



T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KAHRAMANMARAŞ MERKEZ ATIKSU ARITMA TESİSİ  
GİRİŞ ATIKSUYU KARAKTERİZASYONU**

**BEHSAT OZAN ESKİKAYA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KAHRAMANMARAŞ 2018**

**T.C.**  
**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAHRAMANMARAŞ MERKEZ ATIKSU ARITMA TESİSİ GİRİŞ ATIKSUYU**  
**KARAKTERİZASYONU**

**BEHSAT OZAN ESKİKAYA**

**Bu tez,**  
**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**YÜKSEK LİSANS**  
**derecesi için hazırlanmıştır.**

**KAHRAMANMARAŞ 2018**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Behsat Ozan Eskikaya tarafından hazırlanan “KAHRAMANMARAŞ MERKEZ ATIKSU ARITMA TESİSİ GİRİŞ ATIKSUYU KARATERİZASYONU” adlı bu tez, jürimiz tarafından 17/07/2018 tarihinde oy birliği ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Kevser CIRIK (DANIŞMAN) .....

Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Yakup CUCİ (ÜYE) .....

Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Zeynep ZAIMOĞLU (ÜYE) .....

Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı  
Çukurova Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ .....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Behsat Ozan ESKİKAYA

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2017/1-35 YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**KAHRAMANMARAŞ MERKEZ ATIKSU ARITMA TESİSİ GİRİŞ ATIKSUYU  
KARAKTERİZASYONU  
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**BEHSAT OZAN ESKİKAYA**

**ÖZET**

Su, önemli bir taşıyıcı sıvıdır. Sular, insanların doğayı kirletmesi sonucu zararlı maddeleri yüzlerce kilometre uzaklıktaki bölgelere taşır. İnsanların yaşam alanı olan evlerden gelen atık sular kanalizasyon yoluyla bu sularla birleşir. Kirlenen bu suların toplanarak yeniden doğaya verilmesi ve çeşitli amaçlar için kullanılabilir hâle gelmesi, suyun giderek azalmaya başladığı dünyamızın geleceği için oldukça önem taşır. Bir yerleşim alanında oluşan evsel nitelikli atık suyun miktarı, kültürel alışkanlıklara, yerleşim alanının nüfusuna ve kişi başına düşen su kullanım miktarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir.

Atıksuyun kirletici konsantrasyonu, kullanılan suyun kirletilmeden önceki konsantrasyonuna ve suyun kullanılış amacına bağlıdır. Gerek iklimsel şartlar, gerekse de insanların yaşam standartları ve kültürleri atıksu karakteristiğini önemli ölçüde etkiler. Kişi başına günlük su tüketim değerlerinin değişmesi ve evsel kanalizasyonlara, endüstriyel atıksuların verilmesi de atıksu karakteristiğini değiştiren önemli parametrelerdir. Suya deşarj edilen atık miktarları atıksuyun bulunduğu toplumların niteliklerine göre farklılıklar göstermektedir. Ayrıca atıksu karakteristikleri yalnızca şehirden şehre ya da yerleşim yerleri için mevsimden mevsime hatta saatten saate bile değişebilir. Atıksular bünyelerinde çok yüksek oranlarda karbon, azot, fosfor gibi organik besinler ve mikroorganizmaları bulundurlar. Bu organikler hızlı bir şekilde çürümeye müsait olup, kanallarda akarken bile biyolojik bozunmaları devam eder. Böylece zaman içinde atıksuyun bazı özelliklerini de değiştirirler.

Atıksu kirletici karakterizasyonu, kirleticilerin toplu olarak değerlendirilebildikleri anlamlı ve önemli parametreler bazında yapılmaktadır. Evsel atıksularda bu parametrelerin oluşturulmasında öncelikli olarak dikkate alınması gereken bileşenler askıda, koloidal, çözünmüş halde organik ve inorganik maddeler, toplam organik karbon, KOİ, BOİ<sub>5</sub>, AKM, TKN, TP, PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>4</sub>-N ve diğer organik maddelerdir.

Bu alışmada Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi'ne gelen evsel atıksuyun karakteristiği uzun bir izleme çalışmasıyla ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Atıksu miktarı, birim kirletici yk, evsel atıksu karakterizasyonu

Kahramanmaraş Sütü İmam Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
evre Mühendisliği Anabilim Dalı, Temmuz / 2018

Danışman: Doç. Dr. Kevser CIRIK

Sayfa sayısı: 58

**KAHRAMANMARAŞ CENTRAL WASTEWATER TREATMENT PLANT  
INTRODUCTION WASTEWATER CHARACTERIZATION**

**(M.Sc. THESIS)**

**BEHSAT OZAN ESKİKAYA**

**ABSTRACT**

Water is an important carrier fluid. The wastewater, which is from the houses and living spaces of people, merges with these waters through sewage. Wastewater from households, where people live, merges with these waters through sewage. It is very important for the future of our world that the polluted waters are gathered and re-established and usable for various purposes, the water is gradually decreasing. The amount of domestic wastewater generated in a settlement area varies depending on the population of the settlement area and the amount of water used per capita.

The pollutant concentration of the wastewater depends on the concentration of the used water before it is polluted and on the purpose of the use of the water. Both the climatic conditions and the living standards and cultures of people have a significant effect on the wastewater character. The change of daily water consumption per person and the introduction of domestic wastewater and industrial wastewater are important parameters that change the wastewater character. Although the amount of waste discharged into the water varies according to the characteristics of the communities, this difference is not very high. Also, the characteristics of wastewater can vary not only from city to city but also from season to season or from hour to hour for each settlement. At very high rates in wastewater bodies, organic nutrients such as carbon, nitrogen, phosphorus and microorganisms are present.

These organisms are able to decay rapidly, and even when flowing in channels, biological degradation continues. So over time they change some of the properties of the wastewater. Wastewater characterization is based on significant and important parameters that pollutants can be collectively evaluated. The components that should be considered primarily in the establishment of these parameters in domestic wastewaters are organic and inorganic substances in suspended, colloidal, dissolved, total organic carbon, COD, BOD<sub>5</sub>, SS, TKN, TP, PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>4</sub>-N and other organic substances.

In this study, the characteristic of domestic wastewater coming from Kahramanmaras Central Wastewater Treatment Plant has been demonstrated with a long monitoring study.

**Keywords:** Amount of wastewater, unit pollutant load, domestic wastewater characterization

University of Kahramanmaras Sutcu Imam  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Environmental Engineering, July / 2018

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kevser CIRIK

Page Numbers: 58



## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince engin bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım ve çalışmamın her aşamasında sağladığı bilimsel katkıları ve yol göstericiliği ile danışmanlığımı yürüten değerli hocam Doç. Dr. Kevser CIRIK'a,

Tez çalışmalarımın yürütülmesinde bana her türlü laboratuvar imkanı sağlayan Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Çevre Mühendisliği bölüm başkanı olan değerli hocam Prof. Dr. Mustafa DOLAZ'a, her fırsatta bilgi ve birikimlerinden yararlandığım tüm bölüm hocalarıma teşekkür ederim.

Manevi desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen, tüm çalışmalarım süresince değerli görüş ve fikirlerini benimle paylaşan Dilek AKMAN'a,

Laboratuvar çalışmalarında bana destek veren Ahmet DUYAR, Vildan AKGÜL'e, ayrıca bana her konuda destek olan çalışma arkadaşlarım Serdar GÖÇER ve Melike KOZAK'a teşekkür ederim.

Tez çalışmam süresince her türlü desteği ve yardımı sağlayan Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (KASKİ) teşekkür ederim.

Son olarak, bu günlere gelmem de her türlü maddi ve manevi desteklerini gördüğüm annem Gülnur ESKİKAYA, babam Abdullah ESKİKAYA, abim Serkan ESKİKAYA'ya ve hayatım boyunca her daim desteğini gördüğüm sevgili arkadaşım Yağmur İNCİ'ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Atıksu Karakteristiği.....	3
1.2. Debi.....	8
1.2.1. Debimetre ve Akış Ölçüm Cihazıyla Ölçüm.....	9
1.2.2. Yüzücü Cisimle Debi Ölçümü.....	10
1.2.3. Hacmi Bilinen Kaplarla Debi Ölçümü.....	11
1.2.4. İz Maddeler İle Debi Ölçümü.....	11
1.3. Numune.....	12
1.3.1. Numune Tipleri.....	12
1.3.2. Numune Alımı.....	13
1.3.3. Numune Saklama Koşulları.....	14
1.4. Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi.....	16
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	19
3. MATERYAL VE METOD.....	21
3.1. Numune Alımı.....	21
3.2. Debi ölçümü.....	22
3.3. Analizler.....	22
3.3.1. Renk Ölçümü.....	22
3.3.2. Toplam Çözünmüş Organik Karbon ve Toplam Çözünmüş Azot Tayini (mg/L) ...	23
3.3.3. Nitrit, Nitrat, Amonyum, Sülfat ve Fosfat Tayini (mg/L).....	24
3.3.4. Toplam Askıda Katı Madde Tayini (AKM, mg/L).....	24
3.3.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini (KOİ, mg/L).....	25
3.3.6. Biyolojik Oksijen İhtiyacı Tayini (BOİ <sub>5</sub> , mg/L).....	26
3.3.7. Alkalinite Tayini.....	29
3.3.8. pH, İletkenlik ve Tuzluluk Tayini.....	29

4. TARTIŞMA VE BULGULAR.....	30
4.1. Debi ölçümleri .....	30
4.2. pH ölçümleri .....	32
4.3. Renk ölçümleri.....	34
4.4. Askıda katı madde (AKM) ölçümleri .....	37
4.5. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ) ölçümleri .....	38
4.6. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ölçümleri .....	39
4.7. Toplam KOİ/BOİ <sub>5</sub> oranı değerlendirmesi .....	42
4.8. Tuzluluk ölçümleri.....	43
4.9. İletkenlik ölçümleri.....	44
4.10. Toplam karbon ölçümleri .....	45
4.11. Sülfat ölçümleri .....	47
4.12. Azot ölçümleri .....	48
4.13. Alkalinite ölçümleri .....	50
4.14. Fosfat ölçümleri .....	51
5. SONUÇLAR.....	53
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	58

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1 Daire kesit borularda ıslak alan hesabı.....	10
Şekil 1.2 Trapez kesit borularda ıslak alan hesabı.....	11
Şekil 3.1 Kahramanmaraş Atıksu Arıtma Tesisi numune alma noktası .....	21
Şekil 3.2 KOİ tayini için oluşturulan korelasyon eğrisi .....	26
Şekil 4.1 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun debi ölçümleri .....	31
Şekil 4.2 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun pH ölçümleri .....	34
Şekil 4.3 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun Pt-Co ölçümleri.....	35
Şekil 4.4 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun RES ölçümleri.....	36
Şekil 4.5 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun AKM ölçümleri.....	38
Şekil 4.6 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun BOİ <sub>5</sub> ölçümleri.....	39
Şekil 4.7 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun toplam KOİ ölçümleri.....	40
Şekil 4.8 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun çözünmüş KOİ ölçümleri.....	41
Şekil 4.9 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun toplam KOİ/BOİ <sub>5</sub> ölçümleri .....	43
Şekil 4.10 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun tuzluluk ölçümleri.....	44
Şekil 4.11 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun iletkenlik ölçümleri.....	45
Şekil 4.12 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun çözünmüş toplam karbon ölçümleri .....	46
Şekil 4.13 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun sülfat ölçümleri .....	48
Şekil 4.14 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun alkalinite ölçümleri .....	51
Şekil 4.15 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun fosfat ölçümleri.....	52

## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No

Tablo 1.1. Endüstriyel atıksuyun az miktarda karıştığı tipik evsel atıksu bileşenleri .....	5
Tablo 1.2. Farklı endüstrilere ait işlem basamakları atıksu karakterizasyonu.....	5
Tablo 1.3. Analiz Türüne Göre Numune Alma ve Koruma Teknikleri (Saatçi,2009).....	15
Tablo 2.1. Evsel atıksuya yapılan çalışmalara ait atıksu karakterizasyon derlemesi .....	20
Tablo 3.1. BOİ <sub>5</sub> tayini için gerekli seyreltme oranları .....	27
Tablo 4.1. AAT giriş atıksuyunun aylık debi ölçümlerine ait istatistik değerler .....	32

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<b>BOİ</b>	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
<b>BOİ<sub>5</sub></b>	Beş Günlük Biyolojik Oksijen İhtiyacı
<b>TOK</b>	Toplam Organik Karbon
<b>KOİ</b>	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
<b>AKM</b>	Askıda Katı Madde
<b>SKKY</b>	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
<b>VFA</b>	Uçucu Yağ Asitleri
<b>TN</b>	Toplam Azot
<b>TP</b>	Toplam Fosfor
<b>N</b>	Azot
<b>P</b>	Fosfor
<b>UAKM</b>	Uçucu Askıda Katı Madde
<b>rpm</b>	Dakikadaki devir sayısı
<b>AAT</b>	Atıksu Arıtma Tesisi

## 1. GİRİŞ

Su kaynaklarının varlığı, yaşam standartları, toplumların alışkanlıkları, ekonomik koşullar, iklim, eğitim düzeyi, vb. birçok faktör kişilerin günlük su ihtiyaçlarının farklı olmasına neden olmaktadır. Özellikle sanayi devriminden bu yana kentleşme, endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerle birlikte suya olan talep artmış aynı zamanda da mevcut temiz su kaynakları bu faaliyetlerle kirletilerek kullanılamaz hale gelmiştir. Evsel, endüstriyel, tarımsal ve diğer kullanımlar sonucunda kirlenmiş veya özellikleri kısmen veya tamamen değişmiş sulara atıksu denilmektedir. Suyun farklı amaçlar doğrultusunda kullanılması sonucu oluşan bu atıksular üretildiği yere göre karakteristiği de değişmektedir. Atıksu karakteristiği, atıksuyun özelliklerini, kirlilik yükünü ve ortalama debisini ifade etmektedir. Atıksuya ait bu karakteristik özellikler atıksuyun açığa çıktığı bölgede kullanılan suyun miktarına, endüstriyel ve sanayi faktörlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Ayrıca iklim koşullarına göre karlı veya yağışlı havalardan kaynaklanan seyreltme faktöründen dolayı atıksu karakterizasyonunda göz ardı edilemeyecek miktarda değişiklikler de gözlemlenebilmektedir. Hatta bu yağışlı havalarda artan yeraltı suyu seviyesi, kaçak yağmur suları, kırık veya çatlak kanalizasyon boruları, tamir edilmesi gereken bağlantı noktaları ve kanalizasyonlara ait bağlantı ağının durumu atıksuya karışabilecek sızıntı suyu miktarını önemli ölçüde etkilemektedir (Rehberi, 2017).

Evsel nitelikli atıksular, yaygın olarak yerleşim bölgelerinden ve çoğunlukla evsel faaliyetler (banyo, mutfak, tuvalet, ev temizliği, çamaşır yıkama vs.) ile insanların günlük yaşam faaliyetlerinin yer aldığı okul, hastane, otel gibi hizmet sektörlerinden kaynaklanan atıksulardır. Evsel atıksuya tuvaletlerden gelen atıksuyun karışmasından dolayı atıksu içeriğinde kolera, tifo ve türberkiloz gibi insan sağlığına olumsuz etkide bulunabilecek birçok patojen (hastalık yapıcı) mikroorganizmalar bulunmaktadır. Ayrıca evsel atıksuyun içerisinde sülfat, azot, karbonik maddeler, klorür gibi inorganik maddeler ile %90'ını protein ve karbonhidrattan oluşan organik maddeler bulunmaktadır ve evsel atıksuların kirlilik yükleri bölgesel olarak belirgin farklılık göstermemektedir. Bu nedenle evsel atıksu arıtma tesisi planlanırken evsel atıksuda bulunabilecek genel kirlilik parametreleri göz önünde bulundurulmaktadır (Muslu, 1996; Açıktepe, 2016).

Atıksularda bulunan başlıca organik bileşikler proteinler, karbonhidratlar, yağlar, petrol artıkları ve üredir. Bunların yanında deterjanlar (sümfaktanlar), fenoller ve zirai ilaçlar (pestisitler) gibi çeşitli sentetik organik maddeler de atıksuların bünyesinde yer

almaktadır. Orta kirlilikte bir atıksu da, askıda katı maddelerin yaklaşık %75'i ve filtre edilebilen katı maddelerin yaklaşık %40'ı organik karakterdedir (Köroğlu, 2013).

Toplumların yaşamsal faaliyetlerine ve kültürlerine göre kullanılan su ve suya karışan atık miktarı farklılık göstermesine rağmen toplumlar arası oluşan atıksuyun kirlilik yükü çok yüksek derecede değişkenlik göstermemektedir. Fakat evsel atıksuların toplandığı kanalizasyon sistemlerine endüstriyel kaynaklı atıksuların karışması evsel nitelikli atıksuyun kirlilik değerlerini büyük bir ölçüde değiştirmektedir. Bu tür etkenlerden dolayı atıksuya ait konsantrasyonda şehirden şehre değişiklik göstermesi bir yana, belli bir bölgede bulunan yerleşim yerleri için mevsimsel değişiklik hatta saatlik değişiklik gözlemlenmektedir (Arceivala, 2002; Azman, 2005; Kukul, 2007).

Bir endüstriyel tesiste yıkama, ısıtma, ayırma, taşıma ve kalite kontrol işlemlerinde kullanılmasının yanı sıra ürünün üretilmesi veya üretim için kullanılan hammaddenin işlenmesi sırasında kullanılan atıksulara “endüstriyel atıksu” denmektedir. Endüstriyel faaliyetlerde kullanılan atıksular tesise ait endüstrinin türüne ve üretim için kullanılan hammaddenin işlenme şekline bağlı olarak birbirleri arasında farklılık göstermektedir. Bununla birlikte endüstriyel tesislerde üretim amacıyla kullanılmış olan atıksuyun içerisinde tesiste bulunan çalışanların yemek, banyo ve barınma gibi faaliyetlerinden açığa çıkan evsel atıksular da endüstriyel kökenli atıksulara karışmaktadır. Bu nedenle endüstriyel tesisin içerisinde proseslerin işlemesi, vardiya değişikliği ve mevsimsel üretim faktörü ile birlikte atıksuyun karakterizasyonu zamana bağlı olarak değişmektedir (Jern, 2006).

