsantrasyonu Konya AAT'de 192 ng/L

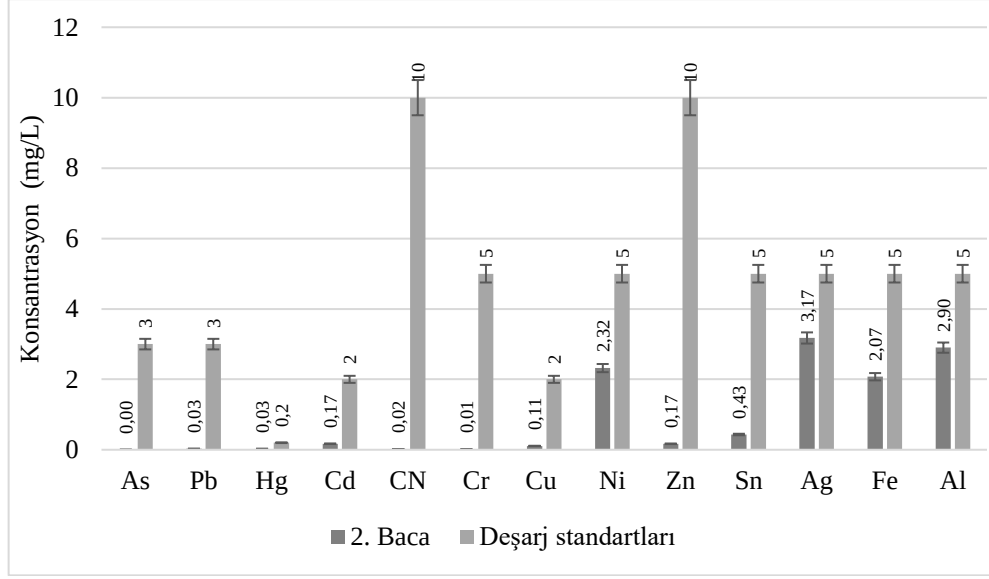
seviyelerinde, Ereğli AAT'de 102,9 ng/L ve Zincirlikuyu AAT de 131,1 ng/L seviyelerinde gözlemlenmiştir (Kara ve ark., 2019). Kaynak olarak gösterilen çalışmada Konya AAT'de 192 ng/L değerinde bulunmuş olan Hg konsantrasyonu tez kapsamında endüstriyel atıksuda 1,0538 mg/L olarak ölçülmüştür. Bu doğrultuda evsel ve endüstriyel atıksuların bileşik halde Konya AAT'ye gelirken seyredildiğini söylemek mümkündür. Hg konsantrasyonunun büyük çoğunluğunun endüstriyel atıksu kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Ayrı AAT'de giderilen Hg'nin büyük çoğunluğu arıtma çamurunda birikmektedir. Arıtma çamurunun doğru bertaraf edilmediği durumda yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarına Hg geçişi gerçekleşecektir. Kloroalkil bileşiği, vinil klorür, plastik, elektrikli ekipman, piller, kâğıt hamuru ve boya imalatı gibi cıva kirliliğine katkıda bulunan birçok potansiyel endüstri vardır. Büsan OSB'de çok sayıda başta elektrikli ekipman üretimine örnek olabilecek makine ve yedek parça imalatı, boya üretim fabrikası ve ambalaj fabrikası bulunmaktadır. Bu endüstrilerin atıksuda başlıca Hg oluşumuna sebep olduğu düşünülmektedir.



Şekil 4.13. 1. set birinci baca numunesi HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

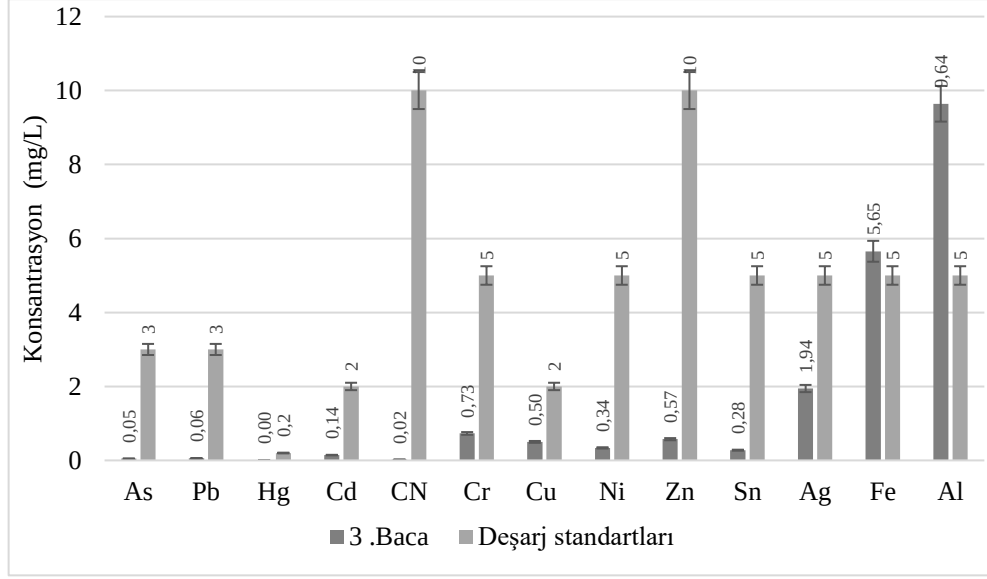
Alınan 1.set numune kapsamında ikinci baca numunesine 13 adet HM analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler kapsamında endüstriyel atıksuda ihtiva eden HM konsantrasyonlarının tamamı deşarj standart değerlerini sağlamaktadır (Şekil 4.14.).



Şekil 4.14. 1. set ikinci baca numunesi HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

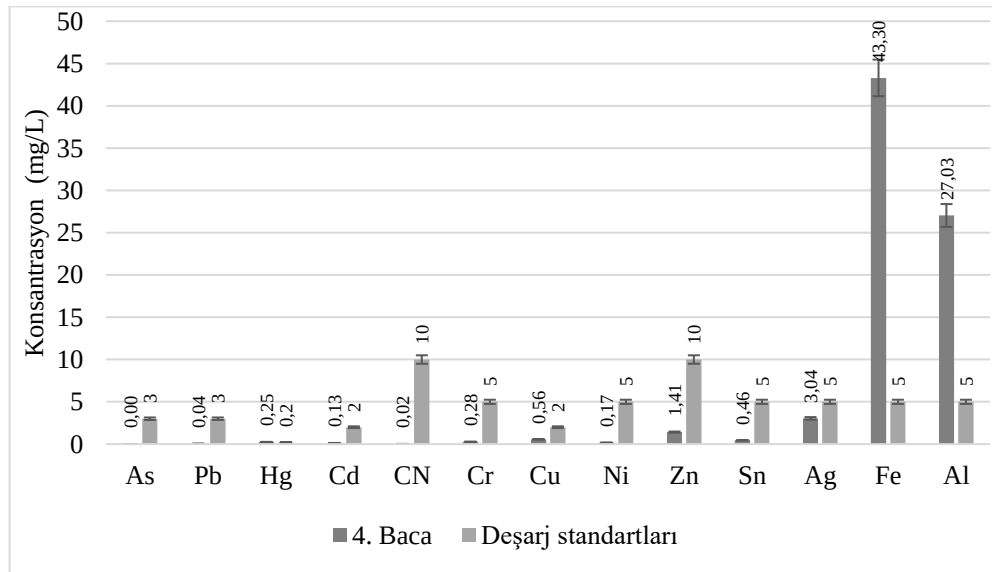
1. set numune kapsamında alınan üçüncü baca numunesine 13 adet HM analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken Fe ve Al konsantrasyonları deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Analiz sonrası elde edilen Fe konsantrasyonu 5,65 mg/L'dir. Bu değer deşarj standart değeri olan 5 mg/L'nin üzerinde kalmaktadır. Bunun yansıra Al değeri 9,64 mg/L olarak bulunmuştur ve deşarj standart değeri olan 5 mg/L'ti sağlamamaktadır (Şekil 4.15.).

Atıksu'da bulunan demirin temel kaynağı Büsan OSB'de bulunan 21 adet demir çelik fabrikası, 11 adet döküm fabrikası ve 61 adet metal fabrikasıdır. Bursa'da gerçekleştirilen bir çalışmada AAT'giriş artık suyunda Fe konsantrasyonu 1038–3580 µg/L olarak ölçülmüştür (Üstün, 2009). Konya KAAAT'de benzer konsantrasyonlarda Fe içerdiği düşünülmektedir. Bu sebeple endüstriyel atıksuyun mg seviyelerinde içerdiği demir konsantrasyonu AAT için ilave yük oluşturacaktır. Ancak yapılan bazı çalışmalarda kombine atıksularda biyolojik arıtım ile büyük oranda Fe giderimi gerçekleştiği tespit edilmiştir ve Fe' in arıtma çamurunda konsantre halde bulunduğu gözlemlenmiştir (Carletti ve ark., 2008). Arıtma çamurunun doğru bertaraf edilmediği durumda yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarına Fe geçişi gerçekleşebilmektedir.



Şekil 4.15. 1. set üçüncü baca numunesi HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

Alınan birinci periyot numune kapsamında dördüncü baca endüstriyel atıksu numunesine 13 adet HM analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken üçüncü bayca benzer olarak Fe ve Al konsantrasyonları deşarj standart değerlerinin üzerinde kalmaktadır. Analiz sonrası elde edilen Fe konsantrasyonu 43,3 mg/L'dir. Bu değer deşarj standart değeri olan 5 mg/L'nin oldukça üzerindedir. Bunun yansıra Al değeri 27,3 mg/L olarak bulunmuştur ve deşarj standart değeri olan 5 mg/L'ti sağlamamaktadır (Şekil 4.16.).



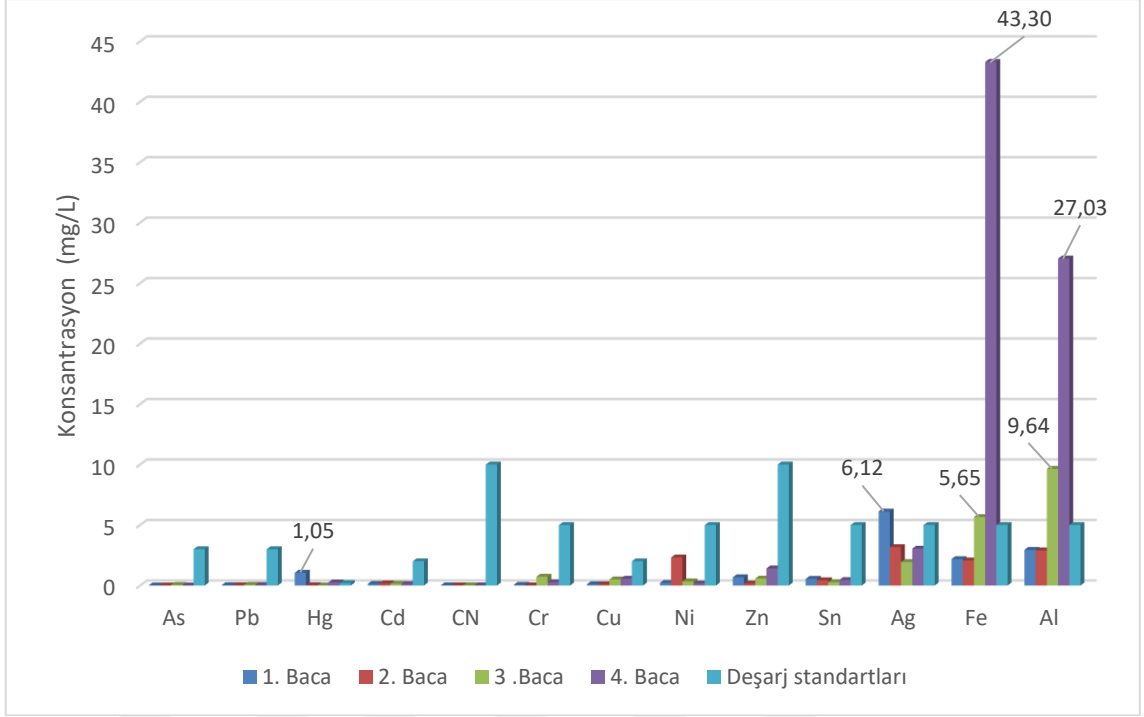
Şekil 4.16. 1. set dördüncü baca numunesi HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

Birinci periyot kapsamında dört adet bacadan alınan endüstriyel atıksu numunelerine uygulanan HM analizleri sonrası elde edilen tüm veriler detaylı bir şekilde Çizelge 4.7’de verilmektedir. Numuneler arası kirletici muhtevası ve konsantrasyon kıyası Şekil 4.17’de net şekilde görülmektedir.

Çizelge 4.7. 1. set tüm bacalardan alınan numunelerin HM analiz verileri ve deşarj standart konsantrasyonları

HM	1. Baca	2. Baca	3. Baca	4. Baca	Biri m	Deşarj standartlar 1
As	< 0,001	< 0,001	0,047±0,008	0,0032±0,009	mg/L	3
Pb	0,0288±0,002	0,0275±0,009	0,0555±0,013	0,0439±0,013	mg/L	3
Hg	1,0538±0,025	0,0266±0,045	0,0034±0,017	0,2529±0,002	mg/L	0.2
Cd	0,1303±0,074	0,1708±0,034	0,1444±0,034	0,1278±0,032	mg/L	2
CN	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/L	10
Cr	0,0585±0,045	0,0111±0,034	0,7295±0,031	0,2757±0,024	mg/L	5
Cu	0,1046±0,025	0,1080±0,073	0,5009±0,047	0,5623±0,014	mg/L	2
Ni	0,2130±0,075	2,3197±0,041	0,3389±0,024	0,1653±0,019	mg/L	5
Zn	0,6816±0,044	0,1695±0,012	0,5742±0,058	1,4130±0,032	mg/L	10
Sn	0,5509±0,042	0,4327±0,035	0,2765±0,073	0,4569±0,052	mg/L	5
Ag	6,1166±0,027	3,1746±0,048	1,9442±0,047	3,0438±0,012	mg/L	5
Fe	2,1823±0,043	2,0742±0,067	5,6540±0,039	43,3029±0,025	mg/L	5
Al	2,9488±0,093	2,9002±0,017	9,6427±0,015	27,0318±0,016	mg/L	5

(n=3 analiz sayısı)



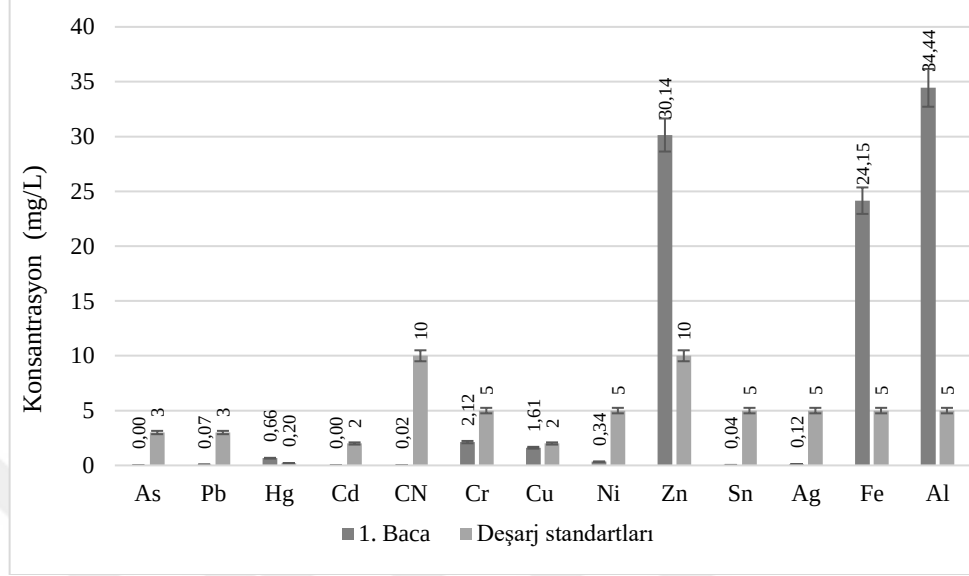
Şekil 4.17. 1. set tüm bacalardan alınan numunelerin HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

4.2.2. 2. set numuneler HM analiz verileri

Endüstriyel faaliyetlerin durup proses sularının deşarj edildiği, kazan, ekipman ve imalathane temizliğinin yapıldığı saat diliminde alınan 2. set numune kapsamında alınan birinci baca numunesine 13 adet HM analizi gerçekleştirilmiştir. Analizler kapsamında maddelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken Hg, Zn, Fe ve Al konsantrasyonları deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Analiz sonrası elde edilen Hg konsantrasyonu 0,6584 mg/L'dir. Bu değer deşarj standart değeri olan 0,2 mg/L'nin yaklaşık üç katıdır. Bunun yansısı Zn değeri 30,1397 mg/L olarak bulunmuştur ve deşarj standart değeri olan 10 mg/L'nin üstünde kalmaktadır. Fe konsantrasyon değeri 24,1491 mg/L olarak bulunmuş ve deşarj standart değeri olan 5 mg/L'nin üstünde kalmaktadır. Son olarak Al konsantrasyonu 34,4403 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değer 5 mg/L olan deşar standart değerinin çok üstünde kalmaktadır (Şekil 4.18)

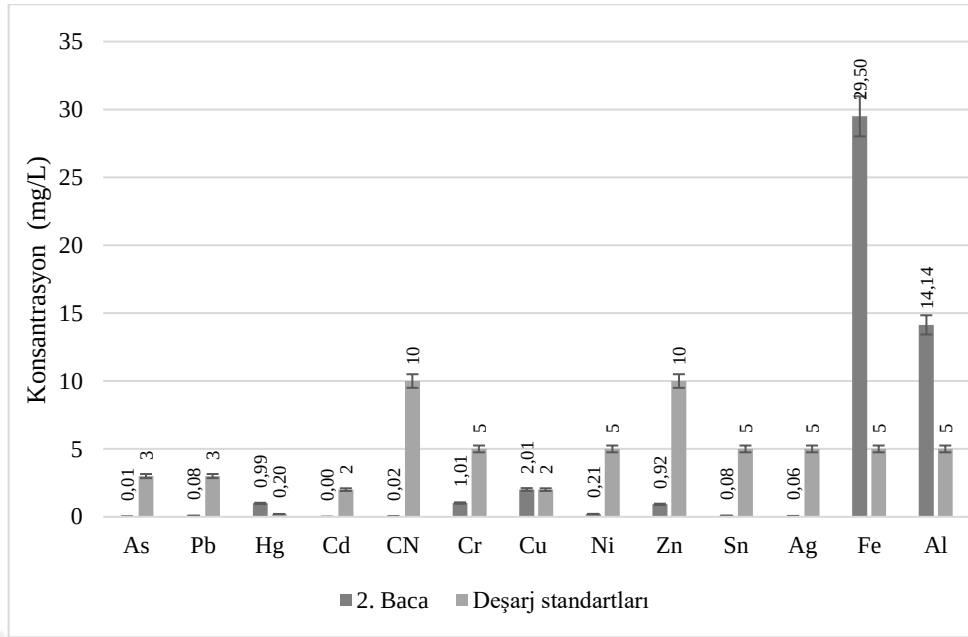
İtalya'da gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada beş adet AAT HM giderimi açısında izlenmiş ve arıtım verimi sırası ile $As < Cd = Cr = Zn < Pb < Hg < Ni = Al < Cu < Fe$ olarak tespit edilmiştir (Carletti ve ark., 2008). Bu durumda Zn gideriminin oldukça

düşük olduğu ve endüstriyel faaliyetler sonrasında yerinde giderilmesi gerektiği göstermektedir.