Yaşadığımız son yüzyıl içerisinde içme ve kullanma suyuna olan talep yaklaşık on kat artmıştır. Bu artışa paralel olarak atıksu kirlilik değerleri de artmaktadır. Bu nedenle arıtılması istenen evsel veya endüstriyel atıksuların ilk olarak kirlilik parametrelerinin (BOİ<sub>5</sub>, AKM, pH, yağ, azot vs.) belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü mevcut kirlilik kaynakları, arıtım verimliliğine göre arıtım sonrası yüzey sularına deşarj edilerek karışmaktadırlar ve alıcı ortam kalitesini bozmaktadır. Bu nedenle mevsimsel hava şartlarına (yağışlı ve kurak günler) bağlı olarak arıtılacak atıksuyun içerdiği, temel kirletici konsantrasyonları, atıksuyun sıcaklığı, kirlilik yükü ve debisi belirlenen prosedürler doğrultusunda öncelikli olarak detaylı bir şekilde derlenmelidir (Rehber, 2017).

Karakterizasyonu yapılacak olan atıksulara ait numuneler TS Standartları'nın güncel maddeleri göz önüne alınarak “Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği – Numune Alma



ve Analiz Metodları Tebliği” dikkate alınarak alınmalı, saklanmalı ve belirtilen deney yöntemleri numunelere uygulanmalıdır. Bu sebeple kirlilik parametrelerinin belirleneceği atıksuyun miktarı, numunenin konulacağı kabın cinsi, anlık ölçümü yapılacak kirlilik parametrelerinin belirlenmesi, alınan numunelerin belirtilen koşullarda taşınması ve gerekirse numune içerisine eklenecek çözeltilerin hazırlanması “TS EN ISO 5667-3” Su Kalitesi – Numune Alma – Su Numunelerinin Saklanması, Taşınması ve Depolanması Kılavuz’unda belirtilen hususlar baz alınmalıdır. Fakat en genel haliyle atıksuyun mevcut durumu ortaya koyulurken aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Mevcut verilerin tutarlılık ve doğruluğunun kontrolü,
- Verilerin haftanın tamamını içine alan bir zaman serisi özelliği taşıyıp taşımadığı,
- Analizlerin güvenilir veya akredite laboratuvarlarda yapıp yapılmadığı,
- Numunelerin standart 2 veya 24 saatlik kompozit numune olup olmadığı,
- Numune alma yerlerinin uygun seçilip seçilmediği,

Yukarıda belirtilen maddelerden bir ya da daha fazlasının sağlanamaması durumunda, eksik kalan veriler ya farklı yöntemlerle ölçülerek değer bulunmalı ya da gözleme dayanan deney (ampirik) ile hesaplama yöntemi kullanılarak tahmini sonuçlar oluşturularak değerlendirilmelidir. Fakat ampirik yöntemle hesaplanan değerler az sayıda elde edilse bile deneysel ölçüm yapılarak elde edilen sonuçlarla kıyaslanmalıdır. Atıksuya karışabilecek kirletici konsantrasyonu her türlü durum göz önünde bulundurulduğunda saatten saate değişiklik göstereceğinden atıksuya ait debi değerleri farklı ölçüm teknikleri kullanılarak belirlenmelidir. Bunun yanı sıra bileşik kanalizasyon sistemlerinin kullanıldığı yağmur ya da sızıntı sularının kanalizasyon sistemine karışması sebebiyle atıksuda bulunan kirlilik parametrelerinin konsantrasyonunda seyrelme durumu gözlemlenebilir. Bundan dolayı atıksu karakterizasyonunun belirlenmesi için yapılan ölçümlerde çok belirgin farklılıklar gözlemlendiğinde ölçümler mutlaka belirli zaman aralıklarında alınan kompozit numunelerden yapılmalıdır (TSE EN,2006).

### **1.1.Atıksu Karakteristiği**

Atıksuya ait debi miktarı, kimyasal ve biyolojik kirlilikler atıksuyun karakteristiğini belirlemektedir. Atıksuya ait karakteristik değerler yerleşim yerlerinde bulunan endüstriyel ve sanayi faaliyetlerin yanı sıra evsel ve ticari su sarfiyatına bağlı olarak değişim

göstermektedir. Yağışlı mevsimlerde ya da çeşitli nedenlerden dolayı kanalizasyon sistemine oluklardan karışan suyun kanal sistemine sızmasından dolayı debinin değişmesi atıksuyun karakterizasyonunu değiştirmektedir. Kanalizasyon sisteminin yaşı, kanal sisteminde oluşabilecek çatlak veya kırık olması, kusurlu bağlantı noktaları, izinsiz yapılan temel veya kazı çalışmaları, yüksek seviyede bulunan yer altı suyu miktarı ve yağıştan kaynaklanan su debisi gibi faktörler kanalizasyonda bulunan atıksu debisini büyük ölçüde etkilemektedir. Atıksuya ait bu debi değişimleri bölge bulunan atıksu arıtma tesisindeki debi ölçüm cihazlarındaki sonuçlara göre mevcut durum ve atıksuya ait kirlilik konsantrasyonlarına ait ortak sonuçlar değerlendirilerek atıksu karakteristiği hesaplanabilir (Öztürk, 2005).

Evsel atıksular askıda, koloidal ve çözülmüş halde organik ve inorganik maddeler içerir. Bölgenin iklimine bağlı olarak mevsimsel şartlar, yerleşim yerlerinde yaşayan nüfus miktarı ve yaşam standartları ile kültürel alışkanlıklar evsel atıksuya ait kirlilik parametrelerinin konsantrasyonlarını etkileyecektir. Günlük su tüketim miktarına bağlı olarak açığa çıkan evsel atıksuların yanında kanalizasyon sistemine deşarj edilen endüstriyel kökenli atıksuların karışmasıyla atıksu arıtma tesisi giriş atıksuyunun özellikleri önemli ölçüde değişecektir (Eroğlu, 2002). Tesis tasarımı için giriş atıksu karakteristiklerinin belirlenmesi gerekmektedir ve bu giriş atıksu karakteristiği minimum, orta ve maksimum kurak hava koşullarında elde edilmiş başlıca kirlenici parametrelerini (BOİ<sub>5</sub>, KOİ, AKM, pH, toplam azot, toplam fosfor, zehirli kimyasallar vb.) ihtiva etmektedir (Atıksular, 2011). Tablo 1.1.'de endüstriyel atıksuyun az miktarda karıştığı tipik evsel atıksu bileşenleri ve konsantrasyonları verilmiştir. Ayrıca tekstil endüstrisinden kaynaklanan atıksular hacimce fazla olmasıyla birlikte alıcı ortamlarda toksik etki, insanlar üzerinde ise mutajenik ve kanserojenik etki gösteren tehlikeli ve toksik bileşikleri içermektedirler. Tekstil endüstrisinde imalat süreçlerinde terbiye, boyama, baskı ve apreleme işlemleri gibi yaş (ıslak) prosesler ile dokuma, örme, eğirme, kurutma, fikse işlemleri gibi kuru proseslerden yararlanılmaktadır. Tekstil endüstrisinde oluşan atıksular genel olarak miktar ve bileşim yönünden oldukça değişkenlik göstermektedir. Her geçen gün yenilenen işletme prosesleri ve uygulanan teknolojilerdeki farklılıklar, oluşan atıksuların bileşimine yansımaktadır. Örneğin, haşılama işleminde açığa çıkan atıksu miktarı düşük, fakat kirlilik yükü yüksek olabilmektedir (Cırık, 2013). Tekstil endüstrisine ait atıksu bileşenleri Tablo 1.2'de verilmiştir.

**Tablo 1.1.** Endüstriyel atıksuyun az miktarda karıştığı tipik evsel atıksu bileşenleri (BWT)  
(Henze, 2008)

Parametre	Birim	Kuvvetli	Orta Kuvvetli	Düşük Kuvvetli
KOİ (toplam)	(mg/L)	1200	750	500
KOİ (çözünmüş)	(mg/L)	480	300	200
KOİ (askıda)	(mg/L)	720	450	300
BOİ <sub>5</sub>	(mg/L)	560	350	230
KOİ/BOİ <sub>5</sub>	(mg/L)	3,5	2,5	1,5
Toplam Azot (TN)	(mg/L)	100	60	30
NH <sub>4</sub> -N	(mg/L)	75	45	20
Toplam Fosfor	(mg/L)	25	15	6
Ortofosfor	(mg/L)	15	10	4
AKM	(mg/L)	350	220	100
UKM	(mg/L)	480	320	200
Alkalinite	(mg/L)	200	100	50
İletkenlik	(mS/cm)	1200	1000	700
pH		8,00	7,50	7,00

**Tablo 1.2.** Farklı endüstrilere ait işlem basamakları atıksu karakterizasyonu (Bisschops, 2013)

Parametre	Elyaf türü	Yıkama	Ağartma	Boyama	Baskı
KOİ (mg/L)	Yün	5000-90000	-	7920	-
	Pamuk	8000	228-13500	1115-4585	-
	Sentetik	-	-	620	1515
BOİ (mg/L)	Yün	2270-60000	400	400-2000	-
	Pamuk	100-2900	90-1700	970-1460	-
	Sentetik	500-2800	-	530	590
AKM (mg/L)	Yün	1000-26200	900	-	150-250
	Pamuk	184-17400	130-25000	120-190	-
	Sentetik	600-3300	-	140	-
Çözünmüş Organik Karbon (mg/L)	Yün	5800	-	-	-
	Pamuk	-	320	-	-

Sülfat (mg/L)	Pamuk	-	-	1750-2690	-
pH	Yün	7,6-10,4	6	4,6-8	-
	Pamuk	7,2-13	6,5-13,5	9,2-10,1	-
	Sentetik	8-10	-	11,7	-

Tablo 1.1’de ve Tablo 1.2’de de gözlemleneceği gibi atıksuyun ihtiva edebileceği başlıca kirlilik parametreleri şunlardır:

**BOİ (Biyolojik Oksijen İhtiyacı):** Suda var olan oksijenin, yine sudaki mikroorganizmalar tarafından ne kadar hızlı kullanıldığını tespit eden kimyasal bir prosedürdür. Bir başka deyişle, sudaki organik maddelerin, suda mevcut bulunan mikroorganizmalar tarafından parçalanması için gerekli oksijen miktarıdır. BOİ, özellikle çevre mühendisleri bakımından sıklıkla kullanılan bir parametredir. Atıksu arıtma tesislerinin yapımında ve işletilmesinde, BOİ değerlerinden yararlanır. Bir sudaki BOİ miktarının yüksek olması, o suda kirliliğin o derece yüksek olduğunu belirtir.

**KOİ (Kimyasal Oksijen İhtiyacı):** Sudaki yükseltgenebilir maddelerin kimyasal yolla oksitlenmeleri için gerekli oksijen miktarıdır ve evsel ve endüstriyel atıksuların (özellikle endüstriyel) kirlilik derecesini belirlemede kullanılan en önemli parametrelerden biridir. BOİ’den farklı olarak organik maddenin biyokimyasal reaksiyonlarla değil redoks reaksiyonlarıyla oksitlenmesi esasına dayanır. Oksidasyon ortamında karbonlu organik maddeler karbondioksit ve suya; azotlu organik maddeler ise amonyaka dönüşür.

**AKM (Askıda Katı Madde):** Toplam askıda katı madde, su numunesi içerisindeki çökebilen ve çökemeyen katı maddelerin toplamıdır. Genellikle sediment maddeleri, kaya zerreleri, çamur veya kil mineralleri, kolloidal organik madde parçaları ve planktonlardan ibarettir. İnsan faaliyetleri sonucu olarak yüzey sularındaki askıda katı maddelerin miktarı artabilir. Aynı zamanda tarım arazilerinde meydana gelen erozyon da AKM miktarını artırır. Toplam AKM belli bir miktardan sonra genellikle suyun fiziksel olarak kirlenmesine sebep olur. Dolayısıyla suyun bulanıklaşmasını, yoğunlaşmasını, toksiditesini artırabileceği gibi ışık geçirgenliğini ve oksijen miktarını azaltarak fauna ve flora üzerine çökerek su canlılarına zarar verir. AKM’lerin etki derecesi bu maddelerin türüne, miktarına, su canlılarının cinsi ve büyüklüğüne göre değişmektedir (Tan, 2006).

**Sıcaklık:** Genellikle atık su sıcaklığı, kış aylarında hava sıcaklığından daha yüksektir. Yaz aylarında ise hava sıcaklığından daha düşüktür ve sıcaklık bazı kirlilik parametrelerinin ve gazların sudaki çözünürlüğünü etkilemektedir. Ayrıca atıksuların biyolojik olarak arıtılmasında biyolojik aktivitenin dolayısıyla proses verimliliğinin etkilendiği en önemli parametrelerden biri sıcaklıktır.

**pH:** Atıksudaki hidrojen iyonu yoğunlaşmasının bir göstergesidir. Atıksuyun pH değeri biyolojik ve kimyasal arıtma işlemlerinin belirlenmesinde önemlidir. İçme suyunun pH değeri 6–8 arasında, deniz suyunun 8, doğal suların 7 ve evsel atık suyun ise 7–8 arasındadır.

**Alkalinite:** Alkalinite, suyun asit tamponlanma kapasitesinin miktarsal ölçüsüdür ve suyun pH değişimine gösterdiği direncin derecesidir. Su içerisinde çözülmüş bulunan karbonatlar, bikarbonatlar ve hidroksitlerin toplam değerini ifade eder.

**Toplam Karbon:** Bir suyun içerisinde bulunan organik ve inorganik karbonları ifade eder. Karbon bazlı kirlilik miktarının ölçümünü tanımlamak için kullanılan bir terimdir ve karbon atıksuda yaygın olarak bulunan şeker, sakkaroz, alkol, petrol, PVC yapıştırıcı, plastik bazlı türev ürünler vb. organik maddelerin yapı taşıdır. Ayrıca suda bulunan karbonat ve bikarbonat da inorganik karbon kaynaklarıdır (Tan, 2006).

**Renk:** Atıksularda renk oluşumunun kaynağı olan en önemli sanayi kollarından birisi tekstil endüstrisidir. Tekstil endüstrisi atıksuları, üretim birimlerinde kullanılan değişik özellikte boyalar, yüzey aktif maddeler ve tekstil yardımcı maddelerden kaynaklanan yüksek organik madde içerikleri nedeniyle KOİ ve renk olmak üzere değişken kirlilik parametrelerini içermektedir. Renk, atıksu deşarjında mevcut standartlara göre sınırlayıcı bir parametre olmamakla birlikte estetik açıdan bir problem yarattığı gibi suyun yeniden kullanım imkânını da kısıtlamaktadır.

**Toplam Azot:** Su ve atıksularda bulunan azot formları nitrit (NO<sub>2</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), amonyak (NH<sub>3</sub>) ve organik azot ve azot gazıdır. Amonyak azotu ve organik azot analitik olarak birlikte tayin edilerek toplam azot ya da daha doğru bir terimle “Kjeldahl azotu” tespit edilmektedir. Atıksulardaki azotlu bileşikler alıcı ortamlarda ötrifikasyonu hızlandırdığı ve sucul büyümeyi artırdığı için azot içeren kirleticilerin kontrolü ve deşarjında sınırlandırılması önem kazanmıştır. Nitrat iyonunun içmesularında yüksek konsantrasyonlarda (>100 mg/L) bulunması, yetişkinlerde bağırsak ve idrar yollarında

iltihaplanmalara, bebeklerde ise metemoglobinemya adı verilen kalp ve dolaşım bozukluğuna neden olduğu öne sürülmektedir. Fakat buna karşın azot canlıların temel bileşenlerindedir ve biyolojik arıtma tesislerinde belirli oranlarda bulunması zorunlu olan nütrientlerdendir.

**Toplam Fosfor:** Fosfor bileşikleri kazan taşı oluşumu kontrolünde ve su getirmede korozyon kontrolünde kullanılmaktadır. Evsel atıksular; sentetik deterjanlar ve organik madde, bünyesinde bulunan fosfatlar nedeniyle önemli miktarda fosfor içermektedir. Biyolojik arıtma uygulamalarında, özellikle endüstriyel atıksular için, gerekli fosforu sağlamak amacıyla fosfat ilavesi ile BOİ:N:P oranının ayarlanması gerekmektedir. Fosfor bileşikleri ortofosfatlar, polifosfatlar ve organik fosfatlardır. Aşırı fosfor yüzey sularında ötrofikasyona neden olmaktadır (Tan, 2006).

**Tuzluluk:** Boyama işleminde lif üzerine boyanın tutunmasını artırmak için metaller, tuzlar, formaldehit, sülfat, sülfür, yüzey aktifler gibi atıksuda temel kirlilik yaratan kimyasallar suya eklenebilmektedir. Kullanılan boyalar, ozon, azot peroksit, ışık hidrolizi ve klor gibi kimyasallara karşı dayanıklı olmalıdır. Boyama prosesi sonrasında genellikle yüksek renk ve düşük organik madde içeriğine sahip atıksular oluşmaktadır. Genel olarak boyama işleminde elyafın zeta potansiyelini nötröle edici olarak tuz içeren kimyasallar kullanılmaktadır. Genel olarak tekstilde kullanılan tuz içeren kimyasallar; sodyum klorür, sodyum sülfat ve sodyum nitratdır (Kocaer, 2002).

## 1.2.Debi

Atıksu arıtma tesisinin inşa edilmesinden önce tesisin yapılacağı bölgeye ait öncelikle doğruluğundan emin olunması gereken birtakım başlangıç (girdi) verilerinin elde edilmesi gerekmektedir. Atıksu giriş debisi, atıksu karakterizasyonunun ve arıtma tesisi kapasitesinin belirlenmesinde önemli rol oynadığından öncelikle belirlenmesi gereken parametrelerin başında yer almaktadır.

Debi, belirli zamanda belirli bir kesit alanından geçen su miktarını ifade eder. Arıtma tesislerinin projelendirilmesinde debi hesabında uygulanan yöntem, kullanılan su miktarının belirli bir oranının atıksuya dönüştüğü ve bu miktarın belirli bir süre içinde kanala geldiği esasına dayanmaktadır. Evsel su kaynağının debisini bilmek bize o kaynakla alakalı bilgiler verir. Örneğin; geçmiş yıllardaki debisi bilinen bir akarsuyun son dönemlerde debisinde farklılık var ise bu farklılık bize o su kaynağının bulunduğu

havzanın yeteri kadar yağış almadığı, havzada orman varlığının artışından dolayı suyun ağaçlar tarafından tutulduğu veya suyun daha üst noktalardan kullanma amaçlı tutuluyor olması gibi etmenlerle alakalı fikirler verebilir. Bununla beraber eğer bir akarsuyun debisini bilmezsek o akarsuyun üzerinde herhangi bir yapı inşa edemeyiz. Aksi halde mevsimden mevsime değişen debiyle beraber yükselecek olan su yapılarına zarar verebilir, taşkınlara, sellere sebep olabilir (Dağdelen, 2012).

Yerleşim yerlerinde evsel kaynaklı atıksular düşünüldüğünde gün içerisinde saatlik olarak değişen ve tesise gelecek atıksu miktarını gösteren debideki değişim atıksu arıtma tesisi tasarımı açısından önemlidir. Evsel yerleşim alanlarında nüfusun yoğunluğu düşünüldüğünde yoğun nüfus bölgelerinde debi saatlik değişim göstermesine rağmen az yoğun nüfuslu bölgelerde bu durum günlük, haftalık ya da aylık değişimler göstermektedir. Özellikle yaz sezonunda nüfus yoğunluğunun arttığı yerleşim yerlerinde ortaya çıkan evsel atıksu debisi saatlik olarak 3-5 katına, gün içerisinde ortalama olarak düşünüldüğünde hafta sonları 2-3 kat artabileceği ve ay bazında bu tür sezonluk yerleşim yerleri en yüksek debi miktarının ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Kanalizasyon sistemleri düşünüldüğünde bu durumdan debinin etkilenmesi ve tesise girecek olan debideki sezonluk değişim kesinlikle unutulmamalıdır. Kanalizasyon sistemleri evsel kökenli atıksu ile endüstriyel kökenli atıksularının yağmur sularından ayrı olduğu ayırık sistem; bir bölgede açığa çıkan tüm atıkların bir sistem içerisinde birbirlerine boru ve kanallar yardımıyla bağlanan bileşik sistemler olarak ikiye ayrılmaktadır. Bu nedenden dolayı bileşik sistemlerde ayırık sistemlere oranla fazla miktarda su gelmesinden dolayı tesise gelecek olan atıksu debisinde önemli ölçüde değişiklikler olacaktır.

Atıksu karakterizasyonunda önemli bir etkiye sahip olan debinin ölçülmesinde doğru ölçüm metodu seçilip dikkatle uygulanmalıdır.

### **1.2.1. Debimetre ve Akış Ölçüm Cihazıyla Ölçüm**

Atıksuya ait debi ölçümü yapılırken ölçüm cihazının kullanacağı durumlarda debi ölçüm cihazının kalibrasyonunun öncesinde titizlikle ayarlanması ve doğrulundan emin olunması gerekmektedir. Aksi takdirde debi ölçümü öncesinde tekrar yeni bir kalibrasyon yapılması ve debi ölçüm cihazına ait malzemeler tamir edilerek yeni elde edilen verilerle uyumunun kontrol edilmesi şarttır. Günlük debi ölçümü hesaplanmasının istendiği durumlarda otomatik debi ölçer ile gün içerisinde değişen akımlar göz önünden bulundurulurken veriler 5 dakika ile 1 saatlik zaman içerisinde ortalama ölçüm yapılmalıdır.

Atıksu arıtma tesisine giren atıksu debisi 1 veya 2 saatlik ortalama debi ölçümleri ile gün içerisinde değişebilen debi miktarını tespit edilmesini sağlamaktadır.

### 1.2.2. Yüzücü Cisimle Debi Ölçümü

Debi ölçümü için gerekli olan hesaplama Denklem 1.1 de verilmiştir.

$$Q=A.V \dots \dots \dots \text{Denklem (1.1)}$$

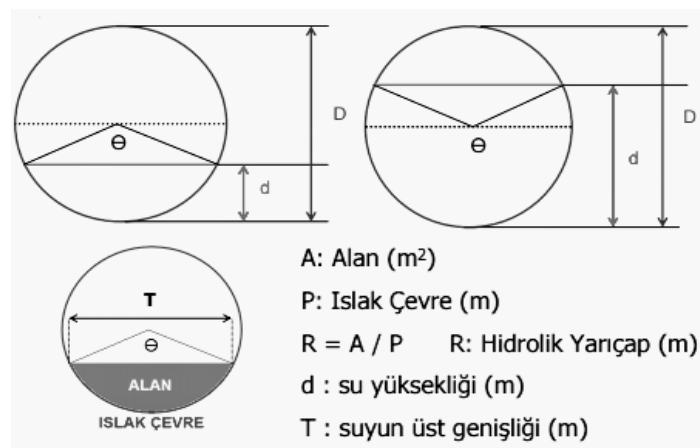
Q: Debi ( $m^3/sa$ )

A: Islak Alan ( $m^2$ )

V: Akış Hızı ( $m^2/sa$ )

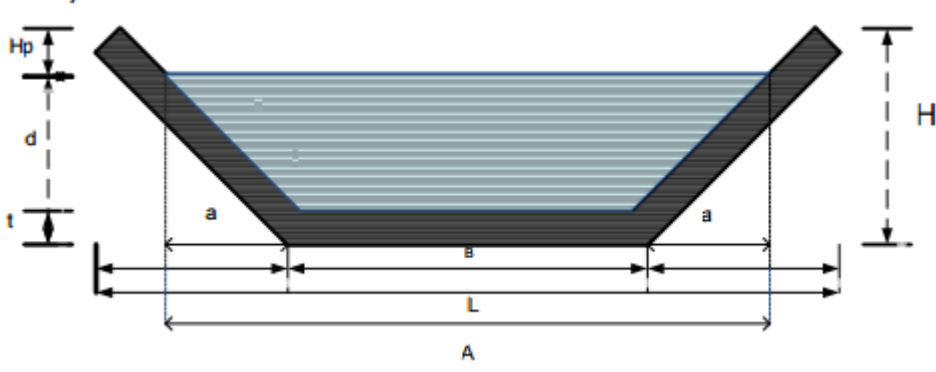
**Akış hızı:** Debiyi hesaplamamız için gereken ilk değer yüzey akış hızıdır. İlk önce tahta parçası veya top gibi batmayan bir cisim bulunur. Önceden ölçülerek hesaplanan ve işaretlenen belirli mesafenin başlangıç kısmından yüzen cisim suya bırakılır ve bu mesafeyi ne kadar sürede kat ettiğine bakılır. Yüzdürülen cismin kanalın ortasında seyrettiğine dikkat edilmelidir. Ölçüm yapılacak kanal düz, homojen olmalı ve kanalda suyun akışını engelleyecek bitki artıkları, yosun vb gibi ölçümün doğruluğunu etkileyebilecek etkenlerden temizlenmiş olmalıdır (Özgür, 2002).

**Islak alan:** Kanalizasyon sistemlerine ait birçok farklı boru şekli kullanılmaktadır. Daire kesit boru tipleri için Şekil 1.1, trapez kesit boru tipleri için Şekil 1.2'deki boyutlar kullanılmaktadır. Islak alanın hesaplanması için ise Denklem 1.2 kullanılır.



Şekil 1.1 Daire kesit borularda ıslak alan hesabı





**Şekil 1.2** Trapez kesit borularda ıslak alan hesabı

**Kesit alanı :**  $(A+B) \times h/2$  .....Denklem (1.2)

Hp – hava payı

d - su yüksekliği

t - beton taban kalınlığı

H - toplam kesit yüksekliği

L - toplam kesit alan genişliği

B - beton taban genişliği

### 1.2.3. Hacmi Bilinen Kaplarla Debi Ölçümü

Bu işlem genellikle az debili borularda, çeşmelerde, sulama sistemlerinin damlatıcı gibi unsurlarında kullanılır. İşlem genellikle bir kişinin yapabileceği kadar basittir. Hacmini bilinen bir kabı su kaynağından doldurulur ve doluş süresini not edilir. Örneğin; 10 sn’de 50 lt su kabımıza dolmuşsa bu kaynağın debisini saniyede 5 lt veya  $0,005 \text{ m}^3$  cinsinden kayıt edebilir (Dağdelen, 2012).

### 1.2.4. İz Maddeler İle Debi Ölçümü

Hız ölçümü yapılacak suya belirlenmiş bir noktadan tuz veya boya ilave edilir. Yüzücülerde olduğu gibi daha önce belirlenmiş mesafe arasını ilave maddesinin kat ettiği süre not edilir ve bu şekilde suyun hızı bulunur. İz maddesinin belirlenmiş mesafeye ilk kez ulaşması ve aynı noktadan son geçiş zamanı da hesap edilir ve böylece ortalama hız bulunmuş olunur. Su içerisinde kolaylıkla fark edilebildikleri için Florensan ve Potasyum permanganat gibi boya maddeleri tercih edilir. Bu yöntem kapalı borularda da uygulanmaktadır.

### **1.3.Numune**

Numune alma; bir ana kütleden rastgele seçilmiş ve daha az sayıda birimden oluşan örneği inceleyerek ana kütleli karakteristik değerleri hakkında bilgi sahibi olma ve böylece genel yargılara ulaşma çalışmalarına denir.

Atıksuyun tamamının analiz edilmesi ne pratiktir, ne de bunun yapılması mümkündür. Bu nedenle numunelerin alınması ve analize hazırlanması önde gelen önemli ve dikkat gerektiren konulardan birisidir. Bu durum alınan numunelerin temsil edici olma zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Temsil yeteneğinden yoksun, usulüne uygun şekilde alınmamış bir numune en gelişmiş enstrümental cihazlarla en duyarlı yöntemlerle analiz edilse bile, yanlış yargılara neden olabileceği gibi para, emek ve zamanında boşa gitmesine yol açar. Bu nedenle numunelerin alınmasında ve analize hazırlanmasında gereken özen gösterilmeli ve numune koruma teknikleri, numune saklama metotları, atıksu analizleri için numune alma esasları usulüne uygun şekilde gerçekleştirilmelidir.

#### **1.3.1. Numune Tipleri**

##### **1.3.1.1.Anlık Numune**

Bir anlık numunede, tüm numune hacmi bir seferde alınır. Anlık numuneler belirli bir zamanda su veya atıksu kompozisyonu belirlemede faydalıdır. Bu durumda atıksuyun bileşimi ve hacmindeki küçük değişimler, bir anlık numunede daha üstün zamanı kapsayan kompozisyonların temsilcisi olabilir. Anlık numuneler ayrı ayrı karıştırılmadan analiz edilir. Örneğin su kalitesi uniform olan bir derin kuyudan büyük su kütlelerinden günde bir kez numune alınması yeterlidir.

##### **1.3.1.2.Kompozit Numune**

Kompozit numune, atıksu analizleri için en yaygın kullanılan numune çeşididir. Özellikle ani, değişken veya düzensiz deşarjların ve işlemlerin olduğu tesislerde kompozit numunelerin alınması gerekir. Çok sayıda numunenin analizi yerine ortalama özellikte tek numune ile analiz yapmaya olanak sağlar. Genel olarak 120 ml olacak şekilde el ile veya örnekleme ihtiyacına bağlı olarak programlanabilen otomatik numune alan cihazlarla 5 dakika, 30 dakika veya 1 saat aralıklarla alınan ve tüm alınan numunelerin tek bir numune kabı içerisinde karışması ile sağlanır. Uyulması gereken yönetmelikler doğrultusunda kesikli çalışma prensibine dayanan atıksularda kompozit numune alınamayan durumlarda

anlık numune almaya başvurulur. Açığa çıkan debi miktarının zaman, mevsim, üretim çeşidine göre ve içerik açısından fazlaca değişim gösteren endüstriyel kökenli atıksular için bu tür durumlar göz ardı edilmemelidir.

**Zaman ağırlıklı kompozit numuneler:** Numune alma dönemi boyunca değişmeyen aralıklarla alınan eşit hacimli anlık numunelerden ibarettir. Zaman ağırlıklı kompozit numunelerin alımı, kanalizasyon suyu veya çıkış suyunun ortalama kalitesi araştırıldığı zaman uygundur.

**Akış ağırlıklı kompozit numuneler:** Numune alma dönemi boyunca hacim ve çıkış suyu akışına orantılı numune hacmi gibi bir yolla alınan ve karıştırılan anlık numunelerden ibarettir. Akış ağırlıklı kompozit numuneler, numune alma amacı kirleticilerin yüklerini belirlemek olduğunda kullanılmalıdır. Bir akış ağırlıklı kompozit numune, numune alma noktasından geçen miktarı belirli çıkış suyundan alınan her bir eşit hacimli anlık numunenin veya numune alma zamanındaki akışa orantılı olarak değişen hacimlerdeki numunelerin sabit zaman aralıkları ile alınması ile elde edilebilir.

Genel olarak belirlenmesi istenen kirlilik parametrelerinin çoğu için ortalama değerde tek bir numune verilerini sağlayan 24 saatlik süre içerisinde alınan kompozit numune kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra kompozit numune kısa zaman içerisinde veya tam periyodik faaliyet için uygun kabul edilen bir numune çeşididir. Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'nde 2 saatlik ya da 24 saatlik kanalizasyon sistemine deşarj standartları ile karşılaştırılmak üzere belirlenen analizlerinin yapılması amacıyla kompozit numunenin ortaya çıkan değerleri karşılaştırılmaya tabi tutulur (Saatçi, 2009).

### **1.3.2. Numune Alımı**

Bir atıksuya veya suya ait numune alım noktasının belirlenmesi numuneye yapılacak analizlerin doğru sonuç verebilmesi için önemli bir husustur. Numune alım noktası genellikle evsel ve endüstriyel atıksuların boru ve kanallar yardımıyla toplanıp o bölgeye ait atıksu sistemine verildiği kesişim noktası veya atıksuların alıcı ortama deşarj edildiği yer olarak kabul edilmiştir. Alıcı ortamdan numunenin alımı; deşarj noktası olarak belirlenmiş yerin atıksuyla tam olarak karışmasından sonra numunenin alındığı nokta olarak belirlenmiştir. Tüm yapılacak analizler göz önünde bulundurulduğunda tam ve doğru sonuç elde edilmesi açısından yerinde ölçüm yapılması gereken sıcaklık, iletkenlik, çözünmüş oksijen gibi parametreler numune alınır alınmaz ölçümü gerekli ekipmanlarla

belirlenmelidir. Numune alınmasında dikkat edilecek bir diğer husus ise numune kabının doldurulması seviyesidir. Hava ile temas etmesi sakıncalı bir durum olacağından organik bileşik analizleri için numune kabının tamamının doldurulması gerekmektedir. Fakat numuneye inorganik madde ve mikrobiyolojik analizler yapılmasının belirlenmesi durumunda analizi yapılacak kirlilik parametreleri göz önünde bulundurulduğunda özelliklerine göre gerekirse numune kabının havalanması ve tam karışım sağlanması amacıyla numune kabı içerisinde bir miktar boşluk bırakılmalıdır.

Numunenin alımından önce yapılacak olan hazırlıklar numune içerisinde bulunan kirlilik değerlerinin değişmemesi ve doğru sonuç vermesi açısından önemlidir. Bu durumda ilk olarak numuneye ait yapılacak analizlerin neden yapılması gerektiğinin belirlenmesi, bu doğrultuda yapılacak analizlerin belirlenmesi, yerinde ölçüm yapılacaksa bu parametrelere ait ölçüm cihazlarının hazırda bulundurulması, yapılacak analizler doğrultusunda ne tür numune alma kaplarının kullanılacağına dikkate alınması ve parametre değerlerinin değişmemesi amacıyla içerisine eklenecek koruyucu maddelerin hazırlanması gerekmektedir. Örneğin; atıksuya mikrobiyolojik analiz yapılacak ise numuneye ait numune kabının dışı koyu renkli, ısı ile tamamıyla steril hale getirilmiş cam şişe kullanılmalıdır. Tüm bu hususların yanı sıra numune alacak personelin sağlık şartlarının etkilenmemesi amacıyla atıksu içerisinde toksin madde bulunabilme ihtimaline karşı gerekli olan koruyucu giysi, eldiven, maske ve ekipmanlar numune alacak personel tarafından eksiksiz bir şekilde numune alım sırasında kullanılmalıdır.

Numune kabının cinsinin “TS EN ISO 5667-3 Klavuzu’nda (bkz. Tablo 1.2) belirtildiği üzere seçilerek alınacak numune ile kabın içerisi en az 2-3 kere çalkalanıp, dökülmelidir. Farklı numunelere ait kirliliklerin birbirleri içerisinde karışmaması ve numuneye ait kirlilik değerlerinin doğruluğunun değişmemesi istendiğinden tüm numune kapları ve numune alımında ve yerinde ölçüm sırasında kullanılan cihazlar numune alım işleminin öncesinde ve sonrasında tamamen ve diğer numunenin etkilenmeyeceğinden emin olunana kadar dikkatlice temizlenmelidir (SKKY, 2011).

### **1.3.3. Numune Saklama Koşulları**

Alınan numuneler içerisindeki tüm parametrelere ait değerlerin değişmemesi için alınan numunelerin en kısa zamanda analizleri yapılmak üzere laboratuvara götürülmesine özen gösterilmelidir. Tablo 1.3’de belirtildiği gibi numunenin alınmasından analizinin yapılması

için belirlenen ve ilgili yürürlükte kabul edilen en uzun bekleme süresi dikkate alınmalıdır.