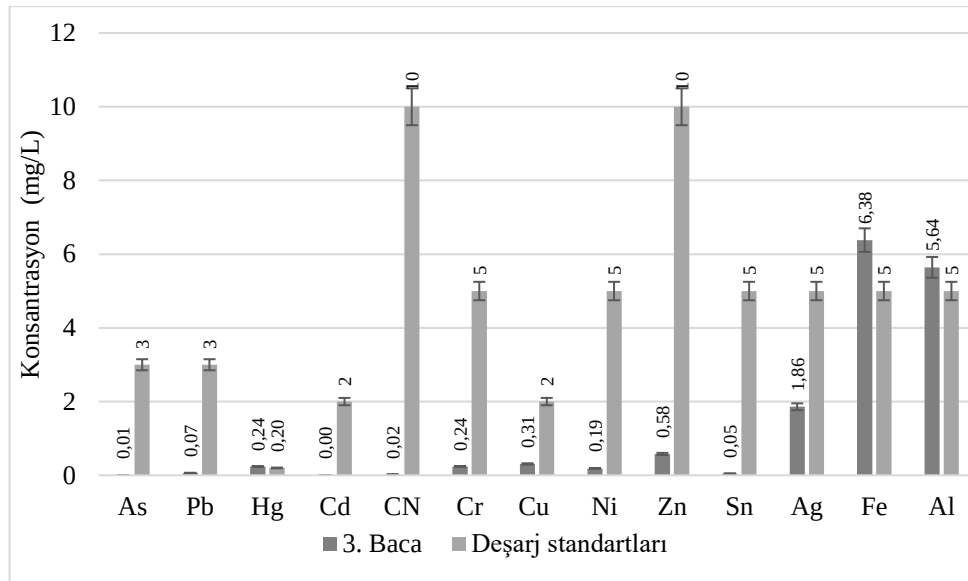
Şekil 4.18. 2. set birinci baca numunesi ağır metal analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

2.set numune kapsamında alınmış olan ikinci baca endüstriyel atıksu numunesine 13 adet HM analizi yapılmıştır. Analizler kapsamında maddelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken Hg, Cu, Fe ve Al konsantrasyonları deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Analiz sonrası elde edilen Hg konsantrasyonu 0,99 mg/L'dir. Bu değer deşarj standart değeri olan 0,2 mg/L'nin üzerinde kalmaktadır. Bunun yansıra Cu değeri 2,01 mg/L olarak bulunmuştur ve deşarj standart değeri olan 2 mg/L'nin üstünde kalmaktadır. Fe konsantrasyon değeri 29,5 mg/L olarak bulunmuş ve deşarj standart değeri olan 5 mg/L'nin üstünde kalmaktadır. Son olarak Al konsantrasyonu 14,14 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değer 5 mg/L olan deşarj standart değerinin üstünde kalmaktadır. (Şekil 4.19.).



Şekil 4.19. 2. set ikinci baca numunesi HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

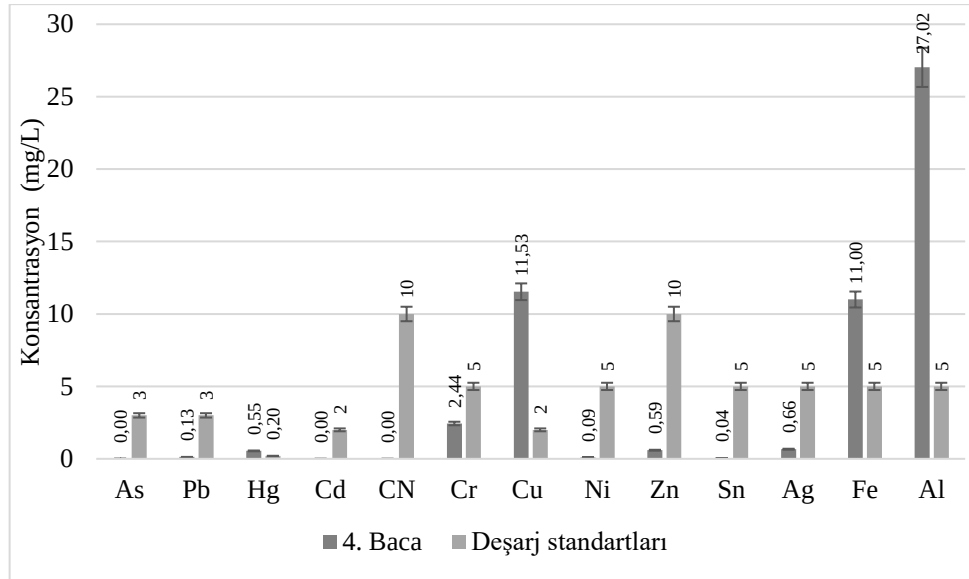
Üçüncü bacadan alınan endüstriyel atıksu numunesine 13 adet HM analizi gerçekleştirilmiştir. Üç HM deşarj standart değerlerinin üzerinde gözlemlenmiştir. Bunlar Hg, Fe ve Al konsantrasyonlarıdır. Analiz sonrası elde edilen Hg konsantrasyonu 0,24 mg/L'dir. Bu değer deşarj standart değeri olan 0,2 mg/L'nin üzerinde kalmaktadır. Bunun yansısı Fe konsantrasyon değeri 6,38 mg/L olarak bulunmuş ve deşarj standart değeri olan 5 mg/L'nin üstünde kalmaktadır. Son olarak Al konsantrasyonu 5,64 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değer 5 mg/L olan deşarj standart değerini sağlamamaktadır (Şekil 4.20.).



Şekil 4.20. 2. set üçüncü baca numunesi HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

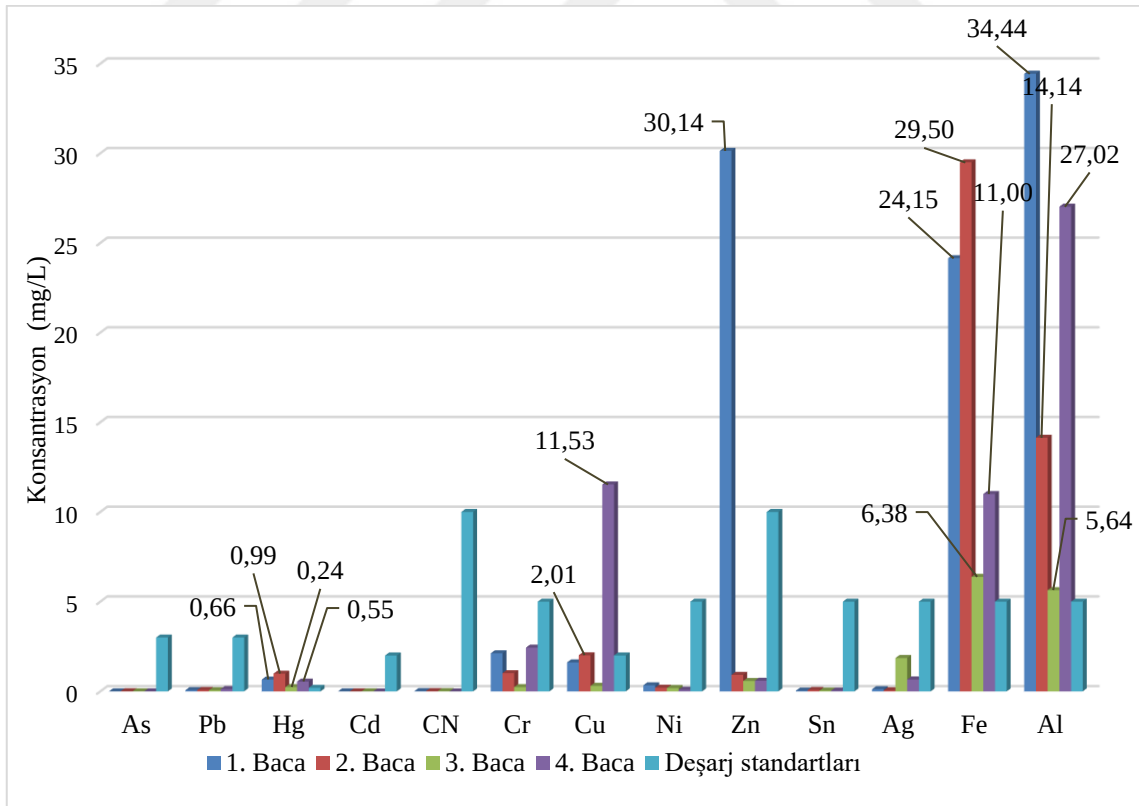
2. set numune kapsamında alınmış olan dördüncü baca endüstriyel atıksu numunesine 13 adet HM analizi yapılmıştır. Analizler kapsamında parametrelerin büyük çoğunluğu deşarj standart değerlerini sağlarken Hg, Cu, Fe ve Al konsantrasyonları deşarj standart değerlerini sağlamamaktadır. Analiz sonrası elde edilen Hg konsantrasyonu 0,55 mg/L'dir. Bu değer deşarj standart değeri olan 0,2 mg/L'nin üzerinde kalmaktadır. Bunun yansıra Cu değeri 11,53 mg/L olarak bulunmuştur ve deşarj standart değeri olan 2 mg/L'nin oldukça fazla üstünde kalmaktadır. Fe konsantrasyon değeri 11 mg/L olarak bulunmuş ve deşarj standart değeri olan 5 mg/L'nin üstünde kalmaktadır. Son olarak Al konsantrasyonu 27,02 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu değer 5 mg/L olan deşarj standart değerinin üstünde kalmaktadır (Şekil 4.21.).

Bursa'da gerçekleştirilen bir çalışmada AAT giriş artıksuyunda Cu konsantrasyonu 12–179 $\mu\text{g/L}$ olarak ölçülmüştür (Üstün, 2009). Büsan OSB endüstriyel atıksuyunda bu değer mg/L olarak ölçülmüş AAT için anlık ve aşırı yük oluşturabileceği tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada giderim veriminin 47–95% aralığında olduğu tespit edilmiş arıtılmadan alıcı ortama ulaşmasının mümkün olduğu görülmüş bu bağlamda AAT deşarj noktası olan Nilüfer çayında yapılan çalışmada Cu konsantrasyonu izlenmiş ve bu değer su kalitesini bozduğu gözlemlenmiştir (Üstün, 2009).



Şekil 4.21. 2. set dördüncü baca numunesi HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

2. set kapsamında dört adet bacadan alınan endüstriyel atıksu numunelerine uygulanan HM analizleri sonrası elde edilen tüm veriler detaylı bir şekilde Çizelge 4.8’ de verilmektedir. Numuneler arası kirletici muhtevası ve konsantrasyon kıyası şekil 4.22.’ de net şekilde görünmektedir.



Şekil 4.22. 2. set tüm bacalardan alınan numunelerin HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

Çizelge 4.8. 2. set tüm bacalardan alınan numunelerin HM analiz verileri ve deşarj standart konsantrasyonları

HM	1. baca	2. baca	3. baca	4. baca	Birim	Deşarj standartları
As	0,0049±0,0012	0,0127±0,0012	0,0061±0,0013	0,0035±0,0013	mg/L	3
Pb	0,07±0,01	0,0762±0,0023	0,0651±0,0022	0,1273±0,0014	mg/L	3
Hg	0,6584±0,0012	0,9858±0,0014	0,2383±0,0023	0,5467±0,0015	mg/L	0.2
Cd	0,003±0,0001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	mg/L	2
CN	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/L	10
Cr	2,1246±0,0112	1,0137±0,0536	0,2406±0,0012	2,4381±0,0563	mg/L	5
Cu	1,6126±0,0045	2,0131±0,0017	0,3096±0,0015	11,5346±0,0247	mg/L	2
Ni	0,3379±0,0121	0,2071±0,0226	0,1874±0,0014	0,0911±0,0021	mg/L	5
Zn	30,1397±0,0196	0,9192±0,0019	0,5796±0,0035	0,5943±0,0042	mg/L	10
Sn	0,0411±0,0083	0,0769±0,0031	0,0453±0,0047	0,0434±0,0052	mg/L	5
Ag	0,1224±0,0022	0,0618±0,0114	1,8599±0,0023	0,6634±0,0047	mg/L	5
Fe	24,1491±0,0014	29,4952±0,015	6,3822±0,0042	10,9982±0,0214	mg/L	5
Al	34,4403±0,0049	14,1357±0,011	5,6428±0,0073	27,0229±0,0245	mg/L	5

(n=3 analiz sayısı)

4.2.3. 3. set numuneler HM analiz verileri

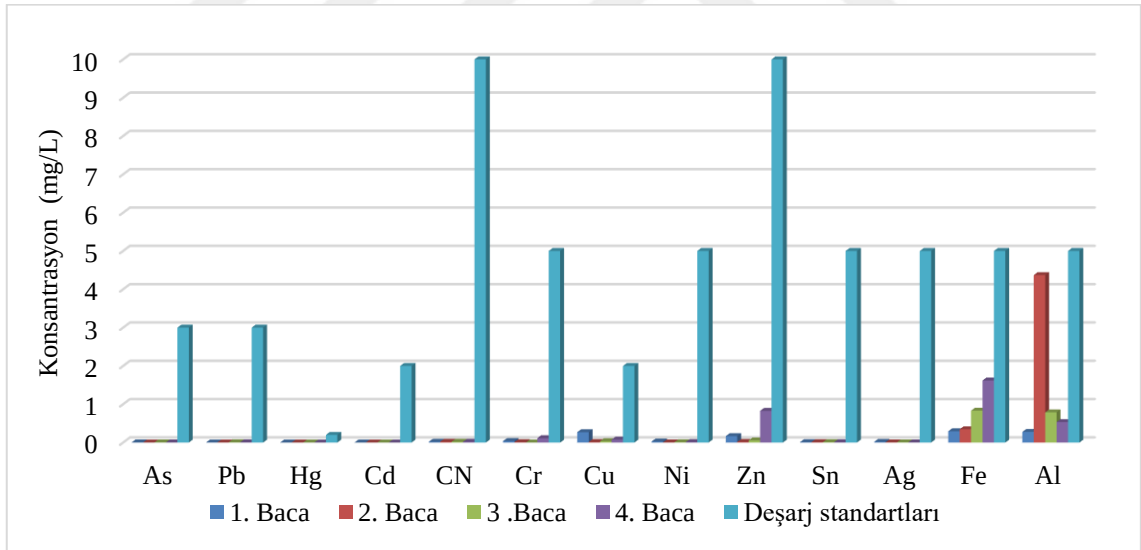
3. set numune alımı kapsamında toplamda 4 adet bacadan numune alınmıştır. Alınan atıksu numunesine 13 adet ağır HM gerçekleştirilmiştir. Analizler kapsamında tüm HM konsantrasyonları deşarj standart değerleri sağlamaktadır.

3. set kapsamında dört adet bacadan alınan endüstriyel atıksu numunelerine uygulanan HM analizleri sonrası elde edilen tüm veriler detaylı bir şekilde Çizelge 4.9.'da verilmektedir. Numuneler arası kirletici muhtevası ve konsantrasyon kıyası Şekil 4.23.' de net şekilde görünmektedir.

Çizelge 4.9. 3. set tüm bacalardan alınan numunelerin HM analiz verileri ve deşarj standart konsantrasyonları

HM	1. baca	2. baca	3. baca	4. baca	Birim	Deşarj standartları
As	0,0048±0,0004	0,0015±0,0002	0,0048±0,0003	0,0032±0,0006	mg/L	3
Pb	< 0,002	< 0,002	0,0071±0,0006	0,0066±0,0002	mg/L	3
Hg	0,0014±0,0002	< 0,0005	0,0006±0,0001	0,0017±0,0004	mg/L	0.2
Cd	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	mg/L	2
CN	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	mg/L	10
Cr	0,0377±0,0012	< 0,01	< 0,01	0,1128±0,0009	mg/L	5
Cu	0,2703±0,0006	0,0128±0,0011	0,0349±0,0026	0,0761±0,0041	mg/L	2
Ni	0,0263±0,0032	0,0036±0,0007	0,0081±0,0004	0,0138±0,0021	mg/L	5
Zn	0,1678±0,0023	0,0155±0,0025	0,0556±0,0012	0,8266±0,0014	mg/L	10
Sn	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	mg/L	5
Ag	0,0177±0,0025	< 0,005	< 0,005	0,0055±	mg/L	5
Fe	0,2946±0,0021	0,3467±0,0016	0,832±0,0015	1,6194±0,0021	mg/L	5
Al	0,2783±0,0015	4,3694±0,0085	0,7885±0,0052	0,5346±0,0017	mg/L	5

(n=3 analiz sayısı)



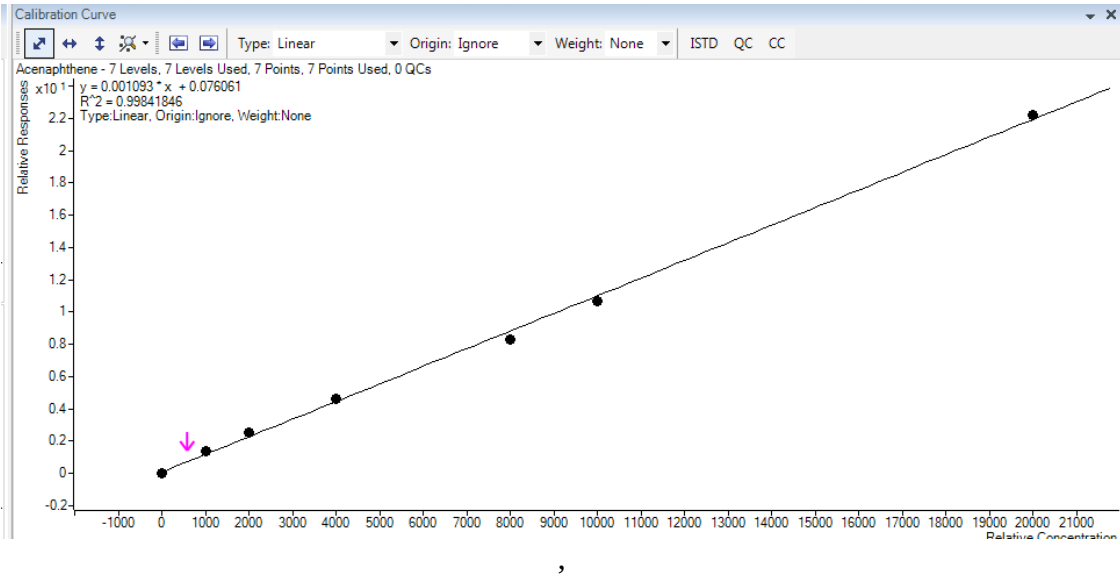
Şekil 4.23. 3. set tüm bacalardan alınan numunelerin HM analiz sonuçları ve deşarj standartları kıyaslaması

4.3. Mikrokirleticilerin Analiz Verileri

4.3.1. PAH analiz verileri

Tez kapsamında alınmış olan üç set numunenin tamamına PAH analizi gerçekleştirilmiştir. 1. ve 3. set numunelerinde herhangi bir PAH tespit edilemezken 2. set numunelerinde iki maddeye rastlanmıştır. Yapılmış olan PAH analizinde toplamda 16 adet organik kirleticiye bakılmıştır. Bu kirleticilerden acenaphthene ve fluorene sırası ile bir ve dört numaralı bacalardan alınan numunelerde tespit edilmiştir.

Acenaphthene kalibrasyonu için yedi noktalı kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.24.).



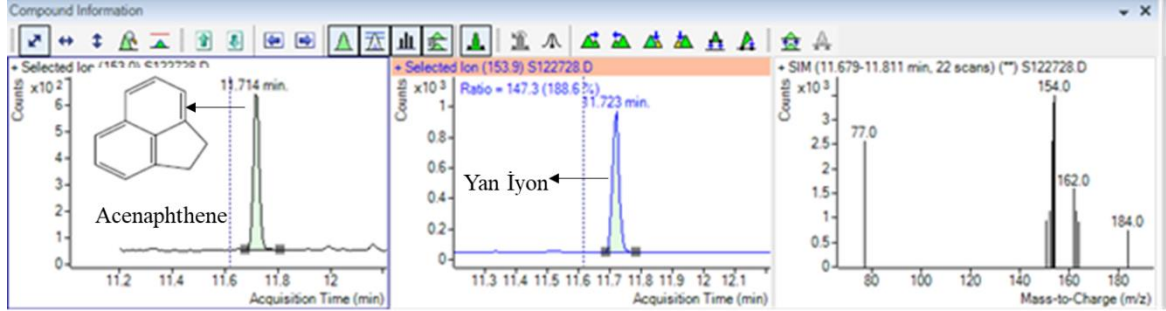
Şekil 4.24. Acenaphthene'nin yedi noktalı kalibrasyon grafiği

Kalibrasyon noktaları konsantrasyon değerleri Çizelge 4.10.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.10. Acenaphthene kalibrasyon noktaları konsantrasyon değerleri

Kalibrasyon nokta sayısı	Konsantrasyon
1. nokta	0,2 µg/L
2. nokta	0,5 µg/L
3. nokta	1,0 µg/L
4. nokta	2,0 µg/L
5. nokta	5,0 µg/L
6. nokta	8,0 µg/L
7. nokta	10,0 µg/L

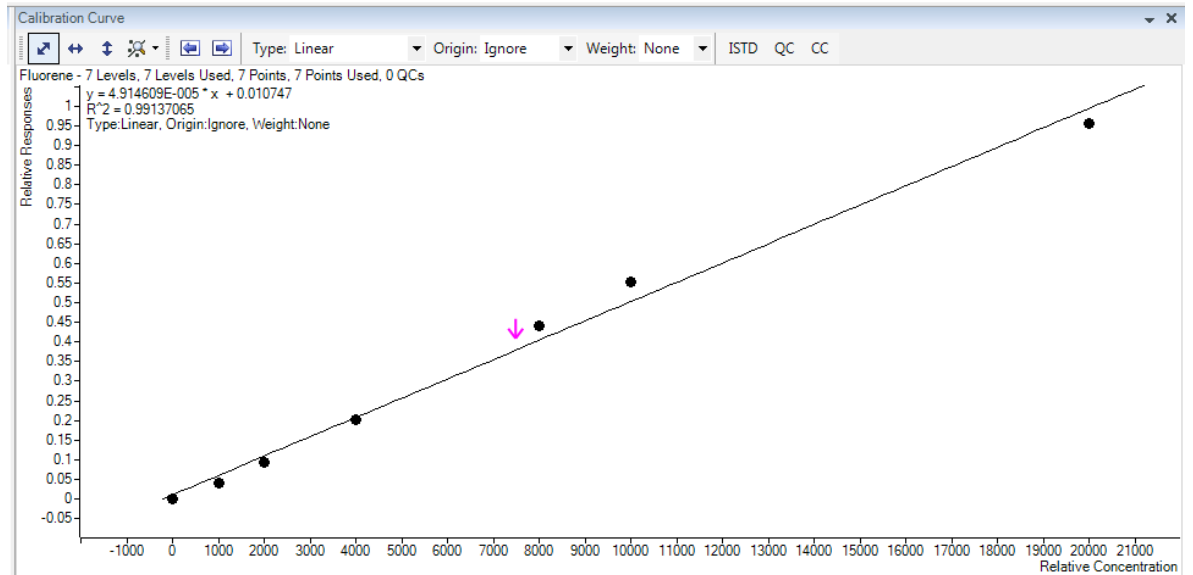
Acenaphthene numunede 1,15 µg/L olarak tespit edilmiştir. Alıkonma süresi (tR) 11.714'de madde piki görülmüştür. Acenaphthene piki, acenaphthene ait yan iyon piki ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.25.'de göstermektedir.



Şekil 4.25. Acenaphthene piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

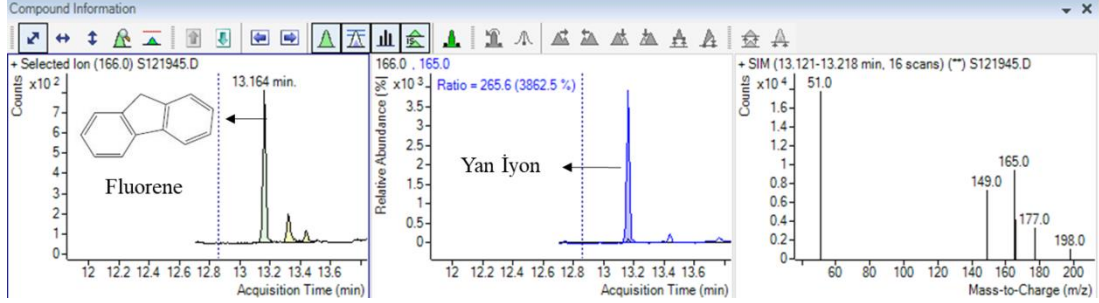
Gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada evsel atıksu da acenaphthene iki ayrı numunede de tespit edilemezken (Sánchez-Avila ve ark., 2009), tez kapsamında endüstriyel atıksuda bu değer 1,15 µg/L olarak bulunuştur. Bu durum endüstriyel atıksuyun çok daha fazla çeşitli organik kirletici ihtiva ettiğini göstermektedir.

Fluorene kalibrasyonunu için yedi noktalı kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.26.). Kalibrasyon noktaları konsantrasyon değerleri acenaphthene ait kalibrasyon değerleriyle aynıdır ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.10.'da verilmiştir.



Şekil 4.26. Fluorene'nin yedi noktalı kalibrasyon grafiği

Fluorene numunede 14,96 µg/L olarak tespit edilmiştir. tR 13.164'de madde piki görülmüştür. Fluorene piki, fluorene'e ait yan iyon piki ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.27.'de göstermektedir



Şekil 4.27. Fluorene piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

İspanya'da gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada evsel atıksuda Fluorene konsantrasyonu ortalama 0,21 µg /L aralığında tespit edilmiştir (Sánchez-Avila ve ark., 2009). Tez kapsamında endüstriyel atıksuda bu değer 14,96 µg/L µg /L olarak bulunmuştur. Bu durum endüstriyel atıksuyun çok daha yüksek Fluorene ihtiva edebileceğini göstermektedir.

Daha önce rapor edilmiş çalışmalarda ΣPAH'lar endüstriyel atıksularda 1,21 ila 94,9 µg/L, evsel ve endüstriyel karışık atıksularda 2,69 ila 26,4 µg/L, evsel atıksularda 1,99 ila 2,51 µg/L ve AAT girişinde 14,3 µg/L arasında olduğu görülmüştür (Sánchez-Avila ve ark., 2009). Bu durum endüstriyel atıksuyun PAH konsantrasyonu bakımından çok daha kirli olduğunu göstermektedir.

Pariste gerçekleştirilmiş bir çalışmada AAT girişinde ΣPAH konsantrasyonu 0,2 ila 5,2 µg/L aralığında değişirken (Blanchard ve ark., 2004), İtalya'da gerçekleştirilen bir başka çalışmada bu değer 3,56 ila 4,62 µg/L aralığında rapor edilmiştir (Busetti ve ark., 2006). Tez kapsamında 4.baca numunesinde tespit edilmiş ΣPAH değeri bu değerleri aşmakta endüstriyel atıksuyun daha kirli olabileceğini göstermektedir.

2019 yılında gerçekleştirilmiş olan 'Atıksu Arıtma Tesislerinde Mikrokirleticilerin İzlenmesi ve Kontrolü' adlı Tübitak 1001 projesinde Konya AAT'de PAH grubundan incelenen 8 MK, Naftalin ve Antrasen hariç olmak üzere en düşük giderimin elde edildiği grup olarak tespit edilmiştir. Konya AAT'de Naftalin %91,5 verimle giderilirken, Antrasen %66,1 verimle giderildiği görülmüştür. Naftalin gideriminde adsorpsiyon yanında uçuculuk özelliğinden dolayı havalandırma havuzlarında kısmen sıyrılarak da uzaklaşabildiği tespit edilmiştir. Diğer PAH grubu

MK'leri olan Benzo[b] fluoranten, Benzo[k] fluoranten, Benzo(a) piren, Indeno[1,2,3-cd] piren ve Fluoranten'de <%40 verim elde edildiği gözlemlenmiştir. Benzo [g,h,i] perilen'de ise negatif verim (-%3,4) elde edilerek AAT çıkışındaki konsantrasyonu arttığı tespit edilmiştir. Çıkış sularında çok düşük konsantrasyon değerlerinde bulunmalarına rağmen çoğu PAH bileşiği hala yüzey suları kapsamında kendileri için belirlenmiş yıllık ortalama Avrupa Çevre Kalite Standartlarının üzerinde görülmüştür. Bu nedenle, PAH'lar; çıkış sularının düşük seviyelerde seyreltiği durumlarda çevre için risk oluşturabildiği düşünülmüştür (Kara ve ark., 2019). AAT deşarjlarının yapıldığı yerlere yakın olan göllerde, PAH'lardan kaynaklı sediment kirliliği de rapor edilmiştir (Poté vd., 2008). Düşük giderim verimi sebebi ile AAT'ye ulaşan PAH kastrasyonunun kontrol altına alınması gerektiği düşünülmektedir.

Yapılmış olan PAH analizinde toplamda 16 adet organik kirleticiye bakılmış olup tez kapsamında incelen bu maddeler ve konsantrasyon değerleri Çizelge 4.11.'de detaylı şekilde verilmektedir.

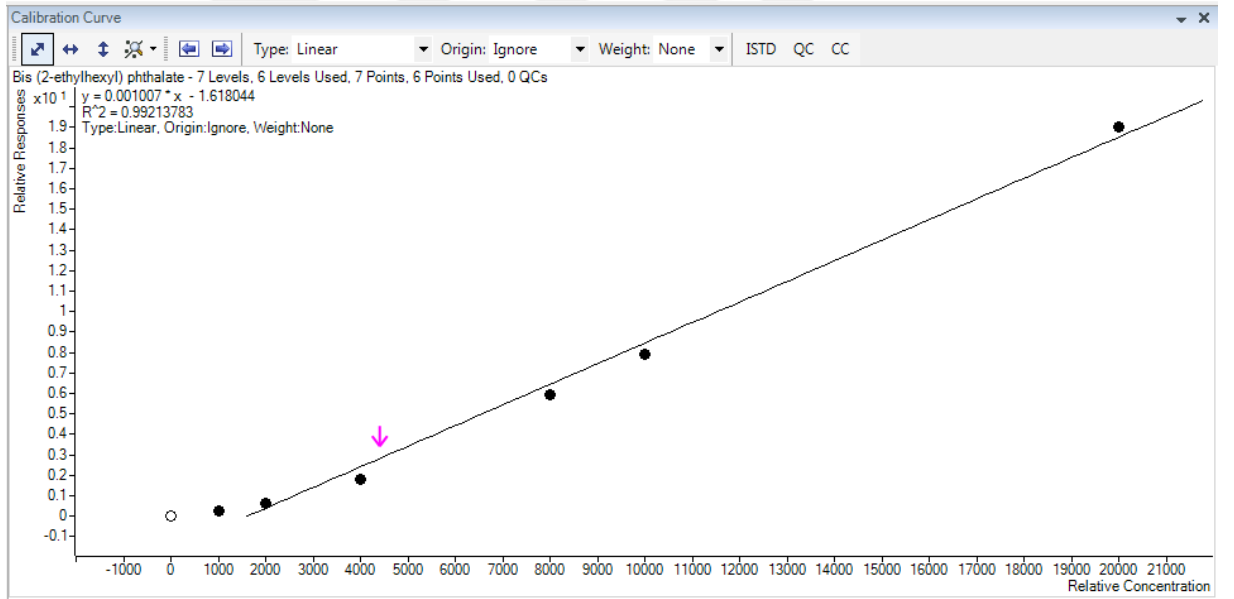
Çizelge 4.11. 2. set tüm bacalardan alınan numunelerin PAH analiz verileri

	Parametreler	1.Baca	2.Baca	3.Baca	4.Baca	Birim
1	Polisiklik Aromati					
	Hidrokarbonlar (PAH)	1,15	-	-	14,96	µg/L
2	Acenaphthene	1,15	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
3	Acenaphthylene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
4	Anthracene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
5	Benzo (a) Pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
6	Benzo (b) Fluoranthene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
7	Benzo (g,h,i) Perylene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
8	Benzo (k) Fluoranthene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
9	Benzo (a) Anthracene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
10	Dibenzo (A,H) Anthracene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
11	Chrysene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
12	Fluoranthene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
13	Fluorene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	14,96	µg/L
14	Indeno (1,2,3-c,d) Pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
15	Phenanthrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
16	Naphthalene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
17	Pyrene	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L

4.3.2. PAE'ler ve plastikleştiriciler analiz verileri

Tez kapsamında alınmış olan üç set numunenin tamamına PAE'ler ve plastikleştiriciler analizi gerçekleştirilmiştir. 1. ve 3. set numunelerinde herhangi bir PAE ve plastikleştirici tespit edilemezken 2. set numunelerinde iki maddeye rastlanmıştır. Yapılmış olan PAE'ler ve plastikleştiriciler analizinde toplamda 6 adet organik kirleticiye bakılmıştır. Bu kirleticilerden Di (2-Ethylhexyl) Phthalate (DEHP) ve Di-N-Octylphthalate (DnOP) tüm numunelerde yüksek miktarlarda tespit edilmiştir.

DEHP kalibrasyonu için altı noktalı kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur. Birinci bacadan alınan numunede mevcut olan DEHP konsantrasyonunun kalibrasyon grafiğindeki yeri ok ile gösterilmiştir (Şekil 4.28.).



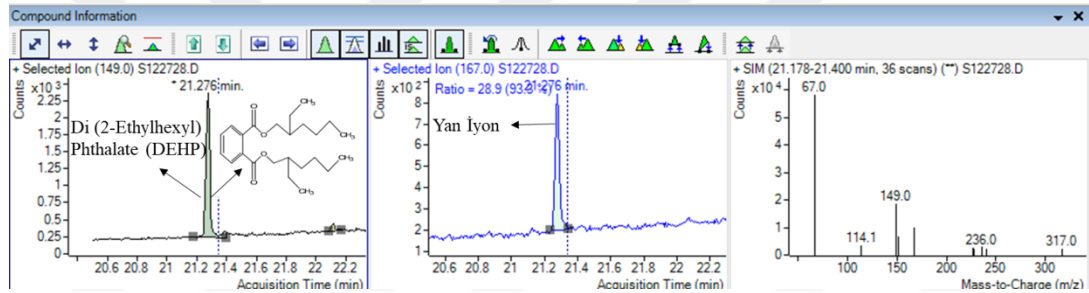
Şekil 4.28. DEHP'in yedi noktalı kalibrasyon grafiği

Kalibrasyon noktaları konsantrasyon değerleri Çizelge 4.12.'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.12. DEHP kalibrasyon noktaları konsantrasyon değerleri

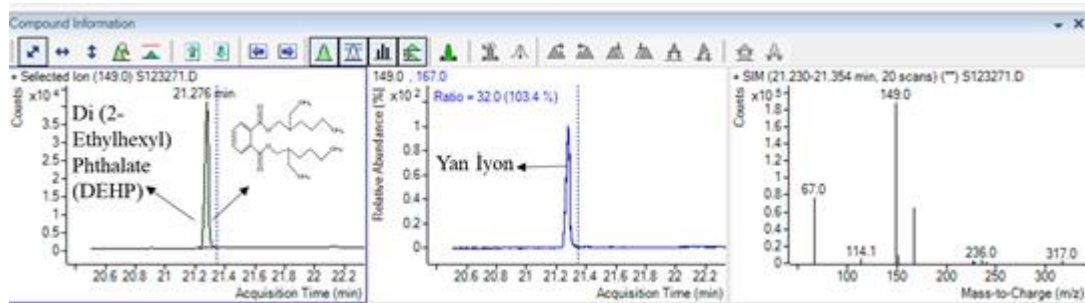
Kalibrasyon nokta sayısı	Konsantrasyon
1. nokta	0,5 µg/L
2. nokta	1,0 µg/L
3. nokta	2,0 µg/L
4. nokta	5,0 µg/L
5. nokta	8,0 µg/L
6. nokta	10,0 µg/L

DEHP birinci numunede 3,52 µg/L olarak tespit edilmiştir. tR 21.276'da madde piki görülmüştür. DEHP piki, DEHP'e ait yan iyon piki ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.29.'da göstermektedir.



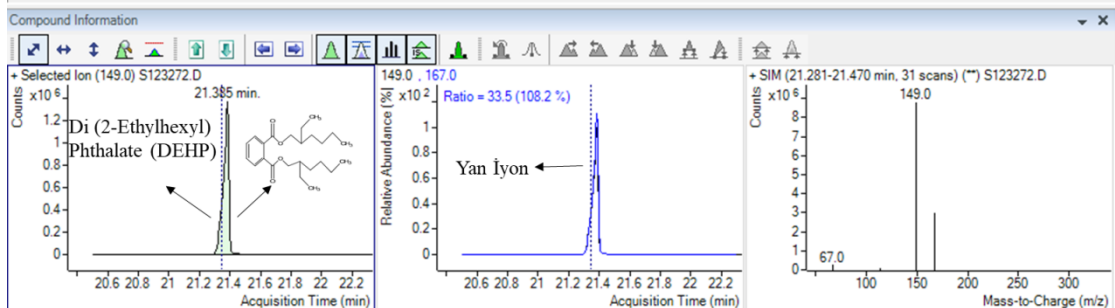
Şekil 4.29. 2. set birinci baca DEHP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

DEHP ikinci numunede 108,3 µg/L olarak tespit edilmiştir. tR 21.276'da madde piki görülmüştür. DEHP piki, DEHP'e ait yan iyon piki ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.30.'da göstermektedir.



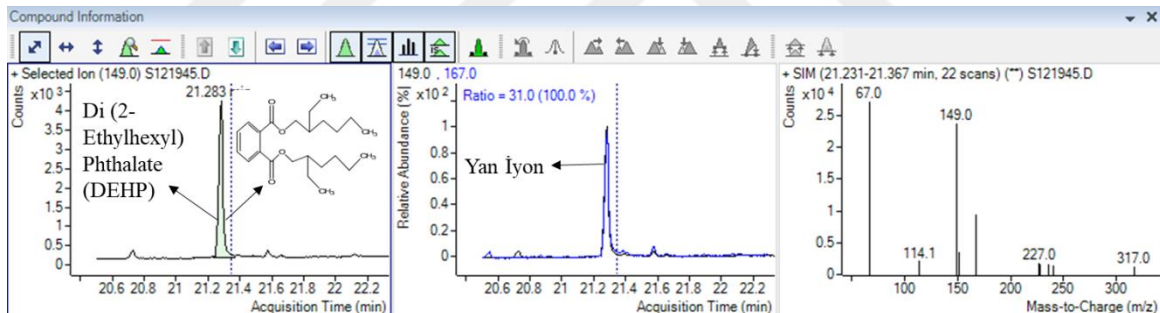
Şekil 4.30. 2. Set ikinci baca DEHP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

DEHP üçüncü numunede 1906,2 µg/L olarak tespit edilmiştir. tR 21.385'de madde piki görülmüştür. DEHP piki, DEHP'e ait yan iyon piki ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.31.'de göstermektedir.



Şekil 4.31. 2. set üçüncü baca DEHP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

DEHP dördüncü numunede 8,8 µg/L olarak tespit edilmiştir. tR 21.385'de madde piki görülmüştür. DEHP piki, DEHP'e ait yan iyon piki ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.32.'de göstermektedir.



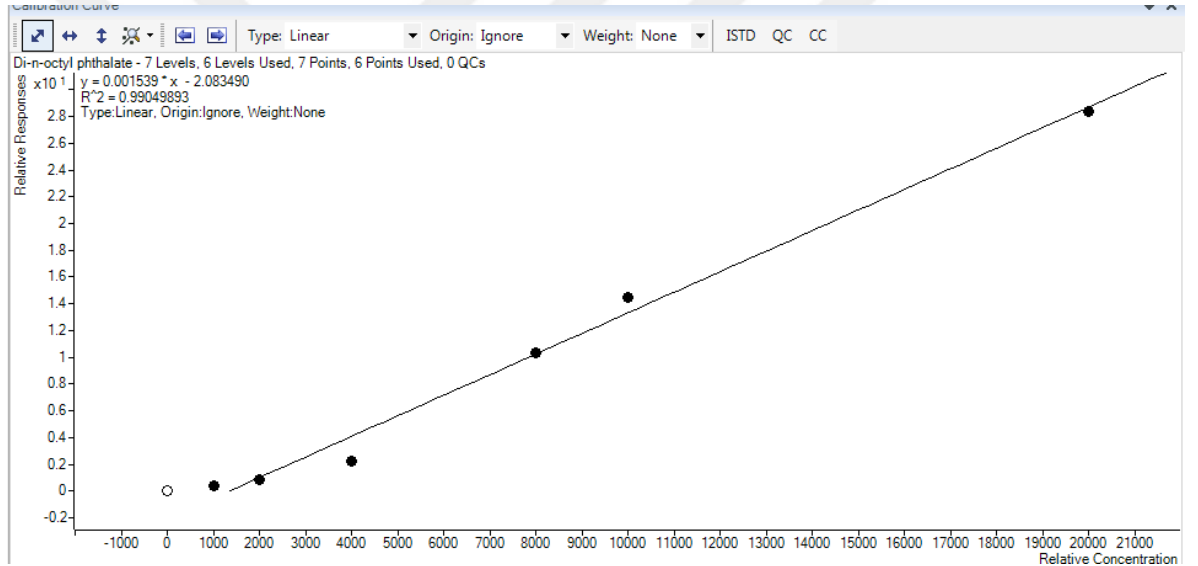
Şekil 4.32. 2. set dördüncü baca DEHP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

İspanya'da gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada evsel atıksu da DEHP konsantrasyonu 19,5 ile 20,2 µg /L aralığında tespit edilmiştir. Tez kapsamında endüstriyel atıksuda bu değer 3,52 ile 1906,2 µg /L olarak bulunmuştur. Bu durum endüstriyel atıksuyun çok daha yüksek DEHP ihtiva edebileceğini göstermektedir.