**Tablo 1.3.** Analiz Türüne Göre Numune Alma ve Koruma Teknikleri (Saatçi,2009)

Parametre	Numune Kabı	En Az Numune (ml)	Bekleme Süresi / Koruma
Asidite	P, C (B)	100	24 saat, +4 °C
Alkalinite	P, C (B)	200	24 saat, +4 °C
BOİ <sub>5</sub>	P, C, BOİ	100	6-48 saat, +4 °C
TOK	C (koyu renkli)	100	HCl ile pH<2, en kısa sürede +4 °C
KOİ	P,C	100	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ile pH<2, 7-28 gün +4 °C
Renk	C	500	24 saat, +4 °C
Florür	P	500	28 gün bekletilebilir, koruma gerekmez
Yağ ve Gres	C, geniş ağızlı ölçülü	1000	HCl ile pH<2, 24 saat, +4 °C
Amonyak	P,C	500	Hemen analiz veya 08 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L ile pH<2, 7 gün +4 °C
Nitrat Azotu	P,C	100	Hemen analiz veya 08 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L ile pH<2, 7 gün +4 °C
Nitrit Azotu	P,C	100	Hemen analiz veya 40 mg HgCl /L ile +4 °C
Organik Azot	P,C	500	Hemen analiz veya 08 ml H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /L ile pH<2, 7 gün, +4 °C
Koku	C	500	Hemen analiz, en fazla 6 saat
Çözünmüş O <sub>2</sub>	C, BOİ şişesi	300	Hemen analiz edilmeli
pH	P, C (B)	50	Hemen analiz edilmeli veya 2 saat, +4 °C
Fosfat	C	100	Hemen analiz veya 40 mg HgCl /L ile +4 °C
Katı madde	P,C	-	-
Sülfat	P,C	100	24 saat, +4 °C
Sülfür	P,C	100	4 damla çinko asetat/100ml ve NaOH ile pH>9, 7 gün
Bulanıklık	P,C	100	Hemen analiz veya +4 °C, karanlıkta 24 saat

\*P: Plastik, C: Cam, (B): Birlikte

Ayrıca numune içerisinde bulunan kirliliklerin numune kabı tarafından adsorpsiyonu, numunenin buharlaşması ve kirliliklerin uçması gibi nedenlerden kaynaklı olarak kayıpların önlenmesi engellemek amacıyla numunenin alınması, saklanması ve taşınması sırasında çeşitli analizler için belirtilen şartlar Tablo 1.3'de verilmiştir.

Numunenin taşınması durumunda; numunenin alındığı nokta ile laboratuvar arasında 4 saatten az bir sürede taşınmasının gerektiği durumlarda numune izotermik bir kap yardımıyla sıcaklığı +5°C /-3°C'de olacak şekilde bir koruyucu ünite içerisinde taşınmalıdır. Fakat 4 saatten fazla taşınma süresi gerektiği durumlarda ise izotermik kap

kullanmak yerine bir soğutucu veya buzdolabı kullanılması uygun görünmektedir. 8 saatten fazla bir taşınma süresi gerektiği durumda ise numune kabının ısı kontrolü sabit tutulmalı ve ara ara kontrol edilerek taşınması gerekmektedir.

Numunelerin korunmasının bazı amaçları vardır. Bunlar:

- Uçuculuğu azaltma
- Biyolojik faaliyeti durdurma
- Çözünürlüğü ve hidrolizi azaltma
- Işık ile bozunmayı önleme gibi mekanizmalara dayanır.

Atıksuya ait numunelerin içerisinde bulunan kirlilik parametrelerinin genel olarak ışık geçirmeyen ve ortam sıcaklığının 0°C ile 4°C sıcaklıklar arasında bulunduğu ortamda bozulmadığı tespit edildiğinden genel olarak numuneler bu sıcaklık değerleri arasında tutulmaktadır. Kullanılacak numune kabının cinsi genel olarak su ile bulunduğu ortamda kendiliğinden çözünmeyen plastik kaplar olumlu birçok özelliğinden dolayı kullanılmaktadır. Fakat deterjanlar, pestisitler, hidrokarbonlar, yağ ve gresten kaynaklanan kirlilikler için numune kaplarının cinsi cam olması gerekmektedir.

#### **1.4.Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi**

Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi; Avrupa Birliği fonları ve ulusal kaynaklar vasıtasıyla Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, AB Türkiye Delegasyonu ve Kahramanmaraş Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü (KASKİ) tarafından yürütülen 2012TR16IPR002-01/SER/31 numaralı Kahramanmaraş Su ve Atık Su Projesi için Teknik Destek ve Danışmanlık Projesi kapsamında kurulmuştur. Tesis, Kahramanmaraş'ın evsel nitelikli atıksularını ileri biyolojik arıtma prensibine göre arıtmak üzere projelendirilmiştir. Kahramanmaraş, endüstriyel atık su üreten önemli sayıda fabrikaya (tekstil, yağ ve süt işletmeleri gibi) ev sahipliği yapmaktadır. Bu tip endüstrilerde oluşan atıksular arıtıldıktan sonra alıcı ortamlara veya kanalizasyon sistemlerine deşarj edilmektedir. Atıksu arıtma tesisi ile tasarım ömrü boyunca nüfusu 1.320.000 olarak tahmin edilen Kahramanmaraş İli merkez ilçesinin kentsel atık suyunun arıtılması planlanmıştır. Ayrıca Kahramanmaraş'ta özellikle tekstil ağırlıklı olmak üzere yoğun endüstriyel üretim yapılmaktadır. Bu tesislerde üretim için kuyulardan ihtiyaç duyulan su temin edilmektedir. Endüstriyel tesislerde açığa çıkan endüstriyel nitelikli atıksular, genel olarak tesislerin kendi atıksu arıtma tesislerinde fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma

işlemlerine tabii tutularak yasal sınırlamalara uygun olarak alıcı ortama verilmektedir. Fakat irili ufaklı 136 adet endüstriyel tesis içerisinde atıksu arıtma tesisi bulunmadığından atıksularını herhangi bir arıtmaya tabi tutmadan il kanalizasyon sistemine deşarj etmektedir. Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisinde hem endüstriyel kaynaklı atıksu hem de evsel kaynaklı atıksuların arıtılması amaçlanmıştır.

Atıksu arıtma tesisinin yapımı 2 aşamalı olarak planlanmaktadır. İlk aşama, 2030 yılı tahmini atıksu arıtma ihtiyaçlarını karşılamak için gerçekleştirilecek olup ikinci aşamanın ise 2045 talebini karşılamak üzere gelecekte inşa edilmesi planlanmaktadır.

Atıksuyun istenilen kalitede arıtılması için AAT, aşağıdaki atık su arıtma proseslerini içermektedir:

- Ön mekanik arıtma
- Birincil sedimantasyon
- Azot giderici aktif çamur prosesi kullanılan biyolojik arıtma
- Biyolojik, kimyasal ve diğer yüksek teknoloji ürünü fosfor giderimi
- Anaerobik çürütücülerle çamur stabilizasyonu
- Çamur susuzlaştırma tesisleri
- Çamur kurutma tesisleri
- Çamur depolama tesisleri.

Atıksu arıtma tesisi aşağıda listelenen bazı arıtma birimlerini içermektedir:

- Kaba elekler, konveyörler, elek presi ve konteynırlar
- İnce elekler, konveyörler, elek presi ve konteynırlar
- Kum ve yağ tutucu tankları
- Giriş debisi ölçme birimi
- Birincil arıtıcılar için dağıtım haznesi
- Birincil arıtıcı tankları, kazıyıcılar
- Aktif çamur tankları için dağıtım haznesi
- Anaerobik karıştırma tankları
- Aktif çamur tankları, üfleyiciler, karıştırıcılar ve difüzörler
- İkincil arıtıcılar için dağıtım haznesi
- İkincil arıtıcılar, kazıyıcılar
- Çıkış debisi ölçme birimi

- Anaerobik çürütücüler
- Gaz tutma tankları
- Gaz kullanım tesisleri ve enerji geri kazanım sistemi
- Çamur depolama tankları
- Polimer depolama ve dozaj tesisleri
- Fazla çamur için mekanik koyulaştırıcı
- Çamur susuzlaştırma birimleri
- Termal çamur kurutma tesisleri

Atık su, AB Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi (91/271 / EEC) ve Türk Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen deşarj standartları karşılandıktan sonra Sır Barajı'nda biten deşarj kanalına boşaltılacaktır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Toplumun hem yaşamsal faaliyetlerini hem de ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla su hayati bir önem taşımaktadır. Evlerde kullanmakta olduğumuz suların %16'sını içme suyu, %28'ini tuvalet ve banyoda, %3'ünü ise diğer alanlar kapsamaktadır (Mayer, 1999). Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2015'de yayınladığı belediyelerle ortak çalıştığı ankete göre Türkiye'de kişi başı günlük ortalama içme suyu tüketimi 203 litre olarak hesaplanmıştır. Artan nüfusun etkisiyle kişi başına düşen su sarfiyatı gün geçtikçe artmaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2016'da verilerine göre kişi başı günlük ortalama içme suyu tüketimi 217 litre olarak hesaplanmış ve gün geçtikçe arttığı gözlemlenmiştir (TÜİK, 2017). Hızla gelişen endüstri alanlarının büyümesiyle hammadde işleme ve yeni ürün üretmek amacıyla kullanılan su tüketim miktarı da hesaba katıldığında açığa çıkan atıksu miktarı göz ardı edilemeyecek oranlara ulaşmaktadır.

Ülkemizde 2000 yılında kişi başına düşen su miktarı  $1652 \text{ m}^3$  olurken, 2030 yılı için Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) nüfusumuzun 100 milyon olacağını öngörmüş ve bu tahmine göre 2030 yılı için kişi başına düşen kullanılabilir su miktarının  $1000 \text{ m}^3$  /yıl civarına düşebileceği söylenebilir (Aküzüm, 2010). Toplumun kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla hem evsel kaynaklı hem de endüstriyel kaynaklı su tüketim miktarının giderek artmasıyla ortaya çıkan atıksuların doğal kaynakları hızla tüketilmemesi amacıyla artırılması durumu kaçınılmazdır. Yeryüzünde bulunan su kaybını azaltmak, deşarj edilecek ortamdaki canlı yaşamına ve yer altı-yerüstü su kaynaklarına zarar verilmemesi amacıyla hem evsel hem de endüstriyel kaynaklı açığa çıkan her türlü atıksu bileşik kanalizasyon sistemleri ile atıksu arıtma tesislerine bağlanmaktadır.

Tablo 2.1'de dünyanın farklı yerlerinde evsel atıksu karakterizasyonunun gerçekleştirildiği literatür çalışmaları özetlenmiştir. Gupta ve ark., (2001) Hindistan'ın 2 milyon 346 bin nüfuslu Jaipur şehrinde yaptıkları çalışmada kullandıkları evsel atıksuyun KOİ konsantrasyonu yaklaşık  $1000 \text{ mg/L}$  bulmuşken, bu çalışmadan farklı olarak evsel atıksuyu arıtmak amacıyla Abomohra ve ark. (2018), Çin'in Shenzhen şehrinde bulunan yaklaşık 3 bin nüfuslu yüksek okulunda daha küçük ölçekli bir atıksu arıtma sistemi kullanarak atıksu arıtma sistemi giriş atıksuyu KOİ konsantrasyonunu ortalama  $179,26 \text{ mg/L}$  olarak tespit etmişlerdir. Shingare ve ark., (2017) 6 ay boyunca yürüttükleri çalışmada 2 milyon nüfuslu Nagpur şehrine ait ve pH değerinin ortalama 7,43 olduğu evsel atıksuyunun BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonunun  $155,6 \text{ mg/L}$  olduğunu belirtmişlerdir.

**Tablo 2.1.** Evsel atıksuya yapılan çalışmalara ait atıksu karakterizasyon derlemesi

EVSEL ATIKSU KARAKTERİZASYONU									
	KOİ (mg/L)	BOİ (mg/L)	TN (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	TOK (mg/L)	TP (mg/L)	pH	Alkalinite (CaCO <sub>3</sub> , mg/L)
Shingare ve ark.(2017).	1350 ± 20	155,6 ± 4,5	-	-	-	-	-	7,43 ± 0,1	-
Lie-yu Zhang ve ark.(2010)	570,0 ± 72,4	285,2 ± 40,2	47,2 ± 10,3	35,7 ± 9,7	0,22 ± 0,14	-	-	-	-
Changyong Wu ve ark.(2007)	182,0	-	84,9	79,1	0,68	-	-	7,56	510,6
Lorena B Guimarães ve ark. (2017)	450	380	-	68	-	-	8	-	-
Yanchen Liu ve ark. (2010)	90–500	35–250	15–60	14–58	0,02–4,5	1,5-6	-	6,8–8,3	220–310
Man-hong Huang ve ark. (2010)	273	96	50–70	-	-	50,3–139	-	7,54 ± 0,4	-
Gupta ve ark. (2001)	1000	-	-	110	-	-	102	7,4	300
Tatsuka Ueda ve ark. (1999)	-	135	34	20	-	59	4	-	-
Abomohra ve ark. (2018)	179,26 ± 9,5	-	94,38 ± 4,41	28,47 ± 1,87	-	-	-	6,8 ± 0,32	-
Annop ve ark. (2014)	390,6 ± 25,3	262 ± 43,7	55,5 ± 5,1	30,9 ± 2,2	-	-	9,5 ± 0,8	7,5 ± 0,1	-

Literatür değerlendirildiğinde Türkiye’de evsel atıksuların karakterizasyonu üzerine yapılan araştırma sayısının oldukça sınırlı olmasından dolayı bu tez çalışması kapsamında Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi’ne gelen atıksuyun içerdiği başlıca kirlilik parametrelerinin belirlenmesi ve karakterizasyonunun oluşturulması amacıyla 467 gün boyunca izleme çalışmaları yapılmıştır.

### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1. Numune Alımı

Bu çalışmada 1 milyon 127 bin nüfuslu Kahramanmaraş şehrine ait Kahramanmaraş Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ) ile temaslarda bulunarak numune alım noktası tespit edilmiştir. Tesisin atıksuyu giriş kanalından seçilen numune alım noktasından haftada 3 gün olmak üzere yaklaşık 1 yıl boyunca kompozit numuneler yaklaşık 3 metre uzunluğunda olan numune alma aparatı (Şekil 3.1) ile alınmıştır. Tesisin giriş numune karakteristiğini çıkarmak amacıyla 2 saatlik süre kapsamında yarım saatlik aralıklarla numune alınıp kompozit numune elde edilmiştir. Her yarım saatte alınan numune miktarı 1 litre olup 2 saat sonundaki kompozit numune hacmi 4 litre olarak ayarlanmıştır. Böylece mevcut atıksu özelliklerinin hem mevsimsel hem de su kullanımda oluşabilecek değişikliklere göre tespiti yapılmıştır. Debi ve kirlilik konsantrasyonları verileri ile günlük kirlilik deşarj yükleri de tayin edilmiştir. Analizler sonucu elde edilen sonuçlarda herhangi bir aksaklığın olmaması ve doğruluğunun sınanması amacıyla tez çalışması kapsamında numune alımlarına başlamadan önce 1 aylık ön çalışma yapılmıştır. Ayrıca analizi yapılan her numune etiketlenerek dolapta yedeklenmiş ve tez çalışması boyunca uygun koşullarda muhafaza edilmiştir.



**Şekil 3.1** Kahramanmaraş Atıksu Arıtma Tesisi numune alma noktası

### 3.2. Debi ölçümü

Bir yüzücü cisim yardımıyla atıksu arıtma tesisi giriş tarafında bulunan rögar kapağı içerisine atılması ve 45 m uzaklıktaki çıkış noktasından yüzücü cismin çıktığı zamanı tutulmuştur. Elde edilen saniye akış hızı olarak kabul edilmiştir. Aynı anda bir mira yardımı ile 2 metre çapındaki kanalizasyon borusunda su seviyesi ölçülmüştür. Elde edilen veriler doğrultusunda dairesel kesit borularda ıslak alan hesabı ile tesise giren atıksu debisi numune alınan her gün için hesaplanmıştır.

### 3.3. Analizler

Tez çalışması kapsamında Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi Giriş Atıksuyu Karakterizasyonu; KOİ, BOİ<sub>5</sub>, AKM, renk (Pt-Co ve RES), sülfat, toplam azot, fosfor, toplam karbon, toplam organik karbon, toplam inorganik karbon, pH, iletkenlik, alkalinite, tuzluluk ve sıcaklık parametreleri ile belirlenmiştir.

#### 3.3.1. Renk Ölçümü

Renk ölçümü için tesisten alınan numuneler santrifüj (Eppendorf Centrifuge 5415R, Hamburg, Almanya) edildikten sonra, HACH-DR 5000 (Hach-Lange, Dusseldorf, Germany) cihazında Pt-Co (465nm) ve RES (436, 525, 620nm) ölçüm yöntemleri ile renk analizleri yapılmıştır.

**Pt-Co metodu ile renk analizi:** Belirlenen zaman aralıklarında alınan 10 ml atıksu numuneleri (HACH-DR 5000) spektrofotometreye yerleştirilerek 125 nolu program seçilmiştir. Kör numune olarak saf su içeren küvet numune haznesine konularak cihaz sıfırlanmıştır. Sıfırlanma işlemi sonrasında kör haznedeki çıkarılarak numune konulmuştur ve okuma işlemi tamamlanmıştır.

#### Deneyin yapılışı:

1. Renk ölçülecek numune ilk olarak filtrasyon ön işlemine tabi tutulur.
2. Daha sonra süzölmüş numune ile spektrofotometrenin cam küveti yıkanır.
3. Süzölmüş numune cam küvete aktarılır.
4. Cam küvetin dış kısmı yumuşak kağıt peçete ile iyice silinmelidir. Cam küvetin dışında herhangi bir parmak izi veya leke kalmamalıdır.
5. Cam küvet spektrofotometreye yerleştirilir ve numunenin 465 nm dalga boyunda absorban değeri ölçülür.

6. Bu ölçme işlemi 3 kez tekrarlanır.
7. Daha önce oluşturulan kalibrasyon denklemi kullanılarak numunenin renk değeri Pt-Co renk birimi olarak belirlenir.
8. Tüm bu işlemler numuneye, standartlara ve blank'e uygulanır.

**RES metodu ile renk ölçümü:** Ön işleminden geçirilmiş (santrifüj) numune 1 inç'lik numune küvetlerine konulmuştur. Numunelere benzer şekilde kör numunesi olarak numune küvetine saf su konularak (HACH) Spektrofotometreye yerleştirilmiştir. Kör numune cihaza yerleştirildikten sonra sıfırlama işlemi gerçekleştirilmiştir. RES analizlerinin yapılacağı farklı dalga boyları (436 nm, 525 nm ve 620 nm) seçilerek ölçüm yapılmıştır. Farklı dalga boylarında elde edilen ABS değerleri kaydedilerek Denklem 3.1'e göre RES değerleri hesaplanılmıştır. (EN ISO 7887).

$$\alpha(\gamma) = \frac{A}{d} \times f \dots\dots\dots \text{Denklem (3.1)}$$

A:  $\lambda$  dalga boyunda su numunesinin absorbansı

d: Küvet kalınlığı (mm)

f: Spektral Absorpsiyon değerini  $m^{-1}$  biriminde elde etmek için faktör ( $f=10000$ ),

$\alpha(\lambda)$ : Spektral Absorpsiyon katsayısı ( $m^{-1}$ )

**Deneyin yapılışı:**

1. Numune 1 inç'lik numune küvetlerine konur.
2. Kör numune olarak küvete saf su konularak spektrofotometreye yerleştirilir.
3. Kör numune cihaza yerleştirildikten sonra sıfırlama işlemi gerçekleştirilir.
4. RES analizlerinin yapılacağı farklı dalga boyları (436 nm, 525 nm ve 620 nm) seçilerek ölçüm yapılır.
5. Farklı dalga boylarında elde edilen ABS değerleri kaydedilerek aşağıdaki formüle göre RES değerleri hesaplanır.