2019 yılında gerçekleştirilmiş olan 'Atıksu Arıtma Tesislerinde Mikrokirleticilerin İzlenmesi ve Kontrolü' adlı Tübitak 1001 projesinde PAE grubundan DEHP, BBP ve DnOP'a kıyas ile Konya AAT, Ereğli AAT ve Zincirlikuyu AAT'de en yüksek seviyelerde olduğu bulunmuştur. DEHP'den sonra DnOP yüksek konsantrasyonda her üç tesiste de gözlemlenmiştir. DEHP konsantrasyonu Konya AAT'de 13620,2 ng/L, Ereğli AAT'de 5558,6 ng/L ve Zincirlikuyu AAT'de 3045,8

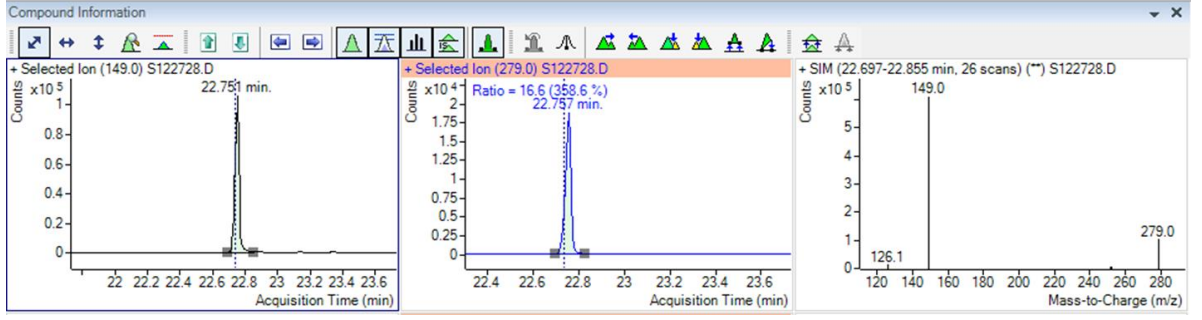
ng/L olarak tespit edilmiştir (Kara ve ark., 2019). DEHP için üç farklı büyüklükteki yerleşim yerinde önemli miktarda farklılığın sebebini endüstriyel faaliyetin yoğunluğu ile ilişkilendirebilmek mümkündür. DnOP konsantrasyonu Konya AAT'de 414,6 ng/L, Ereğli AAT'de 260,9 ng/L ve Zincirlikuyu AAT'de 100,9 ng/L olarak tespit edilmiştir. Konya AAT'de incelenen BBP, DEHP ve DnOP'da en yüksek giderim verimi %89,3 ile DEHP de gerçekleşirken, DnOP %64,4 verimle giderilmiştir. BBP giderim verimi ise %34,1 olarak tespit edilmiştir. (Kara ve ark., 2019). DnOP içinde, DEHP de olduğu gibi önemli miktarda farklılığın sebebini endüstriyel faaliyetin yoğunluğu ile ilişkilendirebilmek mümkündür.

PAE'ler ve plastikleştiriciler analizinde tespit edilen bir başka madde DnOP için altı noktalı kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.33).



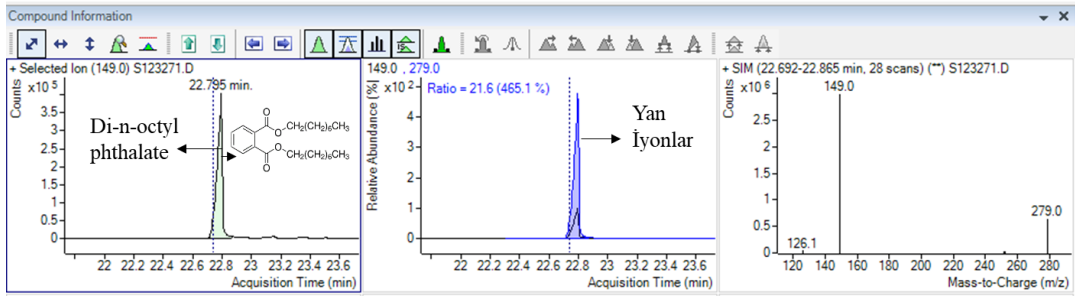
Şekil 4.33. DnOP'in altı noktalı kalibrasyon grafiği

DnOP birinci numunede 196 µg/L olarak tespit edilmiştir. tR 22.751'de madde piki görülmüştür. DnOP piki, DnOP'e ait yan iyon piki ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.34.'de göstermektedir.



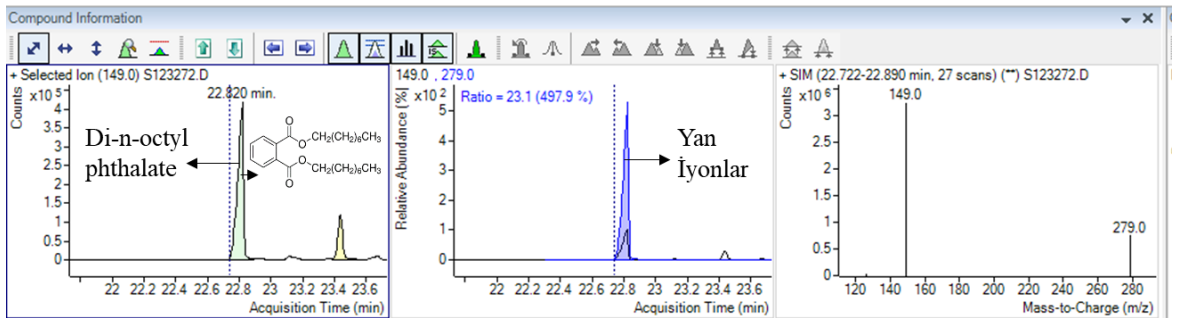
Şekil 4.34. 2. set birinci baca DnOP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

DnOP ikinci numunede 1460,4 $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. tR 22.785'de madde piki görülmüştür. DnOP piki, DnOP'e ait yan iyon pikleri ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.35.'de göstermektedir.



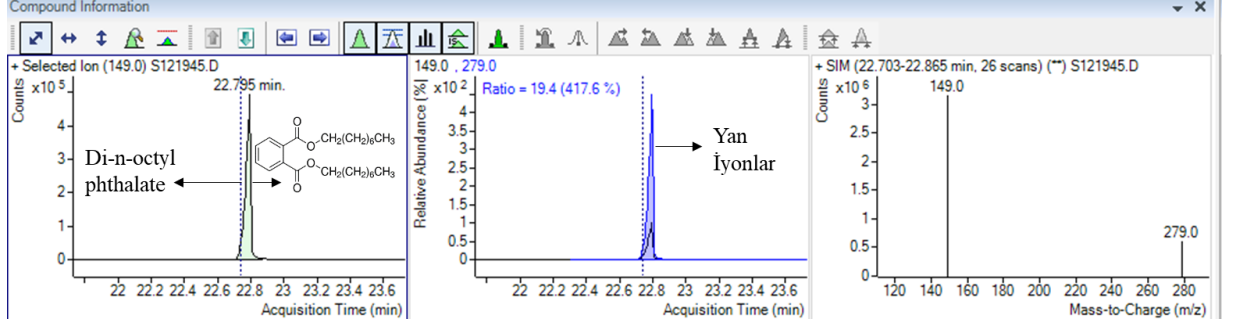
Şekil 4.35. 2. set ikinci baca DEHP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

DnOP üçüncü numunede 2865,3 $\mu\text{g/L}$ olarak tespit edilmiştir. tR 22.820'de madde piki görülmüştür. DnOP piki, DnOP'e ait yan iyon pikleri ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.36.'de göstermektedir.



Şekil 4.36. 2. Set üçüncü baca DnOP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

DnOP dördüncü numunede 355,5 µg/L olarak tespit edilmiştir. tR 22.795'de madde piki görülmüştür. DnOP piki, DnOP'e ait yan iyon pikleri ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.37.'de göstermektedir.



Şekil 4.37. 2. set dördüncü baca DEHP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

İspanya'da gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada endüstriyel atıksuda Σ PAE konsantrasyonu 31,1-109 µg/L aralığında tespit edilmiştir. Bunun yansira evsel atıksu numunesinde bu değer 39-531 µg/L olarak rapor edilmiştir (Sánchez-Avila ve ark., 2009). Literatür ile kıyaslandığı durumda tez kapsamında endüstriyel atıksuda bulunan Σ PAE oldukça yüksektir. AAT'de yeterince arıtılmadığı durumlarda “çevresel östrojen” olarak PAE'ler, üreme ve epigenetik toksisiteye, potansiyel endokrin etkileşimine ve insülin direncine oluşturma özelliğine (Paluselli ve ark., 2018) ve bu durum bunların obezite, hipertansiyon, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok kronik hastalığın ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir (Milošević ve ark., 2020).

Yapılmış olan PAE'ler ve plastikleştiriciler analizinde toplamda 6 adet organik kirleticiye bakılmış olup tez kapsamında incelen bu maddeler ve konsantrasyon değerleri çizelge 4.13.'de detaylı şekilde verilmektedir.

Çizelge 4.13. 2. set tüm bacalardan alınan numunelerin PAE'ler ve plastikleştiriciler analiz verileri

Parametreler	1.	2. Baca	3. Baca	4. Baca	Birim
	Baca				
1 Ftalat Esterlerinin Tayini	199	1568,7	4771,5	364,2	µg/L
2 Di (2-Ethylhexyl) Phthalate (DEHP)	3,52	108,3	1906,2	8,8	µg/L
3 Diethylphthalate	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
4 Dimethylphthalate	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
5 Butylbenzylphthalate	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
6 Di-N-Butylphthalate	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
7 Di-N-Octylphthalate	196	1460,4	2865,3	355,5	µg/L

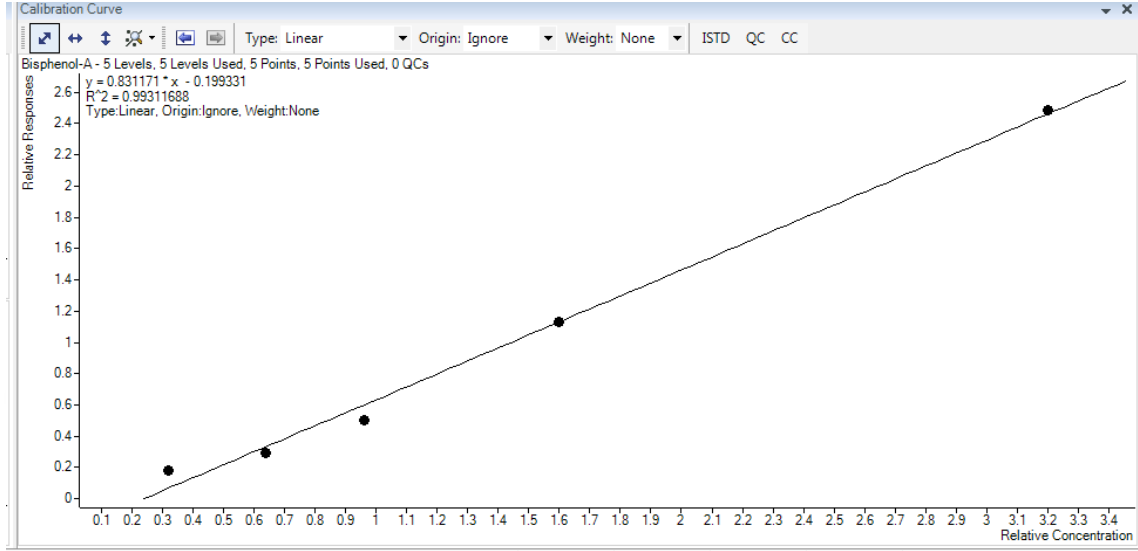
4.3.3. AP'ler ve BPA analiz verileri

Tez kapsamında alınmış olan üç set numunenin tamamına AP'ler ve BPA analizi gerçekleştirilmiştir. 1. ve 3. set numunelerinde herhangi bir AP'ler ve BPA tespit edilemezken 2. set numunelerinde bir maddeye rastlanmıştır. Yapılmış olan AP'ler ve BPA analizinde toplamda 4 adet organik kirleticiye bakılmıştır.

2019 yılında gerçekleştirilmiş olan 'Atıksu Arıtma Tesislerinde Mikrokirleticilerin İzlenmesi ve Kontrolü' adlı Tübitak 1001 projesinde AP grubundan Oktil fenol konsantrasyonu Konya AAT'de 617,7 ng/L, Ereğli AAT'de 283,0 ng/L ve Zincirlikuyu AAT'de 54,2 ng/L olarak tespit edilmiştir. Nonil fenol konsantrasyonu ise Konya AAT'de 6061,0 ng/L, Ereğli AAT'de 283,0 ng/L ve Zincirlikuyu AAT'de 54,2 ng/L olarak tespit edilmiştir (Kara ve ark., 2019). AAT girişlerinde bu maddelerin tespit edilmesine rağmen endüstriyel atıksuda tespit edilememesinin sebebi olarak anlık numune alımı ya da numune alım noktası olduğu düşünülmektedir.

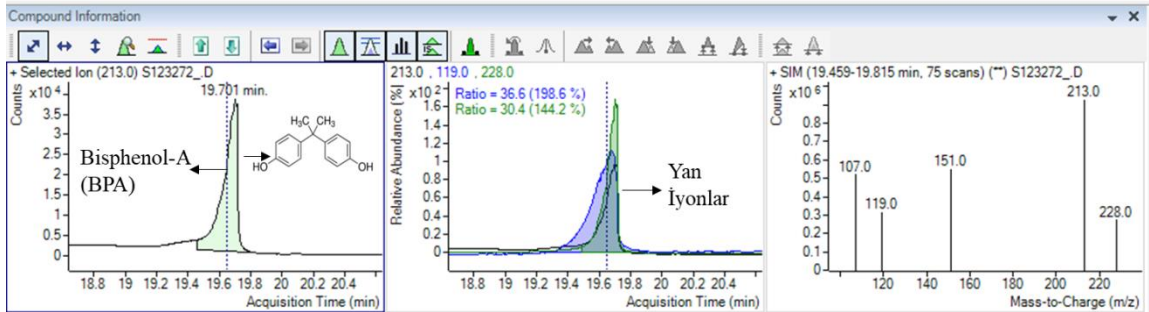
İspanya'da yapılmış olan bir çalışmada dört ayrı endüstriyel bölgede atıksu analizi gerçekleştirilmiş ve ΣAP değerinin 220 ila 1025 µg/L aralığında olduğu tespit edilmiştir. Buna karşılık evsel ve endüstriyel atığın birleştiği durumlarda altı farklı atıksu numunesinde ΣAP konsantrasyonunun 32,8 ila 748 µg/L aralığında olduğu rapor edilmiştir. Çalışmanın devamında evsel kaynaklı olan iki adet atıksu numunesinde ΣAP değeri 29,3 ila 207 µg/L aralığında olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışma endüstriyel atıksuyun evsel atıksuya göre çok daha yüksek konsantrasyonda ΣAP içerdiğini göstermektedir (Sánchez-Avila ve ark., 2009).

Tez kapsamında 2. Set üç numaralı bacadan alınan numunede yüksek miktarlarda BPA tespit edilmiştir. BPA kalibrasyonu için beş noktalı kalibrasyon grafiği oluşturulmuştur (Şekil 4.38.).



Şekil 4.38. BPA için bes noktalı kalibrasyon grafiği

BPA üçüncü numunede 12989 µg/L olarak tespit edilmiştir. tR 19.701'de madde piki görülmüştür. BPA piki, BPA'ye ait yan iyon pikleri ve kütle/yük (m/z) değerlerini Şekil 4.39.'de göstermektedir.



Şekil 4.39. N=2 üçüncü baca DnOP piki, yan iyon piki ve kütle/yük grafiği

Literatürün incelenmesi durumunda endüstriyel atıksuda BPA 1,92 ila 11,1 µg /L aralığında ölçülmüş evsel atıksuda ise bu değer 2,26 ila 5,37 µg/L aralığında olduğu görülmüştür (Sánchez-Avila ve ark., 2009). Benzer şekilde Catalanian AAT'de evsel ve endüstriyel atıksu karışık olarak gelmektedir ve tesisin girişinde BPA değeri 0,07 ila 14,1 µg/L aralığında bulunmuştur (Céspedes ve ark., 2005). Bunun yanısıra bu değer Danimarka'da 0,07 ila 35,4 µg/L seviyelerinde rapor edilmiştir (Fauser ve ark., 2003).

Yapılan diğer çalışmalarda Paris'teki kanalizasyon değerleri 0,18 ila 188 µg/L arasında (Gasperi ve ark., 2008) ve Finlandiya'da 1 ila 122 µg/L arasında olduğu (Marttinen ve ark., 2003) rapor edilmiştir. Literatür ile kıyaslandığı durumda Büsan OSB atık suyunun çok yüksek konsantrasyonda BPA içerdiği söylemek mümkündür.

BPA büyük bir endişe kaynağıdır. Epoksi reçinelerin ve polikarbonat plastiklerin sentezinde yoğun olarak monomer olarak kullanılır (Basheer ve ark., 2004). BPA içeren polimerler genellikle beton ve çelik tank ve boruların kaplanması için kullanılır. BPA'nın östrojenik aktivitesi onlarca yıl önce fark edilmişti. Bir çalışma, farelerde düşük dozda BPA'ya maruz kalmanın kadınlarda erken ergenliğe yol açabileceğini göstermiştir (KL, 1999). BPA, metabolik aktivasyon sonrasında DNA'ya bağlanma kapasitesine sahiptir ve düşük konsantrasyonlarda östrojenik aktiviteye sahiptir (Marwick, 1999). BPA'ya maruz kalma, sinaptik anormalliklerde artışa neden olmaktadır (Hunt ve ark., 2003). BPA ayrıca hücre bölünmesi mekanizmasına doğrudan müdahale edebilir (George ve ark., 2008). BPA'ya maruz kalma sonucu kanser dahil çeşitli hastalıklar ortaya çıkabilir (Suárez ve ark., 2000).

Yapılmış olan AP'ler ve BPA analizinde toplamda 4 adet organik kirleticiye bakılmış olup tez kapsamında incelen bu maddeler ve konsantrasyon değerleri Çizelge 4.14.'de detaylı şekilde verilmektedir.

Çizelge 4.14. 2. set tüm bacalar için AP'ler ve BPA'nın analiz verileri

	Parametreler	1. Baca	2. Baca	3. Baca	4. Baca	Birim
1	Octylphenol	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
2	Bisphenol-A (BPA)	<LOQ	<LOQ	12989	<LOQ	µg/L
3	Nonylphenol	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
4	4-Nonylphenol	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	µg/L
	Ethoxylate					

4.4. Daphnia Magna Toksisite Testi Verileri

Daphnia magna akut toksisite testi verileri toksikolojik değerlendirme yapabilmek adına farklı yaklaşımlar ile incelenir. Bu yaklaşımlar 'Toksik birim' değeri, '%' inhibisyon oranlarına veya toksisite testlerinden hesaplanan EC50 rakamlarına göre oluşturulur. Toksik birimlerin belirlenmesi, elde edilen sonuçları değerlendirmek için

kullanılır. 'TU' sembolü toksik birim değeri anlamına gelir. EC50 bazlı toksik birim hesaplamasında Denklem (4.1.) kullanılmıştır.

$$TU = (1/EC50) \times 100 \quad (4.1.)$$

Persoone ve Janssen (1997) çalışmalarında toksisite seviyeleri için aşağıdaki sınıflandırmayı kullanmışlardır (Persoone ve Janssen, 1997) : Toksik birim TU=0 ise numune toksik değildir, $0 < TU < 1$ ise numune hafif toksiktir, $1 < TU < 10$ toksiktir, $11 < TU < 100$ ise numune yüksek toksiktir ve $TU > 100$ ise numune aşırı yüksek derecede toksiktir. (Çizelge 4.15.)

Çizelge 4.15. “Toksik birim” değerlerine dayalı akut toksisite sınıflandırması (Atmaca, 2021, Tongur ve Atmaca, 2023)

Akut Toksisite Sınıfları	Toksisite Aralığı	Toksikolojik Değerlendirmesi
Grup 1	Toksik etki yok	Toksik değil
Grup 2	<1	Hafif toksik
Grup 3	1–10	Toksik
Grup 4	10–100	Yüksek toksik
Grup 5	>100	Aşırı yüksek toksik

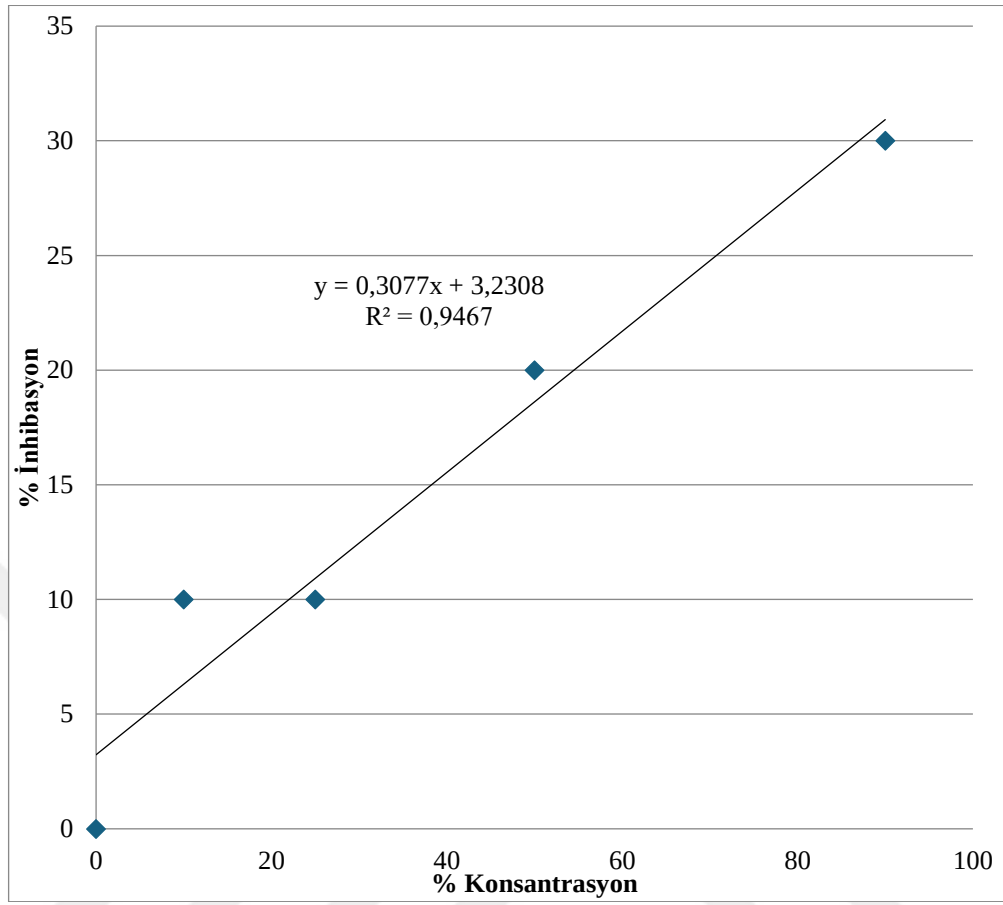
Bir diğer toksikolojik sınıflandırma olan '%' inhibisyon oranlarına göre numune sınıflandırması şu şekildedir: inhibisyon oranı %0–10 arasındaysa toksik değildir, %11–49 arasındaysa hafif toksiktir ve %50–100 arasındaysa akut toksiktir (Çizelge 4.16.). Zamanla inhibisyon oranındaki artış, artan toksisitenin bir göstergesidir.