**3.3.2. Toplam Çözünmüş Organik Karbon (TOK) ve Toplam Çözünmüş Azot (TN) Tayini (mg/L)**

Toplam organik karbon ölçüm cihazı (Shimadzu TOC-VCPN, Kyoto, Japonya) ile toplam azot cihazı ( Shimadzu TNM-1, Kyoto, Japonya) kullanılarak tek bir numuneden eşzamanlı olarak toplam çözünmüş karbon ve azot tayini yapılmıştır. Çalışmada TOK miktarını belirlemek için 0,45  $\mu m$  filtreden geçirilmiş 15 ml hacmindeki numuneler

kullanılmıştır. Cihaz kalibrasyonu, analizi yapılacak numunelerin yaklaşık TOK değeri baz alınarak çözünmüş organik karbon kalibrasyonu potasyum hidrojen fitalat ( $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$ ) standardı ile yapılırken inorganik karbon kalibrasyonu ise sodyum hidrojen karbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ) ve sodyum karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) standartları ile hazırlanmıştır. Toplam azot tayini için ise potasyum nitrat ( $\text{KNO}_3$ ) standardı kullanılmıştır.

### 3.3.3. Nitrit, Nitrat, Amonyum, Sülfat ve Fosfat Tayini (mg/L)

Atıksu karakterizasyonu için ham atıksuda mevcut anyon (nitrat, nitrit, sülfat ve fosfat) ve kation (amonyum) tayini gerçekleştirilmiştir. Ölçümler ICS-5000 model İyon Kromatografisi Cihazında (Dionex, Sunnyvale, CA, ABD) gerçekleştirilmiştir. Cihaz, ASRS-300 (4 mm) supresör, iletkenlik dedektörü, IonPac® AG9-HC (4x50mm) guard ve AS9HC (4x250mm) analitik kolon ile donanımlıdır. Analizlerde kullanılan elüent (9 mM  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , 20 mM metasülfonik asit) cihazdan 1 mL/dk debide geçirilmiştir. Cihaz için kullanılan yöntem ile tek enjeksiyonda tüm anyon ve kationlar ölçülebilmektedir. Sertifikalı kalibrasyon çözeltileri ile hazırlanan kalibrasyon eğrileri kullanılarak numunedeki anyon ve kationların konsantrasyonları belirlenebilmiştir.

### 3.3.4. Toplam Askıda Katı Madde Tayini (AKM, mg/L)

Atıksuda tam karışım sağlandıktan sonra belirli miktarda alınan numunenin filtre kağıdından geçirilerek, filtre kağıdının kurutulması sonucundaki tartımı esasına dayanmaktadır. AKM ölçümü Gravimetrik Metoda (2540B, APHA, 2005) uygun olarak yapılmıştır. Filtre kağıdı (0,45 µm çaplı, selüloz asetat filtre) ilk olarak etüvde (Ecocell, EC111, Planegg, Almanya) 103–105 °C’de 1 saat kurutulduktan sonra etüvden alınan filtre kağıdı 30 dakika boyunca desikatörde sıcaklığı ve ağırlığı dengeye gelinceye kadar soğutulmuş ve dijital tartı (Ohaus, Pioneer™, PineBrook, Nj USA) ile tartılmıştır. Ardından reaktörden tam karışım halinde alınan 50 mL’lik numune filtre kağıdından süzülüş ve tekrar 103-105 °C’de etüvde 1 saat kurutularak desikatörde bekletildikten sonra tartılmıştır. Tartımlar sonucunda elde edilen veriler, Denklem 3.2’deki denklem kullanılarak askıda katı madde miktarı hesaplanmıştır.

$$AKM(mg/l) = \frac{(A-B)*1000}{V} \dots\dots\dots Denklemler (3.2)$$

A: Numune+filtre kağıdı ağırlığı (mg)

B: Filtre kağıdı ağırlığı (mg)

V: Numune hacmi (ml)

### 3.3.5. Kimyasal Oksijen İhtiyacı Tayini (KOİ, mg/L)

2,5 ml alınan numune üstüne 1,5 ml parçalama çözeltisi (15,324 gr  $K_2Cr_2O_7$ , 49,95 gr  $HgSO_4$  ve 250,5 gr  $H_2SO_4$  balon jøjeye eklenir. 1000 ml ye tamamlanmış) ve 3,5 ml sülfirik asit-civa sülfat çözeltisi (10,12 gr  $Ag_2SO_4$  balon jöje içerisinde 1000 ml'ye  $H_2SO_4$  ile tamamlanmış) eklenir. Termoreaktörde (ECO 16 Thermoreaktör, Velp Scientifica, Milano, İtalya) 150 °C'de 2 saat bekledikten sonra 600 nm'de HACH-DR 5000 marka spektrometrede (Hach-Lange, Dusseldorf, Germany) 600 nm'de absorbans değeri okutulur. Sonuçların okunmasında 0-1000 mg/L aralığında potasyum hidrojen ftalat ile yapılacak korelasyon eğrisi kullanılmıştır.

#### Reaktiflerin hazırlanışı:

- 1) **Parçalama Çözeltisi (Potasyum Dikromat - Civa Sülfat Çözeltisi):** 33,3 g Civa, Sülfat  $HgSO_4$ , 700 ml saf su ve 167 ml derişik  $H_2SO_4$  (1,84 g/ml) içinde çözülür. Soğutulmuş çözeltiye 10,216 g  $K_2Cr_2O_7$  (105°C de 2 saat kurutulmuş) ilave edilir. Bu çözelti saf su ile 1 litre'ye tamamlanır.
- 2) **Sülfirik Asit - Gümüş Sülfat Karışım Çözeltisi:** 10,12 g Gümüş Sülfat ( $Ag_2SO_4$ ), 1 L  $H_2SO_4$  (1,84 g/ml) içerisinde çözülür. Çözelti kullanmadan 1 gün önce hazırlanmalı ve renkli şişede saklanmalıdır.
- 3) **Potasyum Hidrojen Ftalat (KHP) Stok KOİ Çözeltisi:** 120°C'de sabit tartıma getirilmiş 0.425 g KHP saf suda çözülerek 500 mL' ye tamamlanır. Teorik olarak 1 mg KHP=1.176 mg  $O_2$ /mg. Bu çözelti 1000 mg  $O_2$ /L'nin teorik KOİ'na sahiptir. Buzdolabında saklandığında 3 ay dayanıklıdır.

#### Deneyin yapılışı:

1. 1,5 ml parçalama çözeltisi pipet yardımıyla alınıp cam tüpe eklenir.
2. 3,5 ml sülfirik asit-gümüş sülfat çözeltisi pipet yardımıyla cam tüpe eklenir.
3. 2,5 ml numune içerisinde parçalama çözeltisi ve sülfirik asit-gümüş sülfat çözeltisinin bulunduğu cam tüpe eklenir.
4. Cam tüpün ağzı hava geçirmez kapak ile kapatılıp 2-3 kez çalkalanır.
5. Ayrı bir cam tüpte 1,5 ml parçalama çözeltisi, 3,5 ml sülfirik asit-gümüş sülfat çözeltisi ve 2,5 ml saf su ile kör hazırlanır.
6. Her iki tüp 150 °C'de 2 saat termoreaktörde bekletilir.

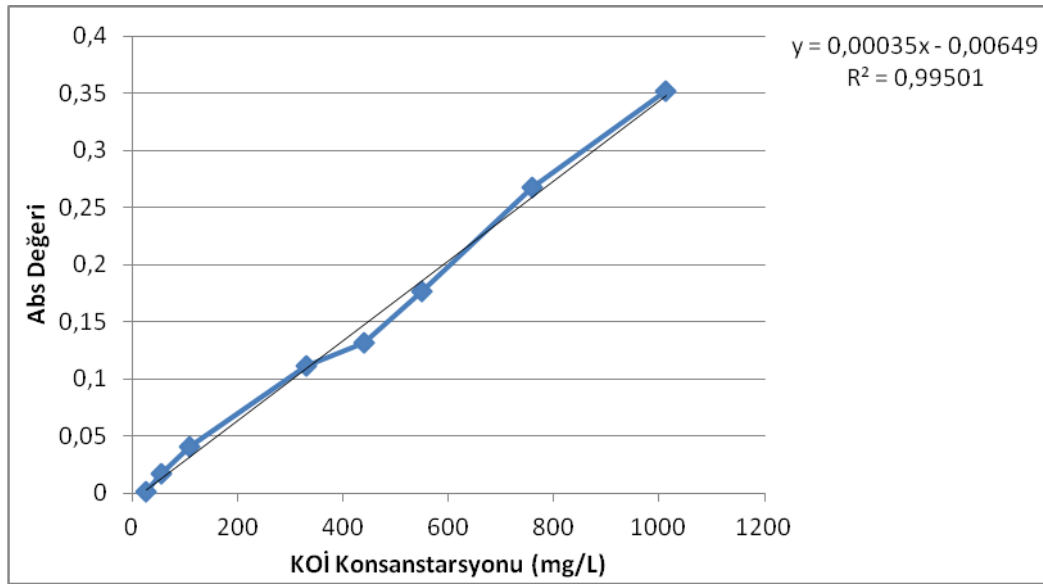
7. 2 saat sonunda termoreaktörden çıkan cam tüplerin soğuma işlemi gerçekleştikten sonra spektrofotometrede 600 nm’de ilk olarak kör ile sıfırlanıp daha sonra numunenin Abs değeri önceden hazırlanan korelasyon eğrisine ait Denklem 3.3’de yerine yazılır. Çıkan sonuç numune içerisindeki KOİ (mg/L) değerini verir.

$$x = \frac{y+0,00649}{0,00035} \dots\dots\dots \text{Denklem (3.3)}$$

x: Kimyasal oksijen ihtiyacı konsantrasyonu (mg/L)

y: Spektrofotometrede okunan Abs değerini ifade etmektedir.

- **KOİ tayini için kullanılan korelasyon eğrisi ve denklemi:**



Şekil 3.2 KOİ tayini için oluşturulan korelasyon eğrisi

### 3.3.6. Biyolojik Oksijen İhtiyacı Tayini (BOİ<sub>5</sub>, mg/L)

#### Yan reaktifler:

- 1) **Fosfat tampon çözeltisi:** 8,5 g KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 21,75 g K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 33,4 g Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O ve 1,7 g NH<sub>4</sub>Cl yaklaşık 500 mL saf suda çözülür, pH 7,2 olacak şekilde 1 L hacme seyreltilir.
- 2) **Magnezyum sülfat çözeltisi:** 22,5 g MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O saf suda çözülür ve 1 L hacme seyreltilir.
- 3) **Kalsiyum klorür çözeltisi:** 27,5 g CaCl<sub>2</sub> saf suda çözülür ve 1 L hacme seyreltilir.
- 4) **Demir klorür çözeltisi:** 0,25 g FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O saf suda çözülür ve 1 L hacme seyreltilir.



5) **Nitrifikasyon inhibitörü:** 2-kloro-6-(triklorometil) piridin

6) **Seyreltme suyu:** Doymunluğa yakın çözünmüş oksijeni bulunmalıdır. Seyreltme suyu şahitleri 24 saatten fazla saklanmamalıdır. Havalandırma, bir hava pompasına bağlı difüzör kullanılarak ya da seyreltme suyunu kısmen dolu bir kaptan şiddetle çalkalayarak sağlanır. Kullanılacağı sırada seyreltme suyu sıcaklığı  $20\pm 3^{\circ}\text{C}$  olmalıdır. Saklama ve havalandırma sırasında organik madde bulaşmaması için azami dikkat gösterilmelidir. 1 L distile suya başına 1 ml fosfat tamponu, 1 ml  $\text{MgSO}_4$  çözeltisi, 1 ml  $\text{CaCl}_2$  çözeltisi, 1 ml  $\text{FeCl}_3$  çözeltisi ve 2-3 damla nitrifikasyon inhibitörü ilave edilir ve pH değeri 7'ye ayarlanır. Seyreltme oranı Tablo 3.1'e bakılarak numunenin tahmini  $\text{BOI}_5$ 'sine göre belirlenir.  $\text{BOI}_5$  deneyinde numune içerisinde kullanılmış suları okside edebilecek uygun mikrobiyolojik toplulukların verilmesi amacıyla aşılama yapılmaktadır. Evsel atıksu, bünyesinde birçok bakteriyi barındırdığından  $\text{BOI}_5$  deneyinde aşılama yapılmasına gereksinim yoktur.

**Tablo 3.1.**  $\text{BOI}_5$  tayini için gerekli seyreltme oranları

Tahmini $\text{BOI}_5$ (mg/L)	Seyreltme Oranı (%)
20 000 - 70 000	0,01
10 000 - 35 000	0,02
4 000 - 14 000	0,05
2 000 - 7 000	0,10
1 000 - 3 500	0,20
400 - 1 400	0,50
200 - 700	1,00
100 - 350	2,00
40 - 140	5,00
20 - 70	10,00
10 - 35	20,00
4 - 14	50,00
0 - 7	100,00

#### **Deneyin yapılışı:**

#### **Aşılama gerekmiyorsa;**

- 1 gün boyunca iyice havalandırılan seyreltme suyunun çözünmüş oksijen cihazıyla ölçülür ve değeri kaydedilir.
- 10 ml numune pipet yardımıyla 500 ml'lik balon jöjeye eklenir ve üstü seyreltme suyu ile doldurulur.

3. BOİ şişesine aktarılan numunenin ağzı sıkıca kapatılır. BOİ şişesinde hiçbir şekilde hava kalmayacak şekilde ağzına kadar dolu olmasına dikkat edilir.
4. 5 günün sonunda BOİ şişesi açılarak çözünmüş oksijen değeri kaydedilir.
5. Birinci gün ve beşinci gün ölçülen çözünmüş oksijen değeri Denklem 3.4'deki yerine yazılarak numuneye ait BOİ<sub>5</sub> değeri belirlenmiş olur.

**Aşılama gerekiyorsa;**

1. 1 gün boyunca iyice havalandırılan seyreltme suyunun çözünmüş oksijen cihazıyla ölçülür ve değeri kaydedilir.
2. 10 ml numune pipet yardımıyla 500 ml'lik balon jöjeye eklenir ve üstü seyreltme suyu ile doldurulur.
3. BOİ şişesine aktarılan numunenin üzerine 1 ml bakteri eklemesi yapıldıktan sonra ağzı sıkıca kapatılır. BOİ şişesinde hiçbir şekilde hava kalmayacak şekilde ağzına kadar dolu olmasına dikkat edilir.
4. Aynı işlemler kör numunesi hazırlamak amacıyla sadece 500 ml seyreltme suyu içerisine 1 ml bakteri eklemesi yapılır ve BOİ şişesinin ağzı sıkıca kapatılır.
5. 5 günün sonunda BOİ şişeleri açılarak çözünmüş oksijen değerleri kaydedilir.
6. Birinci gün ve beşinci gün ölçülen çözünmüş oksijen değeri Denklem 3.5'deki yerine yazılarak numuneye ait BOİ<sub>5</sub> değeri belirlenmiş olur.

**Aşılama yapılmamışsa;**

$$BOİ (mg/L) = \frac{D1-D2}{\frac{Numune hacmi}{BOİ şişesi hacmi}} \dots\dots\dots Denklem (3.4)$$

**Aşılama yapılmışsa;**

$$BOİ (mg/L) = \frac{(D1-D2)-(B1-B2)}{\frac{Numune hacmi}{BOİ şişesi hacmi}} \dots\dots\dots Denklem (3.5)$$

D1= Numunenin şişeye koyulduktan sonraki çözünmüş oksijen değeri (mg/L)

D2= Numunenin 5 gün sonraki çözünmüş oksijen değeri (mg/L)

B1= Körün şişeye konulduktan sonraki çözünmüş oksijen değeri (mg/L)

B2= Körün 5 gün sonraki çözünmüş oksijen değeri (mg/L)

### **3.3.7. Alkalinite Tayini**

20 ml alınan numuneye 2-3 damla metiloranj indikatörü damlatılarak mekanik karıştırıcı üzerinde 0,02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ile titre edilerek sarfiyat miktarı kaydedilip 2320 B standart metodunda belirtilen yöntem ile ölçülmüştür. (APHA, 1998).

### **3.3.8. pH, İletkenlik ve Tuzluluk Tayini**

Tuzluluk, iletkenlik ve pH ölçümleri WTW marka çoklu ölçüm problemleri (WTW Multi 340i, Weilheim, Almanya) ile yapılmıştır.

### **3.4. Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)**

Varyans analizi (Analysis of Variance, ANOVA), üç ya da daha fazla grup ortalaması arasında istatistiksel olarak farklılık olup olmadığını test etmek için kullanılan bir yöntemdir. Amaç, deneyi etkileyen faktör veya faktörlerin etkisinin belirlenmesidir. Deneyi etkileyen yalnız bir tane faktör olduğunda bir yönlü varyans analizi kullanılmaktadır. Varyansları karşılaştırmak için kullanılan F testi (ANOVA testi) kullanılmaktadır. Test sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir P değeri bulunur. P<0,0001 ise gruplar arasında fark olduğunun ortaya konması için çoklu karşılaştırma testleri (Post-hoc testler) kullanılmaktadır. İşlenmesi istenen verilere ait Excel tabloları oluşturulduktan sonra SAS 9 (SAS Ins., 2009) istatistik programı kullanılarak elde edilen verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmaktadır. Tek yönlü varyans analizi sonucunda ortaya çıkan ortalamalar arasındaki farklılıklar %5 önem seviyesinde TUKEY testine göre ortaya konmaktadır.

#### 4. TARTIŞMA VE BULGULAR

Tez kapsamında elde edilen veriler bu bölümde sunulmuş ve tartışılmıştır. Bu çalışmada henüz devreye alınmamış olan Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi giriş atıksu karakterizasyonunun belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 467 gün boyunca alınan her bir numune için BOİ<sub>5</sub>, KOİ, toplam karbon, iletkenlik, AKM, TKM, renk, sülfür, toplam azot, fosfor, pH, alkalinite, nitrat, nitrit, amonyum, sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin tespit edilmesi hedeflenmiştir. Su Kalitesi Yönetimi Yönetmeliği'ne göre atıksu parametreleri ve kirlilik yükleri hesaplanmıştır. Tez çalışması boyunca yarım saatlik aralıklarla toplam 2 saatlik kompozit numuneler alınmıştır ve alınan her numunede kirlilik parametrelerinin değerleri ölçülerek kirlilik yükü belirlenmiştir. Debi değerleri olmadan kirlilik yüklerinin hesaplanması mümkün olmadığından, debi ölçümleri de numune alımı sırasında düzenli periyotlarla yapılmıştır.

Endüstriyel atıksuyun karıştığı bileşik kanalizasyon sisteminde karşılaştırma yapılması açısından aynı gün içerisinde ara kanalizasyon bağlantı noktasından alınan sadece evsel kökenli atıksulara da aynı analizler yapılmış ve grafiklerde değerlendirmeye alınmıştır.

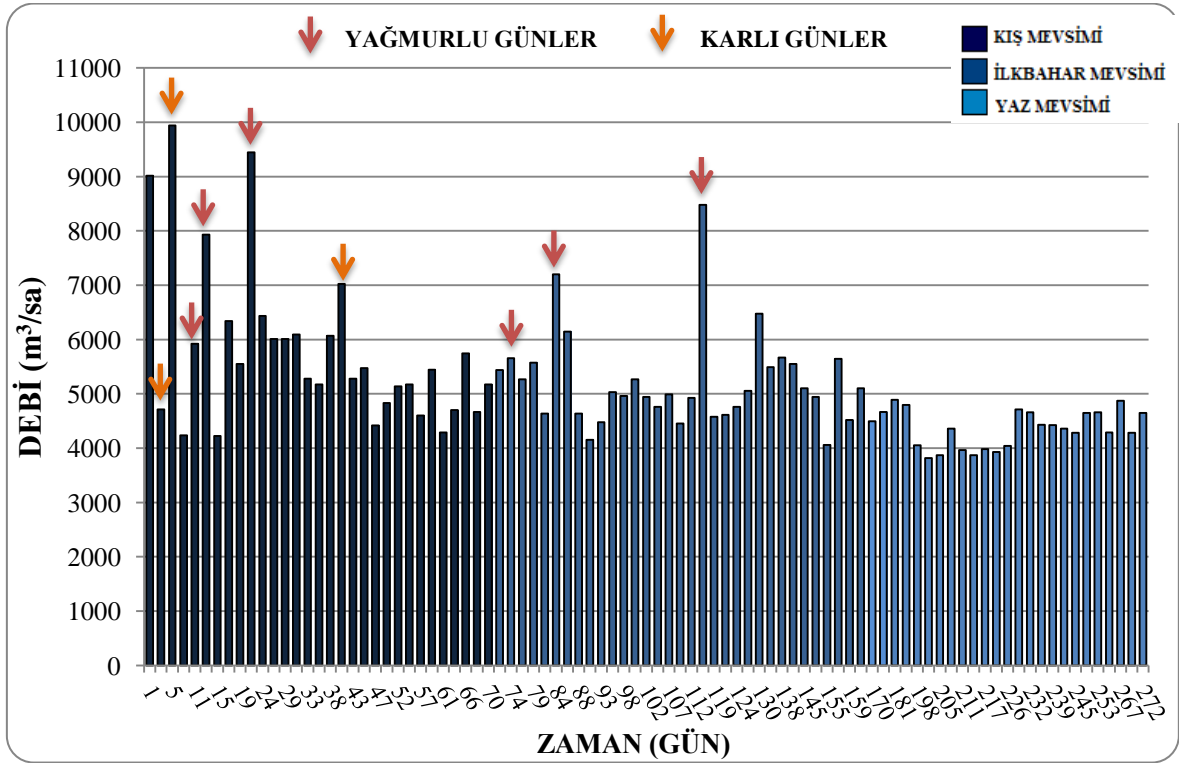
Analizler sonucunda oluşturulan grafikler “Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design (BWT)” (Henze, 2008) ve Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği'ne (SKKY, 2004) (bkz. Tablo 1.1.) göre atıksuyun kirlilik dereceleri düşük kuvvetli, orta kuvvetli ve kuvvetli evsel atıksu özelliklerini belirlenmek üzere karşılaştırmaya tabi tutulmuştur.

##### 4.1. Debi ölçümleri

Evsel atıksular birçok ülkede nüfusa bağlı olarak yüksek debiye ve genellikle düşük kirlilik yüküne sahiptir. Genel olarak birleşik altyapı sistemlerin kullanıldığı bölgelerde yağmur sularının da kanalizasyon sistemine bağlanmasından dolayı arıtma tesisine gelebilecek atıksu miktarında yağışlı havalarda artarken, kurak veya yağışsız geçen mevsimlerde ise atıksu miktarında azalma gözlenmektedir. Yağışlı havalarda önemli miktarda drenaj ve sızıntı suları kanallara girer ve suyun kirlilik özelliklerini önemli ölçüde değiştirir. Hava durumu şartları göz önüne alındığında kış aylarında tesise gelen su miktarının yaz aylarında tesise gelen su miktarından fazla olması beklenir veya mevsimlik üretim yapan endüstrilerin etkisiyle su sarfiyatının ve buna bağlı olarak oluşabilecek atıksu

miktarı debiye etki edecektir. Bu tez çalışması boyunca AAT giriş atıksuyunun debi ölçüm sonuçları Şekil 4.1’de verilmiştir. Çalışma sırasında atıksuya ait debi ölçümü yüzücü cisim ile debi ölçümü yöntemine göre hesaplanmıştır. Şekil 4.1’deki 1.-70. günler kış mevsimini, 72.-162. günler ilkbahar mevsimini, 170.-253. günler yaz mevsimini, 264.-343. günler sonbahar mevsimini kapsamaktadır.

Debi miktarının arttığı zamanlarda tesise gelen su miktarının normal zamanlara göre fazla olması belirli nüfusa ait oluşabilecek kirlilik parametrelerinin seyrelmesine neden olmaktadır ve tesise gelen kirlilik yükünün azalması biyolojik arıtım yapılan tesisler için atıksuyun içerisinde bulunan mikroorganizmalara yeterli substrat miktarının karşılanmaması durumunu ortaya çıkaracaktır. Böylece arıtma tesisinde giderim veriminin düşmesi olası bir ihtimal olarak düşünülmelidir.



**Şekil 4.1** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun debi ölçümleri

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere maksimum debi 9939,93 m<sup>3</sup>/sa, minimum debi 3820,44 m<sup>3</sup>/sa ve ortalama tesise giren atıksu debisi 5191,22 m<sup>3</sup>/sa olarak tespit edilmiştir. Yağışlı günlerde beklenildiği üzere tesise giren atıksu debisinde bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Debi ölçümleri tesise gelen atıksuyun belirlenen yol boyunca yüzen cisim ile elde edilen akış hızı hesaplarına dayandığından 272. gün sonrasında 45 m’lik

kanalizasyon yolu iptal edilerek gelen atıksu arıtma tesisi içerisine verildiğinden debi ölçümleri durdurulmuştur.

Bu çalışma kapsamında AAT giriş atıksuyunun aylık debi ölçüm değerlerine ait istatistik sonuçları Tablo 4.1’de verilmiştir. Yapılan tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre ortalama aylık debi ölçümleri arasında istatistiki açıdan önemli derecede farklılık olduğu gözlemlenmiştir ( $F_{8,74}= 5.60$   $P<0.0001$ ). Tablo 4.1 incelendiğinde Ocak ayında elde edilen ortalama debi ölçüm sonuçlarının istatistiki açıdan Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında elde edilen debi ölçüm sonuçlarına göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek debi ölçümünün Ocak ayında  $6071,45 \text{ m}^3/\text{sa}$  olduğu saptanırken en düşük debi ölçümlerinin Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında sırasıyla;  $4579,72 \text{ m}^3/\text{sa}$ ,  $4062,63 \text{ m}^3/\text{sa}$ ,  $4495,5 \text{ m}^3/\text{sa}$  ve  $4523,8 \text{ m}^3/\text{sa}$  olduğu gözlemlenmiştir. Şubat, Mart, Nisan ve Mayıs aylarında elde edilen ortalama debi ölçüm sonuçlarının diğer tüm aylarda elde edilen ortalama debi ölçüm sonuçlarına göre istatistiki açıdan fark görülmemiştir.

**Tablo 4.1.** AAT giriş atıksuyunun aylık debi ölçümlerine ait istatistik değerler

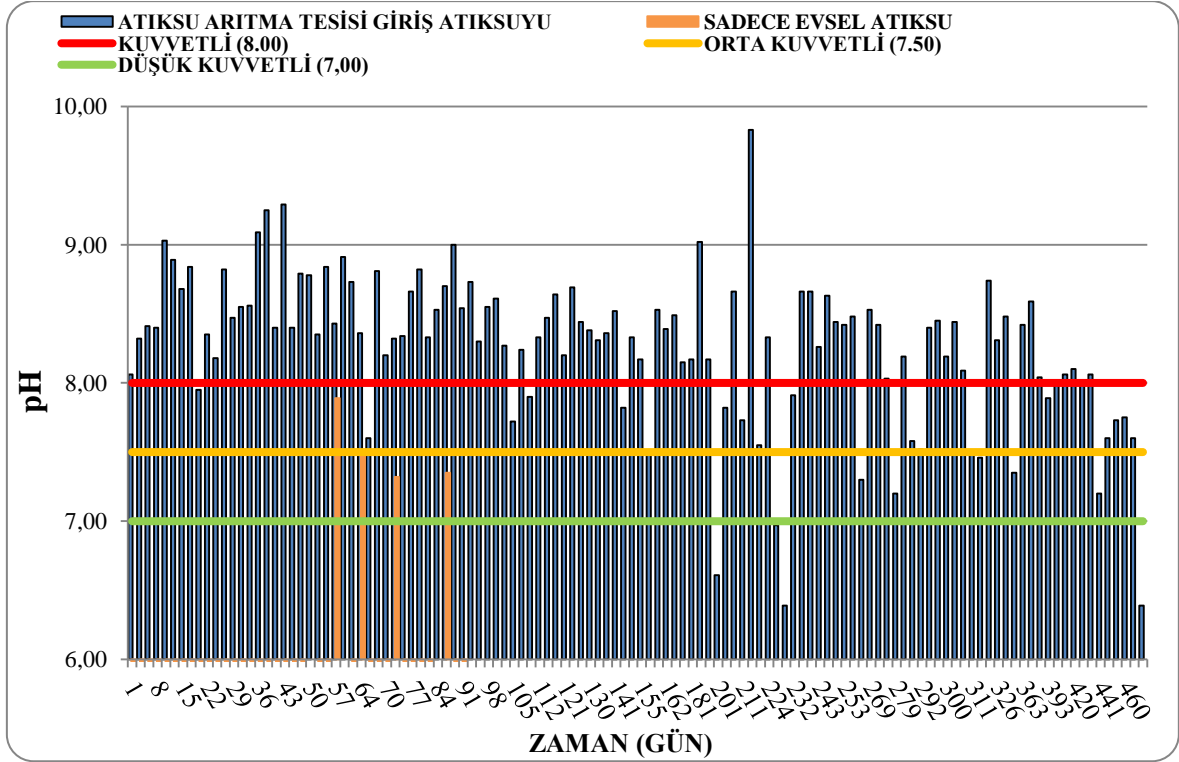
	<b>Aylar</b>	<b>Ortalama (Debi <math>\text{m}^3/\text{gün}</math>) <math>\pm</math> Std. Hata</b>
<b>Yıllık Debi Değişimi</b>	Ocak	$6071.45 \pm 342.1$
	Şubat	$4971.27 \pm 131.3$
	Mart	$5241.93 \pm 205.5$
	Nisan	$5309.09 \pm 395.3$
	Mayıs	$5119.88 \pm 183.5$
	Haziran	$4579.72 \pm 147.6$
	Temmuz	$4062.63 \pm 97.1$
	Ağustos	$4495.5 \pm 59.6$
	Eylül	$4523.8 \pm 143.5$
	<b>F ve P Değeri</b>	$F_{8,74}= 5.60$ $P<0.0001$

\*Verilere tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış olup, ortalamalar arasındaki farklılıklar % 5 önem seviyesinde TUKEY testine göre ortaya konulmuştur.

Tablo 4.1’e bakıldığında AAT giriş atıksuyunun debi ölçümlerine bakıldığında kış mevsiminde ortalama  $5817,59 \text{ m}^3/\text{sa}$ , ilkbahar mevsiminde ortalama  $5228,99 \text{ m}^3/\text{sa}$ , yaz mevsiminde ortalama  $4330,05 \text{ m}^3/\text{sa}$  ve sonbahar mevsiminde ortalama  $4523,89 \text{ m}^3/\text{sa}$  olduğu gözlemlenmiştir.

## 4.2.pH ölçümleri

Evsel atıksular için en ideal arıtım yöntemlerinden biri olan biyolojik arıtım göz önünde bulundurulduğunda atıksu karakterizasyonunda bakılması gereken kirlilik parametrelerden biri de pH'dır. Literatür incelendiğinde biyolojik arıtımın yüksek performansta gerçekleştirilebildiği uygun pH değeri 7 olarak kabul edilmiştir. Bu tez çalışması boyunca AAT giriş atıksuyuna ve sadece evsel atıksuya ait pH ölçümleri Şekil 4.2'de verilmiştir. Bu çalışmada Şekil 4.2'de incelendiğinde sadece evsel atıksuyu yansıtan numunelerde ölçülen ortalama pH değeri 7,52 olarak elde edilmiştir. Gözlemlenen en düşük pH değeri 7,30 iken en yüksek pH değeri 7,90 olarak elde edilmiştir. AAT giriş atıksuyunun ortalama pH değeri 8,28 olarak ölçülmüştür. Tesise ait giriş atıksuyunun en düşük pH değeri 6,39 iken en yüksek pH değeri 9,83 olarak ölçülmüştür. Sadece evsel atıksuyunun pH değeri orta kuvvetli evsel atıksuyunun özelliğini yansıtmasına rağmen AAT giriş atıksuyunun kuvvetli bir evsel atıksuyunun özelliğini yansıttığı tespit edilmiştir. Literatür verilerine bakıldığında evsel atıksularda ölçülen pH değerleri 6-9 aralığında olmaktadır. Ölçülen yüksek pH değerlerinin ise tekstil gibi yüksek pH değerine sahip endüstriyel atıksuların kanalizasyon sistemlerine deşarj edilmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca Şekil 4.2'deki 1.-70. günler kış mevsimini, 72.-162. günler ilkbahar mevsimini, 170.-253. günler yaz mevsimini, 264.-343. günler sonbahar mevsimini kapsamaktadır ve Şekil 4.1'de verilen mevsimsel yağışlar göz önünde bulundurulduğunda mevsimsel değişikliğin AAT giriş atıksuyunun pH'ı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.2).

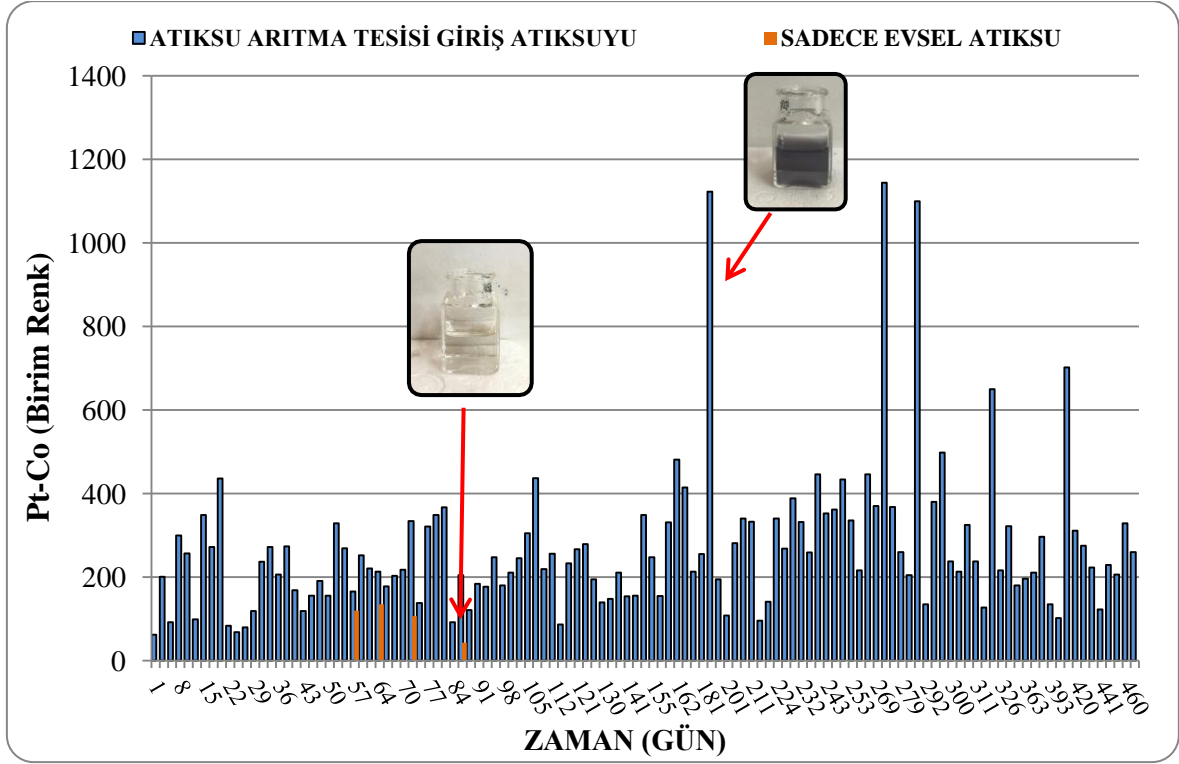


Şekil 4.2 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun pH ölçümleri

#### 4.3. Renk ölçümleri

Alınan numunelere renk parametresi iki farklı birimde ölçülmüştür (Şekil 4.3 Pt-Co ve Şekil 4.4'de RES). Evsel atıksular içerisinde bulunan doğal bileşenlerden kaynaklanan renk genellikle sarı-kahverengi görünüme sahiptir. Fakat tesis girişinde alınan numuneler bazı günlerde lacivert, bazı günler kırmızı, bazı günlerde siyah gibi çok renkli bir görünüme sahiptir. Koyu renkli görünümün Kahramanmaraş bölgesinde en yaygın olarak bulunan tekstil endüstrisi atıksularından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatür incelendiğinde evsel atıksuya ait belirli bir renk aralığı belirlenmemiştir.