Çizelge 4.16. “% İnhibisyon” oranlarına göre akut toksisite sınıflandırması (Atmaca, 2021)

Akut Toksisite Sınıfları	İnhibasyon Oranı (%)	Toksikolojik Değerlendirmesi
Grup 1	%0-10	Toksik değil
Grup 2	%11-49	Hafif toksik
Grup 3	%50-100	Akut toksik

Bu çalışma, Daphnia magna akut toksisite testindeki toksik birim değerlerini tanımlamak için hem EC50 değerleri hemde '%' inhibisyon değeri kullanılmıştır.

EC50 değeri % inhibisyon değerleri % konsantrasyon değerleri kullanılarak oluşturulan grafiğin denklemi kullanılarak hesaplanmıştır.



Şekil 4.40. Set 2 üçüncü baca EC50 denklemleri için oluşturulan % inhibasyon-%konsantrasyon grafiği

Elde edilen denklemde %50 inhibasyon kabul edilerek EC50 değeri 151,99 olarak bulunmuştur. Bu değer Denklem 4.1’de yerine yazıldığında TU değeri 0,6579 olarak bulunmuştur. $0 < TU < 1$ aralığında kalan bu değer EC50 sınıflandırmasına göre numune hafif toksiktir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

Endüstriyel ve kentsel atıksularda deşarjlar sonrası AAT' lerde uygun şekilde arıtılmadığı takdirde alıcı suyun kalitesini etkileyebilecek organik kirletici maddeler açığa çıkarır. Bu çalışmanın amacı AAT' ye ulaşan kanalizasyon şebekesindeki endüstriyel kaynaklı kirleticilerin kaynağını, taşınımını ve muhtemel akıbetini değerlendirmektir. Bunun yansıra haftanın farkı gün ve saatlerine deşarj edilen atıksu karakteristiği hakkında bilgi sahibi olunmuştur. Hafta sonu kaçak deşarjın olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Büsan OSB kanalizasyon şebekesinden üç periyot halinde toplamda 12 adet numuneye alınmıştır. Bu numunelerin dört tanesi gün içinde endüstriyel faaliyetin yoğun olduğu saatte dört ayrı bacadan, diğer dördü endüstriyel faaliyetin son bulduğu proses ve kazan sularının boşaltıldığı saatte ve son dördü ise endüstriyel faaliyetin olmadığı hafta sonu alınmıştır. Numunelerin farklı zaman dilimlerinde alınmasının amacı en yoğun kirlilikte atıksu deşarj saatini tespit etmek ve varsa hafta sonu kaçak deşarj durumunu tespit etmektir. Alınan numunelere KOSKİ tarafından uygulanan kanalizasyon sistemine deşarj yönetmeliği parametreleri kapsamında 16 adet fizikokimyasal parametre analizi, 13 ağır metal madde analizi ve 26 adet mikrokirletici madde analizi gerçekleştirilmiştir. Mikrokirletici kapsamda PAH grubundan 16 adet organik kirleticiye, PAE'ler ve plastikleştiriciler grubundan 6 adet organik kirleticiye ve AP'ler ve BPA grubundan 4 adet organik kirleticiye bakılmıştır. Tüm bu analizlerin yansıra endüstriyel atık suyu toksikolojik olarak değerlendirmesi amacı ile Daphnia magna akut toksisite testine tabi tutulmuştur.

Üç farklı sette alınan numunelerde 2. set olan endüstriyel faaliyetin son bulduğu proses ve kazan sularının boşaltıldığı saatte alınan numunelerde yüksek konsantrasyonlarda kirlilik tespit edilmiştir. Mikrokirletici analizleri sonucunda oldukça yüksek konsantrasyonlarda PAE grubunda bulunan DnOP, DEHP ve AP'ler ve BPA grubunda bulunan BPA tespit edilmiştir. Buna ek olarak PAH grubunda bulunan acenaphthene ve fluorene' e rastlanmıştır. Bunun yansıra 2. set numunelerinde yapılan ağır metal analizleri sonrasında 1. ve 3. set numunelerine oranla yüksek konsantrasyonlarda Hg, Fe, Al, Cu ve Zn tespit edilmiştir. Hafta sonu kaçak deşarjın

olup olmadığını tespit etmek amaçlı yapılan analizler sonunda anlık olarak alınan numune kapsamında deşarj standart değerleri aşan herhangi bir atıksu deşarjına rastlanmamıştır. Durumun daha net tespiti için 24 saatlik kompozit numune KOSKİ yönetimine önerilmektedir.

Yapılan fizikokimyasal analizler doğrultusunda alınan bazı numunelerde sülfür konsantrasyonu deşarj standart değerleri sağlamamaktadır. 2,01- 2,46 mg/L aralığında sülfür konsantrasyonuna rastlanmıştır. Bu durum kanalizasyon şebekesi için risk teşkil etmektedir. Önemli ölçüde korozyona sebep olabilmekte kanalizasyon şebekesinin bakım ve onarımını güçleştirebilmektedir. Deşarj standart değerini sağlamayan diğer iki madde ise yağ ve gres ve AKM'dir. 164-292 mg/L aralığında yağ gres konsantrasyonu tespit edilmiştir, AKM ise 992-1587,36 mg/L aralığında izlenmiştir. Endüstriyel tesis çıkışlarında deşarj standart değerini sağlanması gereken AKM'nin yüksek olmasının temel nedeni uygulanması gereken fiziksel ayırma metodlarının yeterli kapasitede olmaması yada tamamen devre dışı olma olasılığıdır. Özellikle aliminyum endüstrisi, kimyasallar ve boya endüstrileri AKM değeri yüksek atıksu deşarj edebilmektedir. Bu maddelerin fazlalığı kanalizasyon şebekesinde tıkanmalara neden olabilmekte ve AAT'de arıtım verimini düşürebilmektedir. Bunlara ek olarak KOİ değeri birinci periyot dört numaralı bacadan alınan numunede 815,36 mg/L olarak tespit edilmiştir. Bu durum AAT için aşırı yüklemeye sebep olabilmekte, biyolojik arıtım işletimini bozabilmekte ve arıtım verimini düşürebilmektedir.

Gerçekleştirilmiş olana ağır metal analizlerinde birinci ve ikinci periyot numunelerin büyük çoğunluğunda 0,24-0,99 mg/L aralığında cıva konsantrasyonuna rastlanmıştır. Bu değer deşarj standardı olan 0,2 mg/L'nin çok üstündedir.

Cıva balısca insan olmak üzere canlı organizmaların biyolojik foksasyonları üzerinde en yüksek negatif etkiye ve en yüksek toksik etkiye sahip olan ağır metallerden biridir (Nies ve biotechnology, 1999). AAT'lerde yaz aylarında biyolojik arıtım ile maksimum %70 oranında giderilen Hg yeterince giderilmemekte ve alıcı ortama verilmektedir (Gbondo-Tugbawa ve ark., 2010). Alıcı ortamdan içme suyu rezervlerine ulaşması mümkündür.

Ayrıca AAT'de giderilen Hg'nin büyük çoğunluğu arıtma çamurunda birilmektedir. Arıtma çamurunun doğru bertaraf edilmediği durumda yeraltı ve yüzeysel su kaynaklarına Hg geçişi gerçekleşebilmektedir. Kloroalkil bileşiği, vinil klorür, plastik, elektrikli ekipman, piller, kâğıt hamuru ve boya imalatı gibi cıva kirliliğine katkıda bulunan birçok potansiyel endüstri vardır. Büsan OSB'de çok sayıda

başta elektrikli ekipman üretimine örnek olabilecek makine ve yedek parça imalatı, boya üretim fabrikası ve ambalaj fabrikası bulunmaktadır. Bu endüstrilerin atıksuda başlıca Hg oluşumuna sebep olabileceği düşünülmektedir.

Bir diğer HM olan Fe konsantrasyonu numunelerin büyük çoğunluğunda oldukça yüksek değerlerde gözlemlenmiştir. Bu değer 5,65- 43,30 mg/L aralığında değişiklik göstermektedir. Bursa'da gerçekleştirilen bir çalışmada AAT'giriş artıksuyunda Fe konsantrasyonu 1038–3580 µg /L olarak ölçülmüştür (Üstün, 2009). Konya KAAAT'de benzer konsantrasyonlarda Fe içerdiği düşünülmektedir. Bu sebeple endüstriyel atıksuyun mg seviyelerinde içerdiği Fe konsantrasyonu AAT için ilave yük oluşturması mümkündür.

Cıva ve demirin dışında Cu, Al ve Zn konsantrasyonunun deşarj standart değerlerini sağlamadığı tespit edilmiştir. Konsantrasyonları sırası ile 2,01-11,53 mg/L, 5,64-34,44 mg/L ve 30,14 mg/L olarak bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada Cu giderim veriminin 47–95% aralığında olduğu tespit edilmiş arıtılmadan alıcı ortama ulaşmasının mümkün olduğu görülmüş bu bağlamda AAT deşarj noktası olan Nilüfer çayında yapılan çalışmada Cu konsantrasyonu izlenmiş ve bu değer su kalitesini bozduğu gözlemlenmiştir (Üstün, 2009).

İtalya'da gerçekleştirilmiş olan bir çalışmada beş adet AAT ağır metal giderimi açısından izlenmiş ve arıtım verimi sırası ile $As < Cd = Cr = Zn < Pb < Hg < Ni = Al < Cu < Fe$ olarak tespit edilmiştir (Carletti ve ark., 2008). Bu durumda Zn gideriminin oldukça düşük olduğu ve endüstriyel faaliyetler sonrasında yerinde giderilmesi gerektiği göstermektedir.

Mikrokirletici kapsamında üç grup kirleticiden başlıca öneme sahip olan toplamda 26 adet organik kirletici analiz edilmiştir. PAH grubu kirleticilerden acenaphthene ve fluorene sırası ile ikinci periyot numunenin bir ve dört numaralı bacalarında 1,15 µg/L ve 14,96 µg/L değerlerinde tespit edilmiştir. Acenaphthene boyaların ve optik parlaticıların öncüsü olan naftalin dikarboksilik anhidritin hazırlanmasında büyük ölçekte kullanılır (Hunger ve Herbst, 2012). Fluorene ise tipik olarak birçok boya ve reçine ürününde bir bileşen olarak kullanılır. Ayrıca pestisitlerde, herbisitlerde ve bitkiler için büyüme düzenleyicilerde de bulunabilir. Dünya çapında farmasötiklerde sıklıkla kullanılmaktadır. Bazı plastiklerin yapısında da bulunur. optoelektronik cihazlar ve kimyasal sensörlerdeki uygulamalar için çok uygundur. (Abbel ve ark., 2009). Bu maddenin OSB kapsamında bulunan elektrik-elektronik endüstrisinin, kimyasallar üretim fabrikaları gibi faaliyetlerden kaynaklandığını söylemek mümkündür. Literatürde

fluorene değeri endüstriyel atıksularda 0,21 µg/L olarak görülmüştür ve çalışma ile uyum göstermektedir (Sánchez-Avila ve ark., 2009). Konya’da yapılan bir çalışmada 12 ay boyunca PAH grubu mikrokirleticiler İleri biyolojik arıtım, stabilasyon havuzu ve yapay sulak alan olmak üzere üç ayrı arıtma tesisine izlenmiştir. Arıtım veriminin 48% - 85% aralığında olduğu tespit edilmiştir. En yüksek verimde arıtım İleri biyolojik arıtımın olduğu Konya Kentsel AAT’de gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu çalışma MK’lerin tam arıtılmadan alıcı ortama verildiğinin göstermektedir. Bu sebeple endüstriyel kaynaklı atıksuda bulunan PAH konsantrasyonları incelenmelidir (Nas ve ark., 2020).

Bir başka mikrokirletici grubu olan PAE’ler ve plastikleştiriciler grubunda incelenmiş olan 6 adet organik kirleticiden DEHP ve DnOP yüksek konsantrasyonlarda tüm numunelerde görülmüştür. DEHP konsantrasyonu 3,52 µg/L – 1906,2 µg/L aralığında tespit edilirken, DnOP konsantrasyonu 196 µg/L- 2865,3 µg/L aralığında seyretmektedir. DEHP ve DnOP’ un başlıca kaynağı Büsan OSB’de bulunan 20 adet plastik üretim fabrikasıdır. AAT’de yeterince arıtılmadığı durumlarda “çevresel östrojen” olarak PAE’ler, üreme ve epigenetik toksisiteye, potansiyel endokrin etkileşimine ve insülin direncine oluşturma özelliğine (Paluselli ve ark., 2018) ve bu durum bunların obezite, hipertansiyon, diyabet, kardiyovasküler hastalıklar gibi birçok kronik hastalığın ortaya çıkmasına sebep olabilmektedir (Milošević ve ark., 2020).

Bir başka grup olan AP’ler ve BPA kapsamında 4 adet organik kirleticiye bakılmıştır. BPA konsantrasyon değeri üç numaralı baca numunesinde 12989 µg/L olarak tespit edilmiştir. AAT’ de yeterli miktarda arıtılmadığı durumlarda büyük risk teşkil etmektedir. BPA, metabolik aktivasyon sonrasında DNA’ya bağlanma kapasitesine sahiptir ve düşük konsantrasyonlarda östrojenik aktiviteye sahiptir (Marwick, 1999). BPA’ya maruz kalma, sinaptik anormalliklerde artışa neden olmaktadır (Hunt ve ark., 2003). BPA ayrıca hücre bölünmesi mekanizmasına doğrudan müdahale edebilir (George ve ark., 2008). BPA’ya maruz kalma sonucu kanser dahil çeşitli hastalıklar ortaya çıkabilir (Suárez ve ark., 2000).

Literatürün incelenmesi durumunda endüstriyel atıksuda BPA 1,92 ila 11,1 µg/L aralığında ölçülmüş evsel atıksuda ise bu değer 2,26 ila 5,37 µg/L aralığında olduğu görülmüştür (Sánchez-Avila ve ark., 2009). Literatür ile kıyaslandığı durumda Büsan OSB atıksuyunun çok yüksek konsantrasyonda BPA içerdiği söylemek mümkündür.

Plastiklerdeki esneklik kazandırıcı maddeler, boyalar, yapıştırıcılar ve mürekkeplerdeki katkı maddeleri de dahil olmak üzere PAE’lerin ve BPA’nın

endüstriyel olarak büyük ölçekli ve yaygın kullanımı endüstriyel atıksularda tespit edilen yüksek miktarları açıklayabilmektedir. BPA'nın başlıca kaynağı Büsan OSB'de bulunan 20 adet plastik üretim fabrikası olduğu düşünülmektedir.

Gerçekleştirilmiş olan *Daphnia magna* akut toksisite analizi sonucunda endüstriyel atıksu numunesinin zayıf toksik özellik gösterdiği tespit edilmiştir.

5.2 Öneriler

Büsan OSB kanalizasyon şebekesinde alınan numuneler anlık olarak alınabilmektedir. Gün içinde sürekli akış halinde olan kanalizasyon şebekesinde anlık alım esnasında deşarj edilmekte olan tüm maddeler görülmeyebilmektedir. Bu sebeple daha çok madde tespit edebilmek amaçlı ve hafta sonu kaçak deşarj olup olmadığını daha net görebilmek amaçlı KOSKİ yönetimine sürekli numune alım metodu ile numune almaları önerilmektedir.

Büsan OSB kapsamında numunelerin büyük çoğunluğunda biyobirikimi ile birikebilen, arıtıma dayanıklı ve toksik etkiye sahip olduğu bilinen bazı HM'ler tespit edilmiştir. AAT'de anlık yük oluşturmaması, biyolojik arıtımı negatif yöne etkilememesi ve arıtılmadan alıcı ortama verilmesinin önüne geçmek amaçlı Büsan OSB kapsamında oluşan atıksuya ön arıtım uygulanması önerilmektedir. Geleneksel arıtım metotlarının yansıra günümüz bilim dünyasında yeni gelişmekte olan arıtım metotları da HM giderimi için uygulanabilir. Uygulanabilecek geleneksel metotlar;

- Kimyasal çökeltme
- Kimyasal koagülasyon-flokülasyon
- Elektrokimyasal teknolojiler
- Membran filtrasyon
- İyon değiştirici kolonlar olarak listelenebilir.

Geleneksel yöntemlerin dışında yeni uygulanmakta olan;

- Adsorpsiyon metotları (nanomateryaller (nanoseliloz, CuO, demir oksit NP tanecikleri (INPB)), polimerler (sodyum aljinat aerojel, geliştirilmiş kitosan aerojel, grafen oksit aerojel(GOA3), amino lignin, lignin bazlı nano kapsüller) perlit vb.)
- Fitoremediasyon (Endüstriyel atık su için kısıtlayıcı olabilmektedir.)

- Fenton prosesi gibi prosesler de HM arıtımı için önerilebilir.

Verilmiş olan tüm arıtım önerileri arasında adsorpsiyon ile giderimin şu anda atıksudan HM'lerin uzaklaştırılması için en verimli ve maliyeti düşük yöntem olduğu kabul edilmektedir. Bu sebeple oluşan endüstriyel atıksuya adsorpsiyon uygulanması uygun görülmektedir. Buna örnek olarak maden ocağında gerçekleştirilmiş bir çalışmada Cu konsantrasyonu magnetic modified bone charcoal adsorban olarak kullanılarak 99.98% oranında giderilmiştir (Khoshraftar ve ark., 2023). Bu tür yeni adsorbanları kullanılarak kaynağında giderim sağlamak mümkündür.

Buna ilave olarak yapılan çalışmalarda doğal olarak oluşan volkanik bir cam olan perlitin mükemmel adsorpsiyon özelliklerine sahip olduğu bulunmuş, bu da onu endüstriyel atıksulardan HM'ler ve boyalar gibi kirletici maddelerin uzaklaştırılması için umut verici bir malzeme haline getirmektedir. Yüksek arıtım veriminin yansıra düşük maliyetli oluşu perlitin oldukça uygulanabilir kılmaktadır (Khoshraftar ve ark., 2023).

Arıtım önerilerinin yansıra HM'ler çeşitli yollar ile geri kazanılabilmektedir. Yapılan bir araştırmada hidrometalurjik yaklaşımların, çeşitli atık malzemelerden metal ayırma ve geri kazanım için başarıyla uygulandığını göstermektedir. Bu nedenle hidrometalurji metalin geri kazanılması ve endüstriyel çamurda bulunan potansiyel olarak toksik HM'lerin uzaklaştırılması için umut verici bir teknolojidir. Hidrometalurjik yaklaşımlar temel olarak üç işlem aşamasından oluşur: metalin çözünmesi, saflaştırılması ve metalin geri kazanılması. HM'lerin türü, konsantrasyonu ve özellikleri de dahil olmak üzere endüstriyel çamurun kimyasal özellikleri, en iyi geri kazanım yönteminin seçimini doğrudan etkiler. Çözücü ekstraksiyonu, iyon değişimi ve adsorpsiyon, konsantrasyon ve saflaştırmada kullanılan başlıca tekniklerdir; elektrodpozisyon ve çökeltme ise metallerin geri kazanılmasında kullanılan ana yöntemlerdir (Gunarathne ve ark., 2022). Bu tür yöntemler kullanılarak geri kazanım yapılması önerilmektedir.