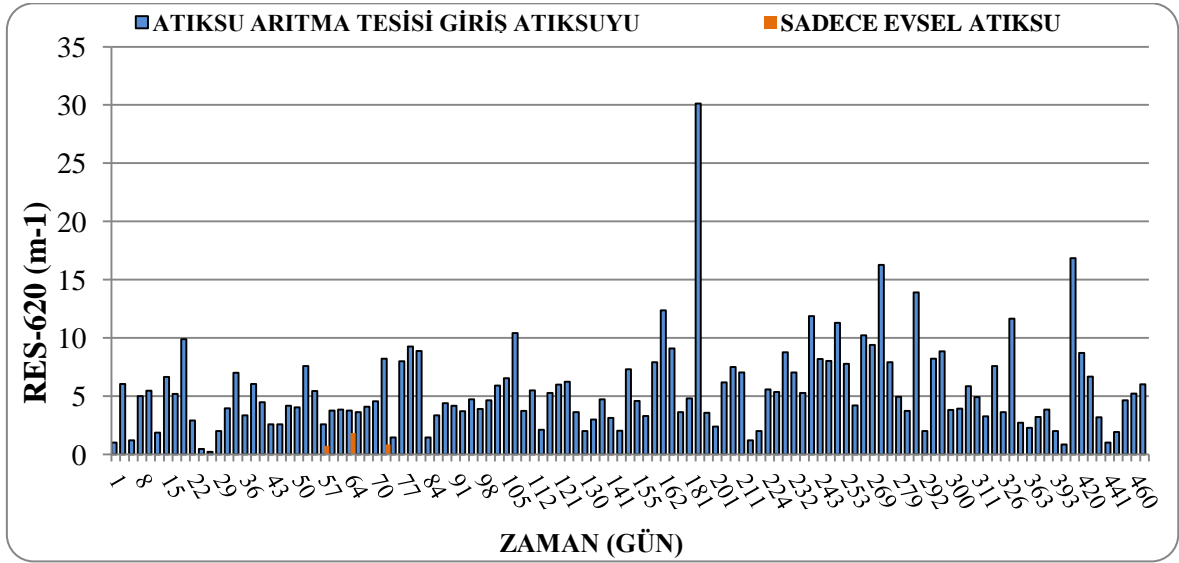
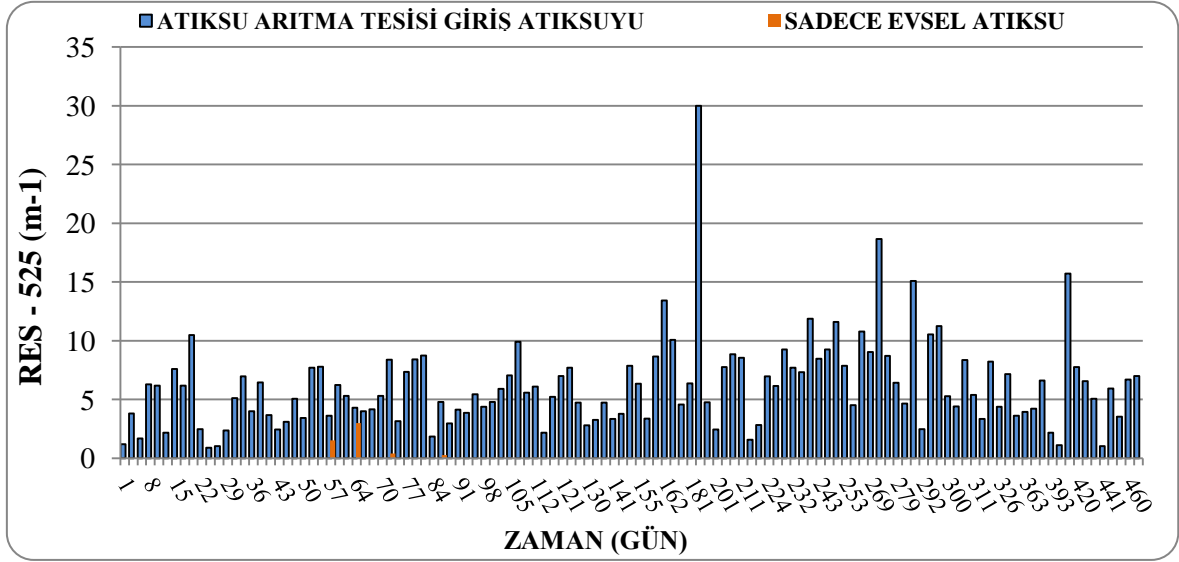
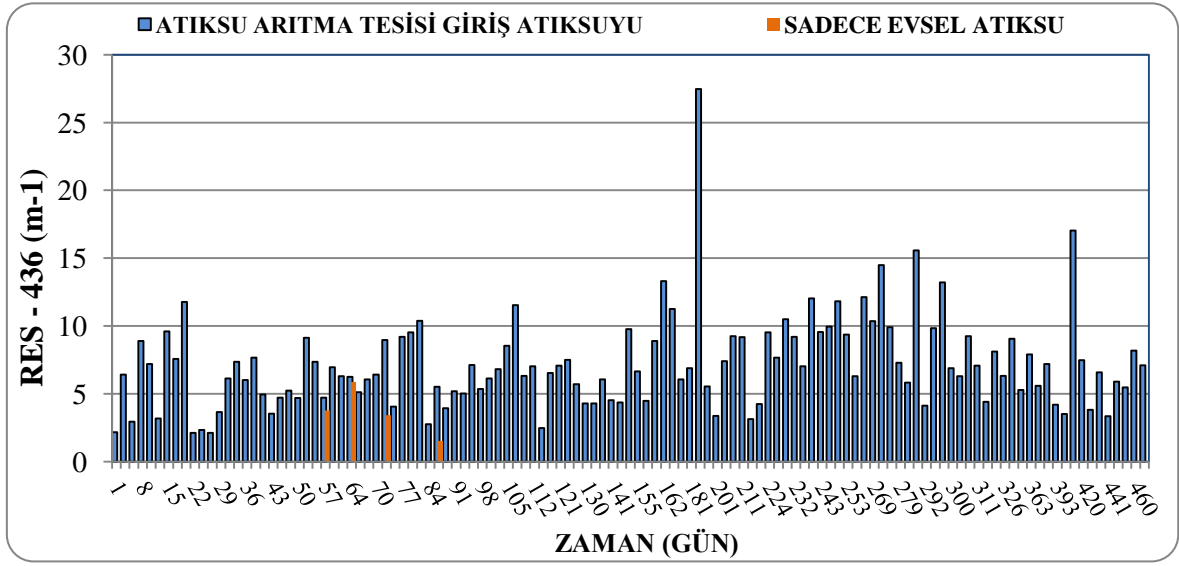




**Şekil 4.3** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun Pt-Co ölçümleri

Şekil 4.3'deki değerler incelendiğinde sadece evsel atıksuya yapılan Pt-Co renk birimine ait ölçümlerinde maksimum 135 Pt-Co, minimum 43 Pt-Co ve ortalama 100 Pt-Co değerinde renk gözlemlenmiştir. AAT giriş atıksuyun 189. günde en yüksek renk değeri 1123 Pt-Co ve en düşük renk değeri 62 Pt-Co olarak ölçülmüştür. Tesise giren atıksuyun ortalama renk değeri 270 Pt-Co olarak gözlemlenmiştir. Gözlemlenen yüksek renk değerleri, kanalizasyon sistemlerine endüstriyel deşarjların olduğunu göstermektedir.

Ayrıca tez çalışması boyunca AAT giriş atıksuyunun mevsimlere göre renk birim değişimi belirlenmiştir. Kış mevsiminde (1-70 günler) AAT giriş atıksuyu renk değeri ortalama 140 Pt-Co, ilkbahar mevsiminde (72-162 günler) ortalama 408 Pt-Co, yaz mevsiminde (170-253) ortalama 253 Pt-Co iken sonbahar mevsiminde (264-343 günler) ortalama 269 Pt-Co'dır. Şekil 4.3'e bakıldığında yağmurlu havada alınan 22. günde renk değeri 84 Pt-Co olarak ölçülmüştür. 209.günde güneşli havada alınan numunede renk değeri 340 Pt-Co olarak ölçülmüştür. Şekil 4.1'de verilen yağışlı havalarda artan debi ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda AAT giriş atıksuyundaki Pt-Co renk değerinde önemli ölçüde azalmalar olduğu gözlemlenmiştir.

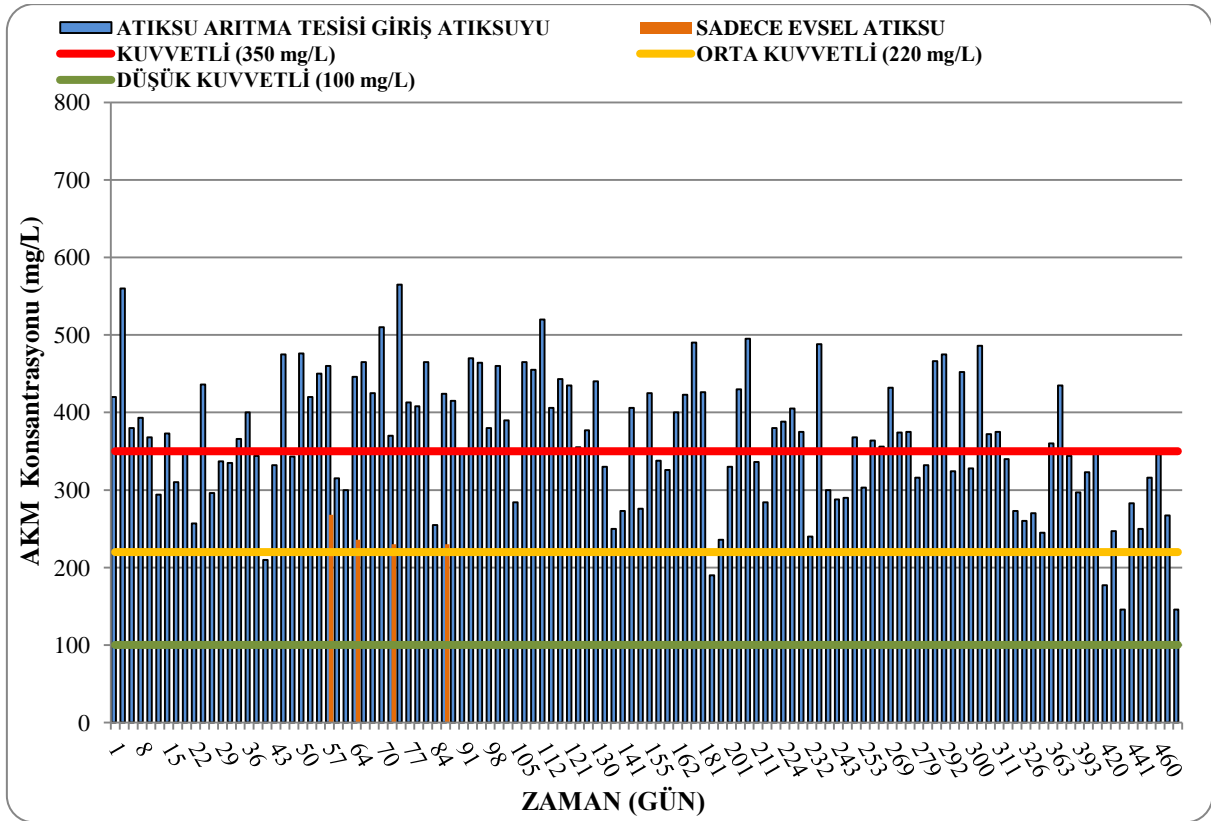


Şekil 4.4 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun RES ölçümleri

Ayrıca Şekil 4.4'deki RES ölçümleri göz önüne alındığında sadece evsel atıksuda RES 436 değeri ortalama  $3,65 \text{ m}^{-1}$  iken atıksu arıtma tesisine giren atıksuyun renk değeri ortalama  $7,17 \text{ m}^{-1}$  olarak ölçülmüştür. RES 525 değerinin sadece evsel atıksudaki değeri ortalama  $1,30 \text{ m}^{-1}$  olarak ölçülmüşken endüstriyel atıksu karıştığında ortalama  $6,15 \text{ m}^{-1}$  e kadar yükseldiği ve RES 620 için ortalama  $0,86 \text{ m}^{-1}$  olan değer, endüstriyel atıksu karıştığında ortalama  $5,53 \text{ m}^{-1}$  değerine kadar çıktığı gözlemlenmiştir.

#### **4.4. Askıda katı madde (AKM) ölçümleri**

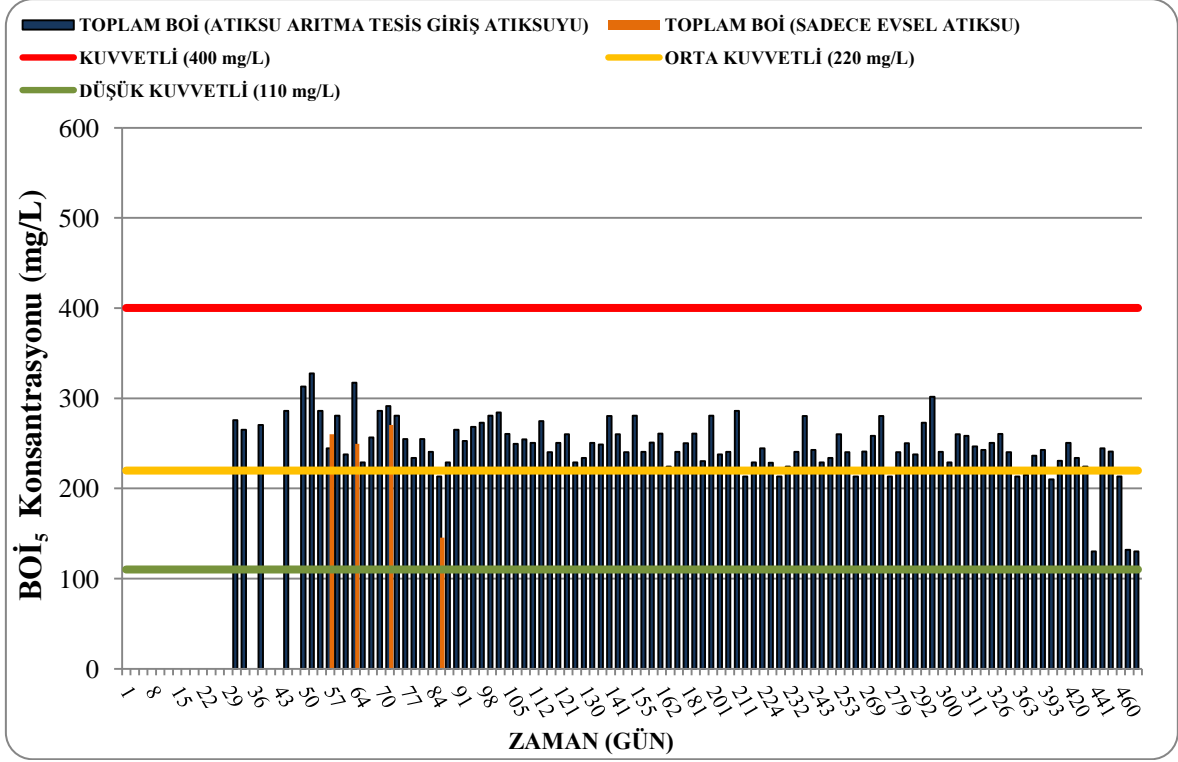
Şekil 4.5'de izleme çalışmaları sonunda elde edilen AKM konsantrasyonuna ait veriler sunulmuştur. Şekil 4.5'deki 1.-70. günler kış mevsimini, 72.-162. günler ilkbahar mevsimini, 170.-253. günler yaz mevsimini, 264.-343. günler sonbahar mevsimini kapsamaktadır. Sadece evsel kaynaklı olduğu bilinen numune alma noktasından alınan numunelerde AKM konsantrasyonu maksimum  $268 \text{ mg/L}$ , minimum  $230 \text{ mg/L}$  ve ortalama  $241 \text{ mg/L}$  olarak ölçülmüştür. Elde edilen bu veriler, atıksuyun orta kirlilikte evsel atıksu özelliğini taşıdığını göstermektedir. Arıtma tesisinin giriş atıksuyunda minimum  $146 \text{ mg/L}$ , maksimum  $565 \text{ mg/L}$  ve ortalama  $367,23 \text{ mg/L}$  AKM konsantrasyonu tespit edilmiştir. Şekil 4.5 incelendiğinde, atıksuyun kuvvetli evsel atıksu özelliği taşıdığı gözlemlenmiştir. Literatür incelendiğinde orta kuvvetli evsel atıksu özelliği gösteren atıksuda ortalama AKM konsantrasyonu  $165 \text{ mg/L}$  olduğu görülmektedir. Shingare ve ark. (2017) altı ay boyunca yürüttükleri çalışma kapsamında Hindistan'da bulunan Nagpur şehrine ait kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip kentsel atıksuda  $655,6 \pm 39,4 \text{ mg/L}$  AKM konsantrasyonu saptamışlardır. Bu tez çalışmasında tesise gelen atıksuda yükselen AKM konsantrasyonunun nedeni tekstil veya kağıt gibi endüstrilerin atıksularını kanalizasyon sistemine deşarj etmesinden kaynaklı olduğu düşünülebilir. Bu çalışmada AAT giriş atıksuyunun AKM konsantrasyonu kış mevsiminde ortalama  $363 \text{ mg/L}$ , ilkbahar mevsiminde ortalama  $385 \text{ mg/L}$ , yaz mevsiminde ortalama  $465 \text{ mg/L}$  ve sonbahar mevsiminde ortalama  $317 \text{ mg/L}$  olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.5'e bakıldığında güneşli havada alınan 70. günde AKM konsantrasyonu  $510 \text{ mg/L}$  olarak ölçülmüştür. 84. günde yağmurlu havada alınan numunede AKM konsantrasyonu  $225 \text{ mg/L}$  olarak ölçülmüştür. Şekil 4.1'de verilen yağışlı havalarda artan debi ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda AAT giriş atıksuyundaki AKM konsantrasyonunda önemli ölçüde azalmalar olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.5 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun AKM ölçümleri

#### 4.5. Biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>) ölçümleri

Biyolojik arıtma yapılması planlanan tesislerde mikroorganizmaların arıtım verimini etkileyen ve biyolojik olarak parçalanabilen organik maddeyi ifade eden BOİ<sub>5</sub> değerleri Şekil 4.6'da verilmiştir. Bu çalışmada sadece evsel kaynaklı atıksudaki BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu minimumun 145 mg/L, maksimum 270,4 mg/L ve ortalama 231,40 mg/L olarak belirlenmiştir. AAT giriş atıksuyun maksimum BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 327,6 mg/L ve minimum BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 130,06 mg/L olarak ölçülmüş iken ortalama BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 249,03 mg/L olarak hesaplanmıştır. Zhang ve ark. (2010), bir yıl boyunca yaptıkları çalışma için Çin'de farklı noktalardan kentsel atıksu alınmıştır. Analizler sonucunda elde edilen BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 285,2±40,2 olarak belirlenmiş ve orta kuvvetli evsel atıksu özelliği taşıdığı gözlemlenmiştir. Bu tez kapsamında elde edilen veriler sonucunda sadece evsel kaynaklı atıksuyun orta kuvvetli evsel atıksu özelliği gösterirken kanalizasyon sistemlerine deşarj edilen endüstriyel kaynaklı atıksuların etkisiyle AAT giriş atıksuyunun orta kuvvetli evsel atıksu özelliği yansıttığı düşünülebilir.