Benzer şekilde işletmelere endüstriyel faaliyetleri sonucunda oluşan atıksuyunda bulunan MK'lerin kanalizasyon şebekesine deşarj etmeden fiziksel veya kimyasal ileri arıtım metotları ile arıtmaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Abbel, R., Schenning, A. P. ve Meijer, E. J. J. o. P. S. P. A. P. C., 2009, Fluorene-based materials and their supramolecular properties, 47 (17), 4215-4233.
- Abdullah, N., Yusof, N., Lau, W., Jaafar, J., Ismail, A. J. J. o. I. ve Chemistry, E., 2019, Recent trends of heavy metal removal from water/wastewater by membrane technologies, 76, 17-38.
- Ahel, M., Hrřak, D., Giger, W. J. A. o. E. C. ve Toxicology, 1994, Aerobic transformation of short-chain alkylphenol polyethoxylates by mixed bacterial cultures, 26, 540-548.
- Ahel, M., McEvoy, J. ve Giger, W. J. E. p., 1993, Bioaccumulation of the lipophilic metabolites of nonionic surfactants in freshwater organisms, 79 (3), 243-248.
- Ahmed, F., Tschärke, B., O'Brien, J. W., Hall, W. D., Cabot, P. J., Sowa, P. M., Samanipour, S., Thomas, K. V. J. E. S. ve Technology, 2023, National wastewater reconnaissance of analgesic consumption in Australia, 57 (4), 1712-1720.
- Alkan, N., Alkan, A., Castro-Jiménez, J., Royer, F., Papillon, L., Ourgaud, M. ve Sempere, R. J. S. o. t. t. E., 2021, Environmental occurrence of phthalate and organophosphate esters in sediments across the Gulf of Lion (NW Mediterranean Sea), 760, 143412.
- Aly, H. A., Huu, N. B., Wray, V., Junca, H., Pieper, D. H. J. A. ve microbiology, e., 2008, Two angular dioxygenases contribute to the metabolic versatility of dibenzofuran-degrading *Rhodococcus* sp. strain HA01, 74 (12), 3812-3822.
- Alyüz, B. ve Veli, S. J. J. o. h. m., 2009, Kinetics and equilibrium studies for the removal of nickel and zinc from aqueous solutions by ion exchange resins, 167 (1-3), 482-488.
- Anser, M. K., Hanif, I., Vo, X. V., Alharthi, M. J. E. S. ve Research, P., 2020, The long-run and short-run influence of environmental pollution, energy consumption, and economic activities on health quality in emerging countries, 27, 32518-32532.
- Armenta-Reséndiz, M., Ríos-Leal, E., Rivera-García, M. T., López-Rubalcava, C., Cruz, S. L. J. T. ve Pharmacology, A., 2019, Structure-activity study of acute neurobehavioral effects of cyclohexane, benzene, m-xylene, and toluene in rats, 376, 38-45.
- Aslam, M. M., Baig, M., Hassan, I., Qazi, I. A., Malik, M., Saeed, H. J. E. j. o. e., agricultural ve chemistry, f., 2004, Textile wastewater characterization and reduction of its COD and BOD by oxidation, 3 (6), 804-811.
- Atmaca, H., 2021, Konya kentsel atıksu arıtma tesisi ve organize sanayi bölgesi atıksularının toksikolojik etkilerinin belirlenmesi, *Konya Teknik Üniversitesi*.

- Awoyemi, O. M., Subbiah, S., Velazquez, A., Thompson, K. N., Peace, A. L. ve Mayer, G. D. J. J. o. H. M., 2020, Nitrate-N-mediated toxicological responses of *Scenedesmus acutus* and *Daphnia pulex* to cadmium, arsenic and their binary mixture (Cd/Asmix) at environmentally relevant concentrations, 400, 123189.
- Bae, M.-J. ve Park, Y.-S. J. S. o. t. T. E., 2014, Biological early warning system based on the responses of aquatic organisms to disturbances: a review, 466, 635-649.
- Baltpurvins, K., Burns, R., Lawrance, G. ve Stuart, A. J. W. R., 1997, Effect of electrolyte composition on zinc hydroxide precipitation by lime, 31 (5), 973-980.
- Barakat, M. J. A. j. o. c., 2011, New trends in removing heavy metals from industrial wastewater, 4 (4), 361-377.
- Barbosa, M. O., Moreira, N. F., Ribeiro, A. R., Pereira, M. F. ve Silva, A. M. J. W. r., 2016, Occurrence and removal of organic micropollutants: An overview of the watch list of EU Decision 2015/495, 94, 257-279.
- Barceló, D., 1997, Trace determination of pesticides and their degradation products in water (BOOK REPRINT), *Elsevier*.
- Basheer, C., Lee, H. K. ve Tan, K. S. J. M. p. b., 2004, Endocrine disrupting alkylphenols and bisphenol-A in coastal waters and supermarket seafood from Singapore, 48 (11-12), 1161-1167.
- Beh, C., Chuah, T., Nourouzi, M. ve Choong, T. J. E.-J. o. C., 2012, Removal of heavy metals from steel making waste water by using electric arc furnace slag, 9 (4), 2557-2564.
- Bhardwaj, V., Kumar, P. ve Singhal, G. J. I. J. S. E. R., 2014, Toxicity of heavy metals pollutants in textile mills effluents, 5 (7), 664-666.
- Blackburn, M. ve Waldock, M. J. W. r., 1995, Concentrations of alkylphenols in rivers and estuaries in England and Wales, 29 (7), 1623-1629.
- Blanchard, M., Teil, M., Ollivon, D., Legenti, L. ve Chevreuil, M. J. E. r., 2004, Polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorobiphenyls in wastewaters and sewage sludges from the Paris area (France), 95 (2), 184-197.
- Brotons, J. A., Olea-Serrano, M. F., Villalobos, M., Pedraza, V. ve Olea, N. J. E. h. p., 1995, Xenoestrogens released from lacquer coatings in food cans, 103 (6), 608-612.
- Burns, E. E., Carter, L. J., Snape, J., Thomas-Oates, J., Boxall, A. B. J. J. o. T. ve Environmental Health, P. B., 2018, Application of prioritization approaches to optimize environmental monitoring and testing of pharmaceuticals, 21 (3), 115-141.

- Busetti, F., Heitz, A., Cuomo, M., Badoer, S. ve Traverso, P. J. J. o. c. A., 2006, Determination of sixteen polycyclic aromatic hydrocarbons in aqueous and solid samples from an Italian wastewater treatment plant, 1102 (1-2), 104-115.
- Cao, Y., Li, J., Wu, R., Lin, H., Lao, J.-Y., Ruan, Y., Zhang, K., Wu, J., Leung, K. M. ve Lam, P. K. J. S. o. T. T. E., 2022, Phthalate esters in seawater and sediment of the northern South China Sea: Occurrence, distribution, and ecological risks, 811, 151412.
- Carletti, G., Fatone, F., Bolzonella, D., Cecchi, F. J. W. S. ve Technology, 2008, Occurrence and fate of heavy metals in large wastewater treatment plants treating municipal and industrial wastewaters, 57 (9), 1329-1336.
- Carroll, G. T. ve Kirschman, D. L. J. A. o., 2022, A peripherally located air recirculation device containing an activated carbon filter reduces VOC levels in a simulated operating room, 7 (50), 46640-46645.
- Casas, L., Dumas, O. ve Le Moual, N., 2023, Indoor air and respiratory health: Volatile organic compounds and cleaning products, *Asthma in the 21st Century*, Eds, Elsevier, 135-150.
- Céspedes, R., Lacorte, S., Raldúa, D., Ginebreda, A., Barceló, D. ve Piña, B. J. C., 2005, Distribution of endocrine disruptors in the Llobregat River basin (Catalonia, NE Spain), 61 (11), 1710-1719.
- Céspedes, R., Petrovic, M., Raldúa, D., Saura, Ú., Piña, B., Lacorte, S., Viana, P., Barceló, D. J. A. ve Chemistry, B., 2004, Integrated procedure for determination of endocrine-disrupting activity in surface waters and sediments by use of the biological technique recombinant yeast assay and chemical analysis by LC-ESI-MS, 378, 697-708.
- Chang, W.-H., Herianto, S., Lee, C.-C., Hung, H. ve Chen, H.-L. J. S. o. t. t. e., 2021, The effects of phthalate ester exposure on human health: A review, 786, 147371.
- Chapman, P. M. J. M. p. b., 2004, Indirect effects of contaminants, 48 (5), 411-412.
- Chen, Y., Jiang, X., Wang, Y., Zhuang, D. J. P. S. ve Protection, E., 2018, Spatial characteristics of heavy metal pollution and the potential ecological risk of a typical mining area: A case study in China, 113, 204-219.
- Cheng, Z., Chen, J.-R., Zheng, C., Yang, Z.-B., Xu, X.-X. ve Wong, M.-H. J. C., 2021, Bioaccumulation and health risk assessment of phthalate esters in cultured low trophic level fish fed with food waste-based diets, 276, 130189.
- Choi, J., Park, R., Kang, E., Oak, S., Yim, H., Chung, M., Kim, H. S., Choo, S. H., Lee, J., Suh, A. J. J. o. P. ve Methods, T., 2013, An evaluation of acute toxicity using the phototactic behavior of *Daphnia magna*, 1 (68), e50-e51.

- Clark Jr, L. C., Spokane, R. B., Homan, M. M., Sudan, R. ve Miller, M. J. A. J., 1988, Long-term stability of electroenzymatic glucose sensors implanted in mice, 34 (3), 259-265.
- da Silva, B. F., Jelic, A., López-Serna, R., Mozeto, A. A., Petrovic, M. ve Barceló, D. J. C., 2011, Occurrence and distribution of pharmaceuticals in surface water, suspended solids and sediments of the Ebro river basin, Spain, 85 (8), 1331-1339.
- de Barros, A. L. C., Schmidt, F. F., de Aquino, S. F., Afonso, R. J. d. C. F. J. E. S. ve Research, P., 2018, Determination of nine pharmaceutical active compounds in surface waters from Paraopeba River Basin in Brazil by LTPE-HPLC-ESI-MS/MS, 25, 19962-19974.
- Dewulf, J. ve Van Langenhove, H. J. J. o. C. A., 1999, Anthropogenic volatile organic compounds in ambient air and natural waters: a review on recent developments of analytical methodology, performance and interpretation of field measurements, 843 (1-2), 163-177.
- Dhar, K., Subashchandrabose, S. R., Venkateswarlu, K., Megharaj, M. J. I. B. ve Biodegradation, 2020, Mesorhizobium tamadayense MM3441: A novel methylotroph with a great potential in degrading N, N'-dimethylformamide, 153, 105045.
- Dincer, C., Bruch, R., Costa-Rama, E., Fernández-Abedul, M. T., Merkoçi, A., Manz, A., Urban, G. A. ve Güder, F. J. A. M., 2019, Disposable sensors in diagnostics, food, and environmental monitoring, 31 (30), 1806739.
- Fausser, P., Vikelsøe, J., Sørensen, P. B. ve Carlsen, L. J. W. r., 2003, Phthalates, nonylphenols and LAS in an alternately operated wastewater treatment plant—fate modelling based on measured concentrations in wastewater and sludge, 37 (6), 1288-1295.
- Gai, Z., Yu, B., Li, L., Wang, Y., Ma, C., Feng, J., Deng, Z., Xu, P. J. A. ve Microbiology, E., 2007, Cometabolic degradation of dibenzofuran and dibenzothiophene by a newly isolated carbazole-degrading Sphingomonas sp. strain, 73 (9), 2832-2838.
- Gasperi, J., Garnaud, S., Rocher, V. ve Moilleron, R. J. S. o. t. t. e., 2008, Priority pollutants in wastewater and combined sewer overflow, 407 (1), 263-272.
- Gaurav, G. K., Mehmood, T., Kumar, M., Cheng, L., Sathishkumar, K., Kumar, A. ve Yadav, D. J. J. o. C. H., 2021, Review on polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) migration from wastewater, 236, 103715.
- Gautam, P. K., Gautam, R. K., Banerjee, S., Chattopadhyaya, M. ve Pandey, J. J. N. S. P., 2016, Heavy metals in the environment: fate, transport, toxicity and remediation technologies, 60, 101-130.

- Gbondo-Tugbawa, S. S., McAlear, J. A., Driscoll, C. T. ve Sharpe, C. W. J. W. r., 2010, Total and methyl mercury transformations and mass loadings within a wastewater treatment plant and the impact of the effluent discharge to an alkaline hypereutrophic lake, 44 (9), 2863-2875.
- George, O., Bryant, B. K., Chinnasamy, R., Corona, C., Arterburn, J. B. ve Shuster, C. B. J. A. c. b., 2008, Bisphenol A directly targets tubulin to disrupt spindle organization in embryonic and somatic cells, 3 (3), 167-179.
- Giger, W., Brunner, P. H. ve Schaffner, C. J. S., 1984, 4-Nonylphenol in sewage sludge: accumulation of toxic metabolites from nonionic surfactants, 225 (4662), 623-625.
- Gimeno, S., Gerritsen, A., Bowmer, T. ve Komen, H. J. N., 1996, Feminization of male carp, 384 (6606), 221-222.
- Groenendijk, P., van der Kolk, J. W. ve Travis, K. Z., 2018, Prediction of exposure concentrations in surface waters, Freshwater field tests for hazard assessment of chemicals, Eds, *CRC Press*, 105-126.
- Gunarathne, V., Rajapaksha, A. U., Vithanage, M., Alessi, D. S., Selvasembian, R., Naushad, M., You, S., Oleszczuk, P., Ok, Y. S. J. C. R. i. E. S. ve Technology, 2022, Hydrometallurgical processes for heavy metals recovery from industrial sludges, 52 (6), 1022-1062.
- Hansson, L.-A. ve Hylander, S. J. P. o. t. R. S. B. B. S., 2009, Size-structured risk assessments govern Daphnia migration, 276 (1655), 331-336.
- Hayes, T. B., Collins, A., Lee, M., Mendoza, M., Noriega, N., Stuart, A. A. ve Vonk, A. J. P. o. t. N. A. o. S., 2002, Hermaphroditic, demasculinized frogs after exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses, 99 (8), 5476-5480.
- He, W., Qin, N., Kong, X., Liu, W., He, Q., Ouyang, H., Yang, C., Jiang, Y., Wang, Q. ve Yang, B. J. S. o. t. T. E., 2013, Spatio-temporal distributions and the ecological and health risks of phthalate esters (PAEs) in the surface water of a large, shallow Chinese lake, 461, 672-680.
- Hunger, K. ve Herbst, W. J. U. s. e. o. i. c., 2012, Pigments, organic, 27, 380-423.
- Hunt, P. A., Koehler, K. E., Susiarjo, M., Hodges, C. A., Ilagan, A., Voigt, R. C., Thomas, S., Thomas, B. F. ve Hassold, T. J. J. C. b., 2003, Bisphenol A exposure causes meiotic aneuploidy in the female mouse, 13 (7), 546-553.
- Jelić, A., Petrović, M. ve Barceló, D. J. T., 2009, Multi-residue method for trace level determination of pharmaceuticals in solid samples using pressurized liquid extraction followed by liquid chromatography/quadrupole-linear ion trap mass spectrometry, 80 (1), 363-371.
- Jenkins, S., Wang, J., Eltoum, I., Desmond, R. ve Lamartiniere, C. A. J. E. h. p., 2011, Chronic oral exposure to bisphenol A results in a nonmonotonic dose response

- in mammary carcinogenesis and metastasis in MMTV-erbB2 mice, 119 (11), 1604-1609.
- Jiang, G.-B., Shi, J.-B., Feng, X.-B. J. E. s. ve technology, 2006, Mercury pollution in China, 40 (12), 3672-3678.
- Jiang GuangMing, J. G., Sun Jing, S. J., Sharma, K. ve Yuan ZhiGuo, Y. Z., 2015, Corrosion and odor management in sewer systems.
- Kara, M., Nas, B., Argun, M. E., Yel, E., Dinç, S. ve Koyuncu, S., 2019, Atıksu Arıtma Tesislerinde Mikrokirleticilerin İzlenmesi ve Kontrolü.
- Khan, K. ve Roy, K. J. G. C., 2022, Ecotoxicological risk assessment of organic compounds against various aquatic and terrestrial species: application of interspecies i-QSTTR and species sensitivity distribution techniques, 24 (5), 2160-2178.
- Khoshraftar, Z., Masoumi, H., Ghaemi, A. J. C. S. i. C. ve Engineering, E., 2023, On the performance of perlite as a mineral adsorbent for heavy metals ions and dye removal from industrial wastewater: A review of the state of the art, 100385.
- Kibria, G., Hossain, M. M., Mallick, D., Lau, T. C. ve Wu, R. J. C., 2016, Monitoring of metal pollution in waterways across Bangladesh and ecological and public health implications of pollution, 165, 1-9.
- Kim, J.-J., Kim, Y.-S., Kumar, V. J. J. o. T. e. i. M. ve Biology, 2019, Heavy metal toxicity: An update of chelating therapeutic strategies, 54, 226-231.
- KL, H. J. N., 1999, Environmental toxins; exposure to bisphenol A advances puberty, 401, 763-764.
- Klaunig, J. E. ve Kamendulis, L. M. J. A. R. P. T., 2004, The role of oxidative stress in carcinogenesis, 44, 239-267.
- Kwack, S. J., Kwon, O., Kim, H. S., Kim, S. S., Kim, S. H., Sohn, K. H., Lee, R. D., Park, C. H., Jeung, E. B., An, B.-S. J. J. o. T. ve A, E. H. P., 2002, Comparative evaluation of alkylphenolic compounds on estrogenic activity in vitro and in vivo, 65 (5-6), 419-431.
- Lacorte, S. l., Fraisse, D. ve Barceló, D. J. J. o. c. A., 1999a, Efficient solid-phase extraction procedures for trace enrichment of priority phenols from industrial effluents with high total organic carbon content, 857 (1-2), 97-106.
- Lacorte, S. l., Perrot, M.-C., Fraisse, D. ve Barceló, D. J. J. o. C. A., 1999b, Determination of chlorobenzidines in industrial effluent by solid-phase extraction and liquid chromatography with electrochemical and mass spectrometric detection, 833 (2), 181-194.

- Lee, Y.-M., Lee, J.-E., Choe, W., Kim, T., Lee, J.-Y., Kho, Y., Choi, K. ve Zoh, K.-D. J. E. I., 2019, Distribution of phthalate esters in air, water, sediments, and fish in the Asan Lake of Korea, 126, 635-643.
- Leitch, O., Anderson, A., Kirkbride, K. P. ve Lennard, C. J. F. s. i., 2013, Biological organisms as volatile compound detectors: A review, 232 (1-3), 92-103.
- Letcher, R. J., Chu, S. ve Smyth, S.-A. J. J. o. h. m., 2020, Side-chain fluorinated polymer surfactants in biosolids from wastewater treatment plants, 388, 122044.
- Li, Q., Wang, X., Yin, G., Gai, Z., Tang, H., Ma, C., Deng, Z., Xu, P. J. E. s. ve technology, 2009, New metabolites in dibenzofuran cometabolic degradation by a biphenyl-cultivated *Pseudomonas putida* strain B6-2, 43 (22), 8635-8642.
- Li, Y., Cheng, S., Fang, H., Yang, Y., Guo, Y., Zhou, Y., Shi, F. J. E. S. ve Research, P., 2023, Composition, distribution, health risks, and drivers of phthalates in typical red paddy soils, 30 (41), 94814-94826.
- Lisha, K., Anshup ve Pradeep, T. J. G. B., 2009, Towards a practical solution for removing inorganic mercury from drinking water using gold nanoparticles, 42, 144-152.
- Liu, B., Jiang, T., Li, Z., Ge, W., Wu, J., Song, N. ve Chai, C. J. M. P. B., 2021, Phthalate esters in surface sediments from fishing ports in Circum-Bohai-Sea region, China, 171, 112782.
- Liu, S.-S., You, W.-D., Chen, C.-E., Wang, X.-Y., Yang, B. ve Ying, G.-G. J. J. o. H. M., 2023, Occurrence, fate and ecological risks of 90 typical emerging contaminants in full-scale textile wastewater treatment plants from a large industrial park in Guangxi, Southwest China, 449, 131048.
- Liu, S., Jin, B., Arp, H. P. H., Chen, W., Liu, Y., Zhang, G. J. E. s. ve technology, 2022, The fate and transport of chlorinated polyfluorinated ether sulfonates and other PFAS through industrial wastewater treatment facilities in China, 56 (5), 3002-3010.
- Lutz, I. ve Kloas, W. J. S. o. t. t. e., 1999, Amphibians as a model to study endocrine disruptors: I. Environmental pollution and estrogen receptor binding, 225 (1-2), 49-57.
- Mangotra, A. ve Singh, S. K. J. J. o. B., 2024, Volatile organic compounds: A threat to the environment and health hazards to Living Organisms—A Review.
- Manoli, E. ve Samara, C. J. C., 1996, Polycyclic aromatic hydrocarbons in waste waters and sewage sludge: extraction and clean-up for HPLC analysis with fluorescence detection, 43, 135-142.
- Marttinen, S. K., Kettunen, R. H. ve Rintala, J. A. J. S. o. t. t. e., 2003, Occurrence and removal of organic pollutants in sewages and landfill leachates, 301 (1-3), 1-12.

- Marwick, C. J. J., 1999, Hormonally active agents throughout the environment, 282 (8), 722-722.
- Mathur, N., Bhatnagar, P., Bakre, P. J. A. e. ve research, e., 2006, Assessing mutagenicity of textile dyes from Pali(Rajasthan) using Ames bioassay, 4 (1), 111-118.
- Mi, L., Xie, Z., Xu, W., Waniek, J. J., Pohlmann, T., Mi, W. J. E. S. ve Technology, 2023, Air–Sea Exchange and Atmospheric Deposition of Phthalate Esters in the South China Sea, 57 (30), 11195-11205.
- Milošević, N., Milanović, M., Sudji, J., Bosić Živanović, D., Stojanoski, S., Vuković, B., Milić, N., Medić Stojanoska, M. J. E. S. ve Research, P., 2020, Could phthalates exposure contribute to the development of metabolic syndrome and liver disease in humans?, 27, 772-784.
- Mohsen, M. S. J. D., 2004, Treatment and reuse of industrial effluents: case study of a thermal power plant, 167, 75-86.
- Mountfort, K. A., Kelly, J., Jickells, S. M., Castle, L. J. F. A. ve Contaminants, 1997, Investigations into the potential degradation of polycarbonate baby bottles during sterilization with consequent release of bisphenol A, 14 (6-7), 737-740.
- Nas, B., Argun, M. E., Dolu, T., Ateş, H., Yel, E., Koyuncu, S., Dinç, S. ve Kara, M. J. J. o. e. m., 2020, Occurrence, loadings and removal of EU-priority polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in wastewater and sludge by advanced biological treatment, stabilization pond and constructed wetland, 268, 110580.
- Nas, B., Yel, E., Argun, M., Dinç, S., Kara, M., Koyuncu, S., Dolu, T. ve Ateş, H. J. J. o. W. P. E., 2023, Fate and removal of pesticides in solid and liquid phases of metropolitan, urban and rural-scale wastewater treatment plants, 53, 103680.
- Nidheesh, P. ve Singh, T. A. J. C., 2017, Arsenic removal by electrocoagulation process: Recent trends and removal mechanism, 181, 418-432.
- Nies, D. H. J. A. m. ve biotechnology, 1999, Microbial heavy-metal resistance, 51, 730-750.
- Ning, B., Graham, N. J. ve Zhang, Y. J. C., 2007, Degradation of octylphenol and nonylphenol by ozone–Part I: Direct reaction, 68 (6), 1163-1172.
- Okereafor, U., Makhatha, M., Mekuto, L., Uche-Okereafor, N., Sebola, T., Mavumengwana, V. J. I. j. o. e. r. ve health, p., 2020, Toxic metal implications on agricultural soils, plants, animals, aquatic life and human health, 17 (7), 2204.
- Olea, N., Pulgar, R., Pérez, P., Olea-Serrano, F., Rivas, A., Novillo-Fertrell, A., Pedraza, V., Soto, A. M. ve Sonnenschein, C. J. E. h. p., 1996, Estrogenicity of resin-based composites and sealants used in dentistry, 104 (3), 298-305.

- Olujimi, O., Fatoki, O. S., Odendaal, J. P. ve Okonkwo, J. J. W. S., 2010, Endocrine disrupting chemicals (phenol and phthalates) in the South African environment: a need for more monitoring, 36 (5).
- Paluselli, A., Fauvelle, V., Schmidt, N., Galgani, F., Net, S. ve Sempéré, R. J. S. o. t. t. e., 2018, Distribution of phthalates in marseille bay (NW Mediterranean Sea), 621, 578-587.
- Papoulias, D. M., Tillitt, D. E., Talykina, M. G., Whyte, J. J. ve Richter, C. A. J. A. t., 2014, Atrazine reduces reproduction in Japanese medaka (*Oryzias latipes*), 154, 230-239.
- Paulozzi, L. J. J. E. h. p., 1999, International trends in rates of hypospadias and cryptorchidism, 107 (4), 297-302.
- Pavithra, K. G., Kumar, P. S., Jaikumar, V., Vardhan, K. H. ve SundarRajan, P. J. E. C. L., 2020, Microalgae for biofuel production and removal of heavy metals: a review, 18, 1905-1923.
- Persoone, G. ve Janssen, C. J. H. o. e., 1997, Freshwater invertebrate toxicity tests, 51-65.
- Porte, C., Janer, G., Lorusso, L., Ortiz-Zarragoitia, M., Cajaraville, M., Fossi, M., Canesi, L. J. C. B., Toxicology, P. P. C. ve Pharmacology, 2006, Endocrine disruptors in marine organisms: approaches and perspectives, 143 (3), 303-315.
- Pryor, W., 2012, Free Radicals in Biology V6, *Elsevier*.
- Qiu, X., Wang, W., Zhang, L., Guo, L., Xu, P. ve Tang, H. J. E. M., 2022, A thermophile *Hydrogenibacillus* sp. strain efficiently degrades environmental pollutants polycyclic aromatic hydrocarbons, 24 (1), 436-450.
- Rajewicz, W., Romano, D., Schmickl, T. ve Thenius, R. J. A. T., 2023, *Daphnia*'s phototaxis as an indicator in ecotoxicological studies: A review, 106762.
- Reilly, K., Ellis, L.-J. A., Davoudi, H. H., Supian, S., Maia, M. T., Silva, G. H., Guo, Z., Martinez, D. S. T. ve Lynch, I. J. F. i. t., 2023, *Daphnia* as a model organism to probe biological responses to nanomaterials—from individual to population effects via adverse outcome pathways, 5, 1178482.
- Renner, R. J. E. s. ve technology, 1997, European bans on surfactant trigger transatlantic debate, 31 (7), 316A-320A.
- Rios-Fuster, B., Alomar, C., González, G. P., Martínez, R. M. G., Rojas, D. L. S., Hernando, P. F. ve Deudero, S. J. E. R., 2022, Assessing microplastic ingestion and occurrence of bisphenols and phthalates in bivalves, fish and holothurians from a Mediterranean marine protected area, 214, 114034.

- Sadutto, D. ve Picó, Y. J. M., 2020, Sample preparation to determine pharmaceutical and personal care products in an all-water matrix: solid phase extraction, 25 (21), 5204.
- Sánchez-Avila, J., Bonet, J., Velasco, G. ve Lacorte, S. J. S. o. t. T. E., 2009, Determination and occurrence of phthalates, alkylphenols, bisphenol A, PBDEs, PCBs and PAHs in an industrial sewage grid discharging to a Municipal Wastewater Treatment Plant, 407 (13), 4157-4167.
- Siddiqua, A., Hahladakis, J. N., Al-Attiya, W. A. K. J. E. S. ve Research, P., 2022, An overview of the environmental pollution and health effects associated with waste landfilling and open dumping, 29 (39), 58514-58536.
- Song, J., Huang, G., Han, D., Hou, Q., Gan, L. ve Zhang, M. J. J. o. C. P., 2021, A review of reactive media within permeable reactive barriers for the removal of heavy metal (loid) s in groundwater: Current status and future prospects, 319, 128644.
- Sonnenschein, C., Soto, A. M. J. T. J. o. s. b. ve biology, m., 1998, An updated review of environmental estrogen and androgen mimics and antagonists, 65 (1-6), 143-150.
- Staples, C., Mihaich, E., Carbone, J., Woodburn, K., Klecka, G. J. H. ve Assessment, E. R., 2004, A weight of evidence analysis of the chronic ecotoxicity of nonylphenol ethoxylates, nonylphenol ether carboxylates, and nonylphenol, 10 (6), 999-1017.
- Suárez, S., Sueiro, R. A., Garrido, J. n. J. M. R. G. T. ve Mutagenesis, E., 2000, Genotoxicity of the coating lacquer on food cans, bisphenol A diglycidyl ether (BADGE), its hydrolysis products and a chlorohydrin of BADGE, 470 (2), 221-228.
- Sun, C., Zhang, G., Zheng, H., Liu, N., Shi, M., Luo, X., Chen, L., Li, F. ve Hu, S. J. A. T., 2019, Fate of four phthalate esters with presence of *Karenia brevis*: uptake and biodegradation, 206, 81-90.
- Sun, Z., Xie, X., Wang, P., Hu, Y. ve Cheng, H. J. S. o. t. T. E., 2018, Heavy metal pollution caused by small-scale metal ore mining activities: A case study from a polymetallic mine in South China, 639, 217-227.
- Swan, S. H., Elkin, E. P. ve Fenster, L. J. E. h. p., 2000, The question of declining sperm density revisited: an analysis of 101 studies published 1934-1996, 108 (10), 961-966.
- Teh, C. Y., Budiman, P. M., Shak, K. P. Y., Wu, T. Y. J. I. ve Research, E. C., 2016, Recent advancement of coagulation–flocculation and its application in wastewater treatment, 55 (16), 4363-4389.
- Tiffany-Castiglioni, E., Hong, S., Qian, Y., Tang, Y. ve Donnelly, K. J. N., 2006, In vitro models for assessing neurotoxicity of mixtures, 27 (5), 835-839.

- Tkaczyk, A., Bownik, A., Dudka, J., Kowal, K. ve Ślaska, B. J. S. o. t. T. E., 2021, *Daphnia magna* model in the toxicity assessment of pharmaceuticals: A review, 763, 143038.
- Tongur, S. ve Atmaca, H. J. S., 2023, A Battery of Simple Bioassays for Domestic and Industrial Wastewater Treatment Plants in Konya, Turkey, 16 (1), 316.
- Uzoekwe, S., Oghosanine, F. J. E. J. o. E. S. ve Management, 2011, The Effect of Refinery and Petrochemical Effluent on Water Quality of Ubeji Creek Warri, Southern Nigeria, 4 (2), 107-116.
- Üstün, G. E. J. J. o. h. m., 2009, Occurrence and removal of metals in urban wastewater treatment plants, 172 (2-3), 833-838.
- Ventriglio, A., Bellomo, A., di Gioia, I., Di Sabatino, D., Favale, D., De Berardis, D. ve Cianconi, P. J. C. s., 2021, Environmental pollution and mental health: a narrative review of literature, 26 (1), 51-61.
- Viehoever, A. ve Cohen, I. J. A. J. P., 1938, The responses of *Daphnia magna* to vitamin E, 110, 297-315.
- Villegas-Navarro, A., Rosas-L, E., Reyes, J. L. J. C. B., Toxicology, P. P. C. ve Pharmacology, 2003, The heart of *Daphnia magna*: effects of four cardioactive drugs, 136 (2), 127-134.
- Vogelsang, C., Grung, M., Jantsch, T. G., Tollefsen, K. E. ve Liltved, H. J. W. r., 2006, Occurrence and removal of selected organic micropollutants at mechanical, chemical and advanced wastewater treatment plants in Norway, 40 (19), 3559-3570.
- Wang, B., Yu, G. J. F. o. E. S. ve Engineering, 2022, Emerging contaminant control: from science to action, 16 (6), 81.
- Wang, Z., Hu, H., Zhang, Z., Xu, Y., Xu, P. ve Tang, H. J. S. o. T. T. E., 2023, 1A multiple PAHs-degrading *Shinella* sp. strain and its potential bioremediation in wastewater, 879, 162974.
- Xu, L.-C., Sun, H., Chen, J.-F., Bian, Q., Qian, J., Song, L. ve Wang, X.-R. J. T., 2005, Evaluation of androgen receptor transcriptional activities of bisphenol A, octylphenol and nonylphenol in vitro, 216 (2-3), 197-203.
- Xue, J. ve Kannan, K. J. S. o. t. T. E., 2019, Mass flows and removal of eight bisphenol analogs, bisphenol A diglycidyl ether and its derivatives in two wastewater treatment plants in New York State, USA, 648, 442-449.
- Xue, W., Warshawsky, D. J. T. ve pharmacology, a., 2005, Metabolic activation of polycyclic and heterocyclic aromatic hydrocarbons and DNA damage: a review, 206 (1), 73-93.

- Xue, X., Han, Y., Wu, X., Wang, H., Wang, S., Ran, R. ve Zhang, C. J. J. o. E. C. E., 2023, Phytate modification serves as a novel adsorption strategy for the removal of heavy metal pollution in aqueous environments, 111440.
- ZHANG, Z.-M., ZHANG, H.-H., Jian-Long, L. ve Gui-Peng, Y. J. C. J. o. A. C., 2017, Determination of phthalic acid esters in seawater and sediment by solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry, 45 (3), 348-356.
- Zhou, Q., Yang, N., Li, Y., Ren, B., Ding, X., Bian, H., Yao, X. J. G. E. ve Conservation, 2020, Total concentrations and sources of heavy metal pollution in global river and lake water bodies from 1972 to 2017, 22, e00925.



EKLER

EK-1 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (1. Set 1. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Yağ ve Gres Tayini	138	mg/L	SM 5520 D	150
Gümüş (Ag) Tayini	6.1166	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Fenol Tayini	3.512	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Sülfat Tayini	152.3	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Toplam Fosfor Tayini	4.78	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
pH Tayini	7.09	-	EPA 150.1	6-10
Civa (Hg) Tayini	1.0538	mg/L	EPA 6020	0,2
Toplam Krom (Cr) Tayini	0.0585	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Kurşun (Pb) Tayini	0.0288	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Toplam Siyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	1.79	mg/L	SM 5540 C	-
Sıcaklık Tayini	20.9	°C	SM 2550 B	40
Askıda Katı Madde (AKM) Tayini	90.66	mg/L	SM 2540 D	400
Çinko (Zn) Tayini	0.6816	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Toplam Azot Tayini	45.267	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOL) Tayini	112.84	mg/L	SM 5210 B	-
Bakır (Cu) Tayini	0.1046	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Nikel (Ni) Tayini	0.2130	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Serbest Klor Tayini	0.712	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Arsenik (As) Tayini	< 0.001	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Alüminyum (Al) Tayini	2.9488	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Klorür (Cl ⁻) Tayini	139.96	mg/L	SM 4500 Cl- B	10000
Sülfür Tayini	2.418	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Demir (Fe) Tayini	2.1823	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
İletkenlik Tayini	158	µS/cm	EPA 120.1	4000
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOl) Tayini	245.76	mg/L	SM 5220 C	800
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	0.594	mg/L	*	50
Toplam Kalay	0.5509	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
Kadmiyum (Cd) Tayini	0.1303	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	7,04	EPA 150.1
İletkenlik	-	158	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	1,24	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	20,9	SM 2550 B

EK-2 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (1. Set 2. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
İletkenlik Tayini	920	µS/cm	EPA 120.1	4000
Fenol Tayini	2.983	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Demir (Fe) Tayini	2.0742	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Sülfat Tayini	221.4	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Nikel (Ni) Tayini	2.3197	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Askıda Katı Madde (AKM) Tayini	124	mg/L	SM 2540 D	400
Toplam Kalay	0.4327	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
Klorür (Cl ⁻) Tayini	61.98	mg/L	SM 4500 Cl ⁻ B	10000
Sıcaklık Tayini	23.3	°C	SM 2550 B	40
Serbest Klor Tayini	0.630	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Toplam Siyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	0.36	mg/L	*	50
Sülfür Tayini	2.276	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Kadmiyum (Cd) Tayini	0.1708	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	439.04	mg/L	SM 5220 C	800
Bakır (Cu) Tayini	0.1080	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) Tayini	216.5	mg/L	SM 5210 B	-
Arsenik (As) Tayini	< 0.001	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	0.986	mg/L	SM 5540 C	-
Yağ ve Gres Tayini	164	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Fosfor Tayini	4.52	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Çinko (Zn) Tayini	0.1695	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Kurşun (Pb) Tayini	0.0275	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Cıva (Hg) Tayini	0.02660	mg/L	EPA 6020	0.2
Alüminyum (Al) Tayini	2.9002	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
pH Tayini	7.43	-	EPA 150.1	6-10
Toplam Krom (Cr) Tayini	0.0111	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Gümüş (Ag) Tayini	3.1746	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Toplam Azot Tayini	67.131	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	7,43	EPA 150.1
İletkenlik	-	920	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	1,22	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	23,3	SM 2550 B

EK-3 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (1. Set 3. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Kurşun (Pb) Tayını	0.0555	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Toplam Kalay	0.2765	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
Alüminyum (Al) Tayını	9.6427	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayını	4.88	mg/L	SM 5540 C	-
Klorür (Cl ⁻) Tayını	33.99	mg/L	SM 4500 Cl ⁻ B	10000
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) Tayını	423.7	mg/L	SM 5210 B	-
Kadmiyum (Cd) Tayını	0.1444	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Toplam Fosfor Tayını	3.09	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Gümüş (Ag) Tayını	1.9442	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Yağ ve Greş Tayını	178	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Azot Tayını	58.714	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
Toplam Silyanür Tayını	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Nikel (Ni) Tayını	0.3389	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Sıcaklık Tayını	23.3	°C	SM 2550 B	40
Sülfür Tayını	1.981	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Akıda Katı Madde (AKM) Tayını	992	mg/L	SM 2540 D	400
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOİ) Tayını	752.64	mg/L	SM 5220 C	800
Serbest Klor Tayını	0.572	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Demir (Fe) Tayını	5.6540	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Arsenik (As) Tayını	0.047	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
İletkenlik Tayını	695	µS/cm	EPA 120.1	4000
pH Tayını	7.37	-	EPA 150.1	6-10
Sülfat Tayını	180.2	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Toplam Krom (Cr) Tayını	0.7295	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Çinko (Zn) Tayını	0.5742	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Bakır (Cu) Tayını	0.5009	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Cıva (Hg) Tayını	0.0034	mg/L	EPA 6020	0.2
Fenol Tayını	3.047	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	0.418	mg/L	*	50

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	7.37	EPA 150.1
İletkenlik	-	695	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	0.60	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	23,3	SM 2550 B

EK-4 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (1. Set 4. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Toplam Krom (Cr) Tayini	0.2757	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Nikel (Ni) Tayini	0.1653	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	3.97	mg/L	SM 5540 C	-
Toplam Azot Tayini	64.368	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100
Kadmiyum (Cd) Tayini	0.1278	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Sülfat Tayini	95.7	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOL) Tayini	608.2	mg/L	SM 5210 B	-
Arsenik (As) Tayini	0.0032	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Alüminyum (Al) Tayini	27.0318	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Klorür (Cl ⁻) Tayini	369.89	mg/L	SM 4500 Cl ⁻ B	10000
Bakır (Cu) Tayini	0.5623	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Demir (Fe) Tayini	43.3029	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Askıda Katı Madde (AKM) Tayini	229.9	mg/L	SM 2540 D	400
Sülfür Tayini	2.463	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Gümüş (Ag) Tayini	3.0438	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	815.36	mg/L	SM 5220 C	800
Toplam Siyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
İletkenlik Tayini	2021	µS/cm	EPA 120.1	4000
Civa (Hg) Tayini	0.2529	mg/L	EPA 6020	0.2
Kurşun (Pb) Tayini	0.0439	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
pH Tayini	7.07	-	EPA 150.1	6-10
Serbest Klor Tayini	1.408	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Yağ ve Gres Tayini	292	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Fosfor Tayini	4.21	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10
Toplam Kalay	0.4569	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
Sıcaklık Tayini	21.3	°C	SM 2550 B	40
Fenol Tayini	2.812	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	0.85	mg/L	*	50
Çinko (Zn) Tayini	1.4130	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METODU
pH	6-10	7.07	EPA 150.1
İletkenlik	-	2021	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	2.35	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	21.3	SM 2550 B

EK-5 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (2. Set 1. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Sülfür Tayini	2.126	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Toplam Krom (Cr) Tayini	2.1246	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Gümüş (Ag) Tayini	0.1224	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Nikel (Ni) Tayini	0.3379	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Bakır (Cu) Tayini	1.6126	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Toplam Siyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	219.52	mg/L	SM 5220 C	800
Akıda Kab Madde (AKM) Tayini	69.4	mg/L	SM 2540 D	400
pH Tayini	7.60	-	EPA 150.1	6-10
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	1.29	mg/L	*	50
Toplam Kalay	0.0411	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
Sülfat Tayini	162.1	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Yağ ve Gres Tayini	30.22	mg/L	SM 5520 D	150
Cıva (Hg) Tayini	0.6584	mg/L	EPA 6020	0.2
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) Tayini	162.76	mg/L	SM 5210 B	-
Toplam Azot Tayini	42.811	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
Klorür (Cl ⁻) Tayini	254.9	mg/L	SM 4500 Cl- B	10000
Kadmiyum (Cd) Tayini	0.003	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Toplam Fosfor Tayini	3.74	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Fenol Tayini	2.87	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Serbest Klor Tayini	0.684	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Sıcaklık Tayini	20.1	°C	SM 2550 B	40
Kurşun (Pb) Tayini	0.07	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Çinko (Zn) Tayini	30.1397	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
İletkenlik Tayini	2.21	µS/cm	EPA 120.1	4000
Alüminyum (Al) Tayini	34.4403	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Arsenik (As) Tayini	0.0049	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Demir (Fe) Tayini	24.1491	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	1.38	mg/L	SM 5540 C	-

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	7.60	EPA 150.1
İletkenlik	-	2.21	EPA 120.1
Çözünmüş Oksijen	-	2.32	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	20,1	SM 2550 B

EK-6 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (2. Set 2. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Bakır (Cu) Tayini	2.0131	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
İletkenlik Tayini	1321	µS/cm	EPA 120.1	4000
Çinko (Zn) Tayini	0.9192	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Toplam Azot Tayini	70.733	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
Fenol Tayini	2.52	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Serbest Klor Tayini	1.679	mg/L	SM 4500-Cl G	3
Kadmiyum (Cd) Tayini	< 0.001	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	3.81	mg/L	SM 5540 C	-
Klorür (Cl ⁻) Tayini	177.4	mg/L	SM 4500 Cl- B	10000
Arsenik (As) Tayini	0.0127	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Alüminyum (Al) Tayini	14.1357	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Kurşun (Pb) Tayini	0.0762	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOL) Tayini	298.64	mg/L	SM 5210 B	-
Demir (Fe) Tayini	29.4952	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Toplam Krom (Cr) Tayini	1.0137	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Toplam Siyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Cıva (Hg) Tayini	0.9838	mg/L	EPA 6020	0,2
Gümüş (Ag) Tayini	0.0618	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Toplam Kalay	0.0769	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	3
Sıcaklık Tayini	20,4	°C	SM 2550 B	40
Nikel (Ni) Tayini	0.2071	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	1.22	mg/L	^	30
Sülfat Tayini	183.7	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Toplam Fosfor Tayini	3.81	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Sülfür Tayini	1.987	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Akıda Katı Madde (AKM) Tayini	134	mg/L	SM 2540 D	400
pH Tayini	7.66	-	EPA 150.1	6-10
Yağ ve Gres Tayini	116.82	mg/L	SM 5520 D	150
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	552.96	mg/L	SM 5220 C	800

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	7,66	EPA 150.1
İletkenlik	-	1321	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	1,69	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	20,4	SM 2550 B

EK-7 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (2. Set 3. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
pH Tayini	7.18	-	EPA 150.1	6-10
Yağ ve Gres Tayini	122	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Azot Tayini	67.213	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
Demir (Fe) Tayini	6.3822	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Kurşun (Pb) Tayini	0.0651	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Askıda Katı Madde (AKM) Tayini	1587.36	mg/L	SM 2540 D	400
İletkenlik Tayini	1266	$\mu S/cm$	EPA 120.1	4000
Alüminyum (Al) Tayini	5.6428	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Bakır (Cu) Tayini	0.3096	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Cıva (Hg) Tayini	0.2383	mg/L	EPA 6020	0,2
Fenol Tayini	1.61	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Sıcaklık Tayini	21.1	$^{\circ}C$	SM 2550 B	40
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	3.69	mg/L	SM 5540 C	-
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	< 0.1	mg/L	*	50
Toplam Kalay	0.0453	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	491.52	mg/L	SM 5220 C	800
Gümüş (Ag) Tayini	1.8599	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Sülfat Tayini	193.5	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Çinko (Zn) Tayini	0.5796	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Klorür (Cl ⁻) Tayini	202.4	mg/L	SM 4500 Cl ⁻ B	10000
Sülfür Tayini	2.013	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Toplam Silanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Toplam Krom (Cr) Tayini	0.2406	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Nikel (Ni) Tayini	0.1874	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Toplam Fosfor Tayini	2.92	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) Tayini	227.52	mg/L	SM 5210 B	-
Kadmilyum (Cd) Tayini	< 0.001	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Serbest Klor Tayini	2.914	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Arsenik (As) Tayini	0.0061	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	7.18	EPA 150.1
İletkenlik	-	1266	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	1.21	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	21.1	SM 2550 B

EK-8 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (2. Set 4. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	430.08	mg/L	SM 5220 C	800
Akıda Katı Madde (AKM) Tayini	144.7	mg/L	SM 2540 D	400
Demir (Fe) Tayini	10.9982	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Kadmiyum (Cd) Tayini	< 0.001	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Çinko (Zn) Tayini	0.5943	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Kurşun (Pb) Tayini	0.1273	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Toplam Kalay	0.0434	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	4.02	mg/L	SM 5540 C	-
Arsenik (As) Tayini	0.0035	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Alüminyum (Al) Tayini	27.0229	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
İletkenlik Tayini	1925	µS/cm	EPA 120.1	4000
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) Tayini	216.78	mg/L	SM 5210 B	-
Klorür (Cl ⁻) Tayini	269.4	mg/L	SM 4500 Cl- B	10000
Nikel (Ni) Tayini	0.0911	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
pH Tayini	7.28	-	EPA 150.1	6-10
Yağ ve Gree Tayini	135	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Krom (Cr) Tayini	2.4381	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Bakır (Cu) Tayini	11.5346	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Cıva (Hg) Tayini	0.5467	mg/L	EPA 6020	0,2
Toplam Siyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Sülfat Tayini	102.3	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Gümüş (Ag) Tayini	0.6634	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Sıcaklık Tayini	19.6	°C	SM 2550 B	40
Toplam Fosfor Tayini	4.24	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Fenol Tayini	1.57	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Serbest Klor Tayini	1.684	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Sülfür Tayini	1.861	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Toplam Azot Tayini	66.286	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
*Katran ve Petroli Kökenli Yağlar	3.98	mg/L	*	50

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	7.28	EPA 150.1
İletkenlik	-	1925	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	3.21	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	19,6	SM 2550 B

EK-9 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (3. Set 1. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Toplam Kalay	< 0.01	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	1.08	mg/L	*	50
Toplam Azot Tayini	10.215	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
Demir (Fe) Tayini	0.2946	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Kurşun (Pb) Tayini	< 0.002	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Çinko (Zn) Tayini	0.1678	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Arsenik (As) Tayini	0.0048	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Klorür (Cl ⁻) Tayini	32.83	mg/L	SM 4500 Cl- B	10000
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) Tayini	14.1	mg/L	SM 5210 B	-
İletkenlik Tayini	634	µS/cm	EPA 120.1	4000
Kadmilyum (Cd) Tayini	< 0.001	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	0.325	mg/L	SM 5540 C	-
Alüminyum (Al) Tayini	0.2783	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Serbest Klor Tayini	< 0.05	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Sülfür Tayini	0.169	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Fenol Tayini	0.712	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Toplam Fosfor Tayini	0.43	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Sıcaklık Tayini	10.8	°C	SM 2550 B	40
Sülfat Tayini	20.3	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	38.4	mg/L	SM 5220 C	800
Askıda Katı Madde (AKM) Tayini	7	mg/L	SM 2540 D	400
pH Tayini	7.46	-	EPA 150.1	6-10
Yağ ve Greş Tayini	< 10	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Siyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Cıva (Hg) Tayini	0.0014	mg/L	EPA 6020	0.2
Bakır (Cu) Tayini	0.2703	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Toplam Krom (Cr) Tayini	0.0377	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Nikel (Ni) Tayini	0.0263	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Gümüş (Ag) Tayini	0.0177	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METODU
pH	6-10	7.46	EPA 150.1
İletkenlik	-	634	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	6.35	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	10.8	SM 2550 B

EK-10 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (3. Set 2. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	19.2	mg/L	SM 5220 C	800
Akıda Katı Madde (AKM) Tayini	14.1	mg/L	SM 2540 D	400
pH Tayini	6.98	-	EPA 150.1	6-10
Yağ ve Greş Tayini	< 10	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Süyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Cıva (Hg) Tayini	< 0.0005	mg/L	EPA 6020	0.2
Bakır (Cu) Tayini	0.0128	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Toplam Krom (Cr) Tayini	< 0.01	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Nikel (Ni) Tayini	0.0036	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Gümüş (Ag) Tayini	< 0.005	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Sülfat Tayini	38.3	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Sıcaklık Tayini	13.1	°C	SM 2550 B	40
Fenol Tayini	0.902	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Toplam Fosfor Tayini	0.49	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Serbest Klor Tayini	0.089	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Sülfür Tayini	0.207	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Kadmilyum (Cd) Tayini	< 0.001	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	0.289	mg/L	SM 5540 C	-
Alüminyum (Al) Tayini	4.3694	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Arsenik (As) Tayini	0.0015	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Klorür (Cl ⁻) Tayini	2.5	mg/L	SM 4500 Cl- B	10000
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOL) Tayini	10.3	mg/L	SM 5210 B	-
İletkenlik Tayini	438	µS/cm	EPA 120.1	4000
Toplam Azot Tayini	1.884	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
Demir (Fe) Tayini	0.3467	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Kurşun (Pb) Tayini	< 0.002	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Çinko (Zn) Tayini	0.0155	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Toplam Kalay	< 0.01	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	0.606	mg/L	*	50

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	6.98	EPA 150.1
İletkenlik	-	438	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	8.21	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	13.1	SM 2550 B

EK-11 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (3. Set 3. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	44.8	mg/L	SM 5220 C	800
Akıda Katı Madde (AKM) Tayini	16.4	mg/L	SM 2540 D	400
pH Tayini	7.21	-	EPA 150.1	6-10
Yağ ve Greş Tayini	< 10	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Styanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Cıva (Hg) Tayini	0.0006	mg/L	EPA 6020	0,2
Bakır (Cu) Tayini	0.0349	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	2
Toplam Krom (Cr) Tayini	< 0.01	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	5
Nikel (Ni) Tayini	0.0081	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	5
Gümüş (Ag) Tayini	< 0.005	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	5
Sülfat Tayini	35.4	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Sıcaklık Tayini	13.1	°C	SM 2550 B	40
Fenol Tayini	0.889	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Toplam Fosfor Tayini	0.37	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Serbest Klor Tayini	0.156	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Sülfür Tayini	0.251	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Kadmiyum (Cd) Tayini	< 0.001	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	2
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	0.157	mg/L	SM 5540 C	-
Alüminyum (Al) Tayini	0.7885	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	5
Arsenik (As) Tayini	0.0048	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	3
Klorür (Cl ⁻) Tayini	1.9	mg/L	SM 4500 Cl- B	10000
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ) Tayini	12.7	mg/L	SM 5210 B	-
İletkenlik Tayini	235	µS/cm	EPA 120.1	4000
Toplam Azot Tayini	6.686	mg/L	Heesaplama Yöntemi	100*
Demir (Fe) Tayini	0.832	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	5
Kurşun (Pb) Tayini	0.0071	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	3
Çinko (Zn) Tayini	0.0556	mg/L	T S EN ISO 17294-1 VE 2	10
Toplam Kalay	< 0.01	mg/L	T S EN ISO 17294 1-2	5
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	0.21	mg/L	*	50

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METHODU
pH	6-10	7.21	EPA 150.1
İletkenlik	-	235	EPA 120.1
Çözünmüş Oksijen	-	4.75	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	13.1	SM 2550 B

EK-12 Fizikokimyasal ve Ağır Metal Analiz Raporları (3. Set 4. Baca)

PARAMETRELER	ANALİZ SONUÇLARI	BİRİM	METOT	KOSKİ TABLO 1
Kimyasal Oksijen İhtiyacı(KOI) Tayini	51.2	mg/L	SM 5220 C	800
Akıda Katı Madde (AKM) Tayini	21.4	mg/L	SM 2540 D	400
pH Tayini	7.24	-	EPA 150.1	6-10
Yağ ve Greş Tayini	< 10	mg/L	SM 5520 D	150
Toplam Siyanür Tayini	< 0.02	mg/L	SM 4500-CN C - SM 4500-CN E	10
Cıva (Hg) Tayini	0.0017	mg/L	EPA 6020	0,2
Bakır (Cu) Tayini	0.0761	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Toplam Krom (Cr) Tayini	0.1128	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Nikel (Ni) Tayini	0.0138	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Gümüş (Ag) Tayini	0.0055	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Sülfat Tayini	42.9	mg/L	SM 4500 SO ₄ ²⁻ E	1700
Sıcaklık Tayini	13.2	°C	SM 2550 B	40
Fenol Tayini	0.902	mg/L	SM 5530 B - SM 5530 D	20
Toplam Fosfor Tayini	0.43	mg/L	SM 4500-P B - SM 4500-P E	10*
Serbest Klor Tayini	0.084	mg/L	SM 4500-Cl G	5
Sülfür Tayini	0.199	mg/L	SM 4500-S ²⁻ D	2
Kadmilyum (Cd) Tayini	< 0.001	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	2
Yüzey Aktif Madde (MBAS) Tayini	0.206	mg/L	SM 5540 C	-
Alüminyum (Al) Tayini	0.5346	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Arsenik (As) Tayini	0.0032	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Klorür (Cl ⁻) Tayini	107.76	mg/L	SM 4500 Cl- B	10000
Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOL) Tayini	17.6	mg/L	SM 5210 B	-
İletkenlik Tayini	1079	µS/cm	EPA 120.1	4000
Toplam Azot Tayini	10.919	mg/L	Hesaplama Yöntemi	100*
Demir (Fe) Tayini	1.6194	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	5
Kurşun (Pb) Tayini	0.0066	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	3
Çinko (Zn) Tayini	0.8266	mg/L	TS EN ISO 17294-1 VE 2	10
Toplam Kalay	< 0.01	mg/L	TSE EN ISO 17294 1-2	5
*Katran ve Petrol Kökenli Yağlar	< 0.1	mg/L	*	50

YERİNDE ÖLÇÜM ANALİZ SONUÇLARI

PARAMETRE	LİMİT DEĞER	ÖLÇÜLEN DEĞER	ANALİZ METODU
pH	6-10	7,24	EPA 150.1
İletkenlik	-	1079	EPA 120.1
Çözülmüş Oksijen	-	4.50	SM 4500-O G
Sıcaklık	-	13,2	SM 2550 B

EK-13 Mikrokirletici Analiz Raporları (2. Set 1. Baca)

<u>Parametre</u> <u>Parameter</u>	<u>Birim</u> <u>Unit</u>	<u>Analiz Sonucu</u> <u>Test Result</u>	<u>Analiz Metodu</u> <u>Test Method</u>
**Acenaphthene	µg/L	1.15	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Acenaphthylene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (a) Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (b) Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E

<u>Parametre</u> <u>Parameter</u>	<u>Birim</u> <u>Unit</u>	<u>Analiz Sonucu</u> <u>Test Result</u>	<u>Analiz Metodu</u> <u>Test Method</u>
**Benzo (g,h,i) Perylene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (k) Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Chrysene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Fluorene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Indeno (1,2,3-c,d) Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Phenanthrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Diethylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Dimethylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Butylbenzylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di-N-Butylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di-N-Octylphthalate	µg/L	196	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Octylphenol	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**Bisphenol-A (BPA)	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**4-Nonylphenol	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**4-Nonylphenol Ethoxylate(N-Np1eo)	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**Naphthalene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)	µg/L	1.15	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Dibenzo (A,H) Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (a) Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Ftalat Esterlerinin Tayini	µg/L	199	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di (2-Ethylhexyl) Phthalate (DEHP)	µg/L	3.52	EPA 3510 C EPA 8270 E

EK-14 Mikrokirletici Analiz Raporları (2. Set 2. Baca)

Parametre Parameter	Birim Unit	Analiz Sonucu Test Result	Analiz Metodu Test Method
**Acenaphthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Acenaphthylene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (a) Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (b) Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E

Parametre Parameter	Birim Unit	Analiz Sonucu Test Result	Analiz Metodu Test Method
**Benzo (g,h,i) Perylene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (k) Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Chrysene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Fluorene	µg/L	< 0.1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Indeno (1,2,3-c,d) Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Phenanthrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Diethylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Dimethylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Butylbenzylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di-N-Butylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di-N-Octylphthalate	µg/L	1460,4	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Octylphenol	µg/L	< 0.02	ASTM D 7065
**Bisphenol-A (BPA)	µg/L	< 0.02	ASTM D 7065
**4-Nonylphenol	µg/L	< 0.02	ASTM D 7065
**4-Nonylphenol Ethoxylate(N-Np1eo)	µg/L	< 0.02	ASTM D 7065
**Naphthalene	µg/L	< 0.02	EPA 5030 C EPA 8270 E
**Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Dibenzo (A,H) Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (a) Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Ftalat Esterlerinin Tayini	µg/L	1568,7	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di (2-Ethylhexyl) Phthalate (DEHP)	µg/L	108,3	EPA 3510 C EPA 8270 E

EK-15 Mikrokirletici Analiz Raporları (2. Set 3. Baca)

<u>Parametre</u> <u>Parameter</u>	<u>Birim</u> <u>Unit</u>	<u>Analiz Sonucu</u> <u>Test Result</u>	<u>Analiz Metodu</u> <u>Test Method</u>
**Acenaphthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Acenaphthylene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (a) Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (b) Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E

<u>Parametre</u> <u>Parameter</u>	<u>Birim</u> <u>Unit</u>	<u>Analiz Sonucu</u> <u>Test Result</u>	<u>Analiz Metodu</u> <u>Test Method</u>
**Benzo (g,h,i) Perylene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (k) Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Chrysene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Fluorene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Indeno (1,2,3-c,d) Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Phenanthrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Diethylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Dimethylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Butylbenzylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di-N-Butylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di-N-Octylphthalate	µg/L	2865	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Octylphenol	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**Bisphenol-A (BPA)	µg/L	12989	ASTM D 7065
**4-Nonylphenol	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**4-Nonylphenol Ethoxylate(N-Np1eo)	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**Naphthalene	µg/L	< 0.02	EPA 5030 C EPA 8270 E
**Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Dibenzo (A,H) Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (a) Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Ftalat Esterlerinin Tayini	µg/L	4772	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di (2-Ethylhexyl) Phthalate (DEHP)	µg/L	1906	EPA 3510 C EPA 8270 E

EK-16 Mikrokirletici Analiz Raporları (2. Set 4. Baca)

Parametre Parameter	Birim Unit	Analiz Sonucu Test Result	Analiz Metodu Test Method
**Acenaphthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Acenaphthylene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (a) Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (b) Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E

Parametre Parameter	Birim Unit	Analiz Sonucu Test Result	Analiz Metodu Test Method
**Benzo (g,h,i) Perylene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (k) Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Chrysene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Fluoranthene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Fluorene	µg/L	14.96	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Indeno (1,2,3-c,d) Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Phenanthrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Pyrene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Diethylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Dimethylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Butylbenzylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di-N-Butylphthalate	µg/L	< 1	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di-N-Octylphthalate	µg/L	355.5	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Octylphenol	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**Bisphenol-A (BPA)	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**4-Nonylphenol	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**4-Nonylphenol Ethoxylate(N-Np1eo)	µg/L	< 0.1	ASTM D 7065
**Naphthalene	µg/L	< 0.02	EPA 5030 C EPA 8270 E
**Polisiklik Aromatik Hidrokarbonlar (PAH)	µg/L	14.96	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Benzo (a) Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Dibenzo (A,H) Anthracene	µg/L	< 0.02	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Ftalat Esterlerinin Tayini	µg/L	364.2	EPA 3510 C EPA 8270 E
**Di (2-Ethylhexyl) Phthalate (DEHP)	µg/L	8.80	EPA 3510 C EPA 8270 E

EK-17 Daphnia Magna Akut Toksisite Testi Raporu

[GENEL SONUÇ: Numune, Daphnia magna (su piresi)'ne karşı 24 saat sonucu toksisite göstermezken, 48 saat sonucu zayıf toksisite yaratmaktadır.]				
Numune No	Analizler	Ölçülen Değer	Ölçüm Limiti	Analiz Yöntemi
02176-1	*Daphnia magna Akut Toksisite Testi	24 sa sonucu: EC10=%30,8 Seyreltme; 48 sa sonucu: EC20=%45,9 Seyreltme, NUMUNE ZAYIF TOKSİK. --		SM 8711 A-B-C

Daphnia magna Akut Toksikite Testi						
Numune No		% Seyreltme	Ölen Daphnia Magna Sayısı	Inhibisyon Yüzdesi (%)	Toksikite Değerlendirmesi	Metod
02176-1	02686	%10	7 canlı daphnia	%30	Zayıf toksik	SM 8711 A-B-C
02176-1	02686	%50	8 canlı daphnia	%20	Zayıf toksik	SM 8711 A-B-C
02176-1	02686	%75	9 canlı daphnia	%10	Zayıf toksik	SM 8711 A-B-C
02176-1	02686	%90	9 canlı daphnia	%10	Zayıf toksik	SM 8711 A-B-C

Ekotoksikolojik Değerlendirme:

FKOTOKSİKOLOJİK DEĞERLENDİRME:

24 saat sonunda numune %30,8 oranında seyreltildiğinde D. magna'ların % 10'u ölmektedir.
48 saat sonunda numune %45,9 oranında seyreltildiğinde D. magna'ların % 20'si ölmektedir.
NUMUNE ZAYIF TOKSİK.