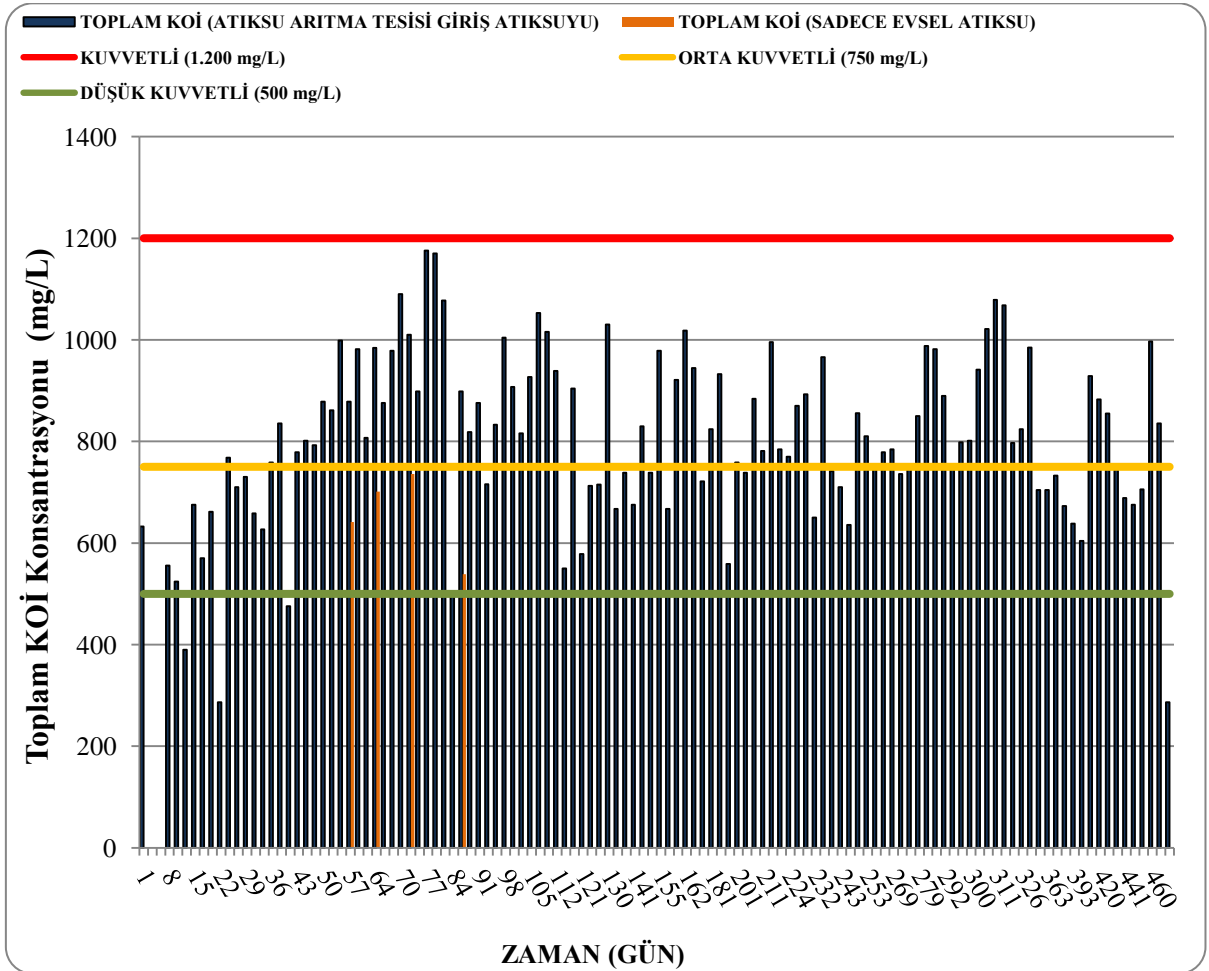
**Şekil 4.6** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun BOİ<sub>5</sub> ölçümleri

AAT giriş atıksuyu karakterizasyonunun belirlenmesinde mevsimsel kava koşullarının etkisi oldukça önemlidir ve bu nedenle tez çalışması 467 gün sürdürülmüştür . 1-70 günler kış mevsimini, 72-162 gün aralığı ilkbahar mevsimini, 170-253 gün aralığı yaz mevsimini ve 264-343 gün aralığı sonbahar mevsimini kapsamaktadır. Ayrıca AAT giriş atıksuyunun BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu kış mevsiminde ortalama 286 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama 276 mg/L, yaz mevsiminde ortalama 242,3 mg/L ve sonbahar mevsiminde ortalama 250,5 mg/L olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.6'ya bakıldığında güneşli havada alınan 64. günde BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 317,2 mg/L olarak ölçülmüştür. Ayrıca yağmurlu havada alınan 84. günde BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 213,2 mg/L olarak ölçülmüştür. Şekil 4.1'de verilen yağışlı havalarda artan debi ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda AAT giriş atıksuyundaki BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonunda önemli ölçüde azalmalar olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4.6. Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ölçümleri

Atıksuda biyolojik olarak parçalanması zor olan kısmı ifade eden KOİ başlıca kirlilik parametrelerinden biri olarak kabul edilmiştir. AAT giriş atıksuyu ve sadece evsel atıksuyu yansıtan numunelere toplam KOİ ve çözülmüş KOİ verileri sırasıyla Şekil 4.7 ve

Şekil 4.8’de verilmiştir. Bu çalışmada Şekil 4.7’de ve Şekil 4.8’de bulunan 1-70 günler kış mevsimini, 72-162 günler ilkbahar mevsimini, 170-253 günler yaz mevsimini, 264-343 günler sonbahar mevsimini kapsamaktadır. Toplam KOİ’ye ait Şekil 4.7’deki verilere bakıldığında sadece evsel atıksuya ait toplam KOİ konsantrasyonu en yüksek 735,69 mg/L, minimum 538,54 mg/L ve ortalama 654,26 mg/L olarak tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre, evsel kaynaklı atıksuyun orta kuvvetli evsel atıksu özelliği taşıdığı söylenebilir. Fakat AAT girişinde alınan numunelere bakıldığında toplam KOİ konsantrasyonu en yüksek 1175,69 mg/L, en düşük 286,87 mg/L ve ortalama 809,51 mg/L olduğu gözlemlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda AAT giriş atıksuyunun orta kuvvetli evsel atıksu özelliği taşıdığı tespit edilmiştir.

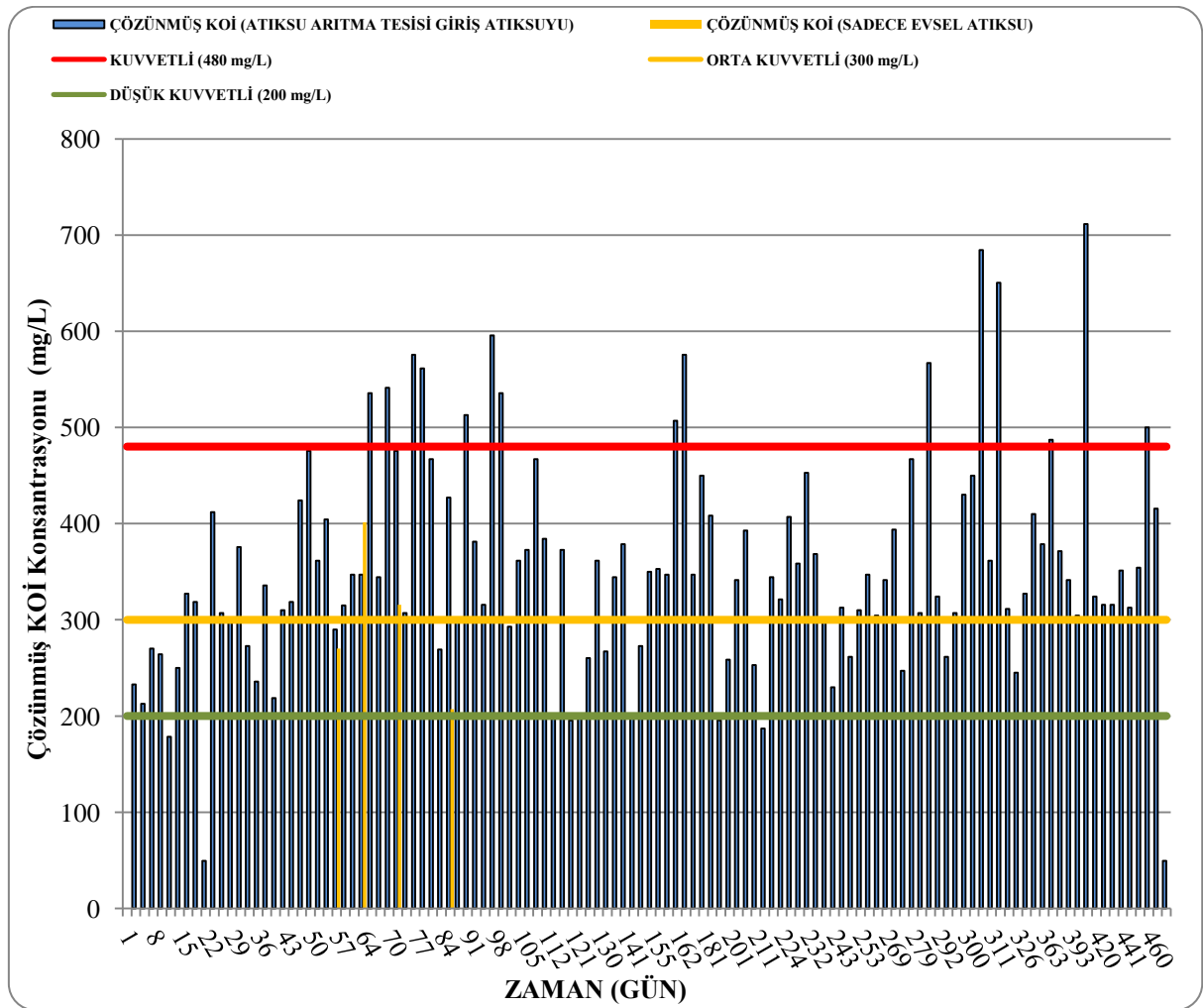


**Şekil 4.7** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun toplam KOİ ölçümleri

Ayrıca AAT giriş atıksuyunun toplam KOİ konsantrasyonu kış mevsiminde ortalama 743,69 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama 859,27 mg/L, yaz mevsiminde ortalama 901,18 mg/L ve sonbahar mevsiminde ortalama 872,83 mg/L olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.7’ye bakıldığında güneşli havada alınan 64. günde toplam KOİ

konsantrasyonu 984,25 mg/L olarak ölçülmüştür. 84. günde yağmurlu havada alınan numunede toplam KOİ konsantrasyonu 286,87 mg/L olarak ölçülmüştür. Şekil 4.1’de verilen yağışlı havalarda artan debi ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda AAT giriş atıksuyundaki toplam KOİ konsantrasyonunda önemli ölçüde azalmalar olduğu gözlemlenmiştir.

Çözünmüş KOİ konsantrasyonu için Şekil 4.8’de verilen değerlere bakıldığında; sadece evsel kaynaklı atıksuda minimum çözünmüş KOİ konsantrasyonu 207,11 mg/L, maksimum çözünmüş KOİ konsantrasyonu 401,4 mg/L ve ortalama çözünmüş KOİ konsantrasyonu 298,54 mg/L olarak gözlemlenmiştir. Endüstriyel atıksuyun karışması durumunda AAT giriş atıksuyun çözünmüş KOİ konsantrasyonu minimum 49,37 mg/L, maksimum 711,37mg/L ve ortalama 356,70 mg/L olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.8 incelendiğinde evsel atıksuyun orta kuvvetli evsel atıksu özelliği taşıdığı, AAT giriş atıksuyunun ise kuvvetli evsel atıksu özelliği taşıdığı tespit edilmiştir.



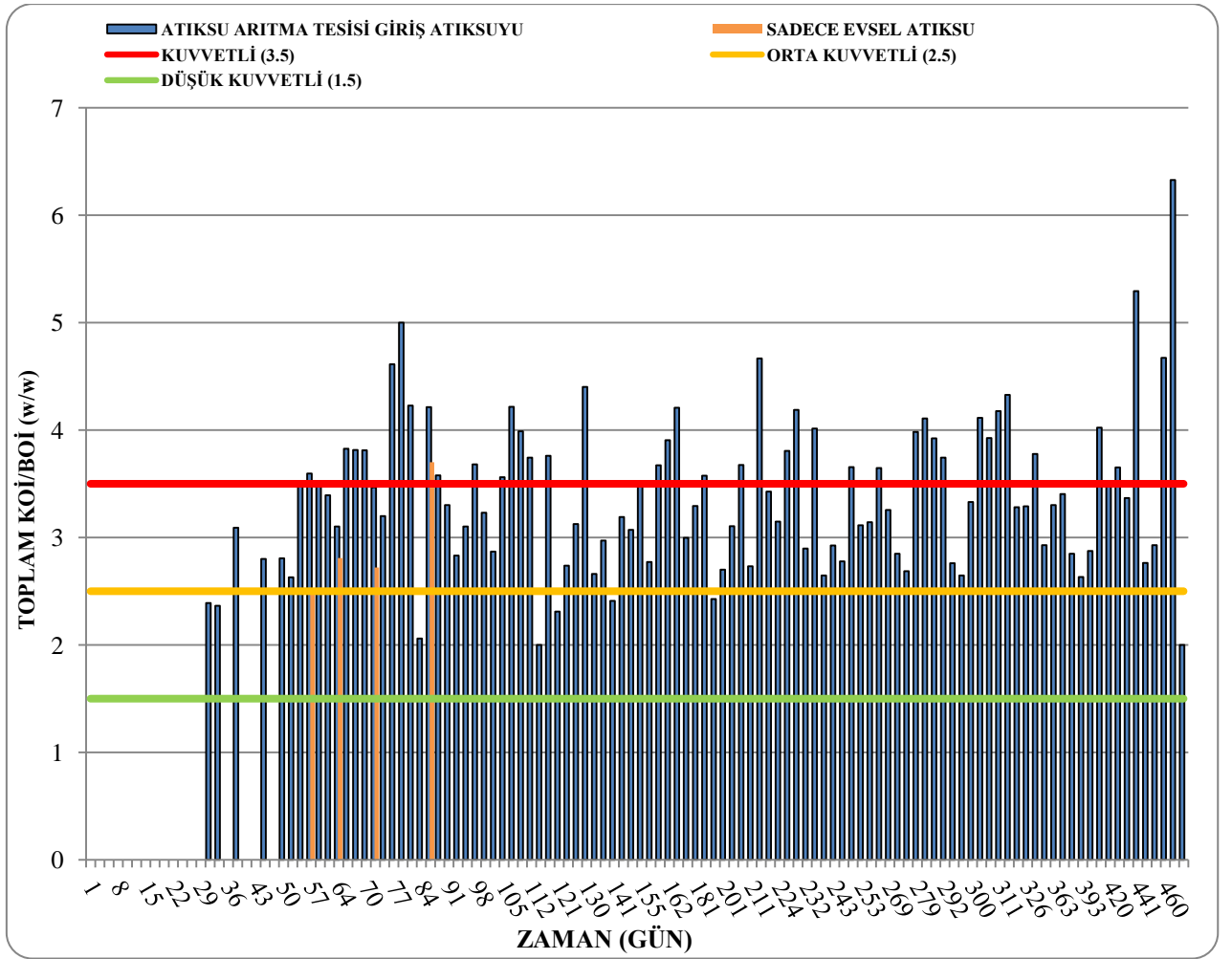
Şekil 4.8 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun çözünmüş KOİ ölçümleri

#### 4.7. Toplam KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı değerlendirmesi

Biyolojik arıtım sürecinde atıksuyun içerisinde bulunan KOİ ve BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonunun birbirlerine oranı atıksuyun biyolojik olarak arıtılabilirliği hakkında fikir vermektedir. Bu nedenle KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı en önemli parametrelerin içerisinde yer almaktadır. Bu tez çalışması boyunca AAT giriş atıksuyuna ve sadece evsel atıksuya ait KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranını Şekil 4.9'da verilmiştir. Şekil 4.9'da bulunan 1-70 günler kış mevsimini, 72-162 günler ilkbahar mevsimini, 170-253 günler yaz mevsimini, 264-343 günler sonbahar mevsimini kapsamaktadır. Şekil 4.9'daki verilere göre sadece evsel atıksuya ait KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranında ortalama 2,92 değeriyle orta kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. AAT giriş atıksuyun ortalama KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı 3,51 değeriyle kuvvetli evsel atıksu özelliği taşıdığı tespit edilmiştir. Literatürde biyolojik arıtma için en uygun KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı 1,5 olarak belirlenmiştir. AAT giriş atıksuyuna ait KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranının evsel atıksuya ait ortalama KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranına göre yüksek değerlerde olması atıksuyun biyolojik olarak arıtılabilirliğinin zor olacağı dşnlebilir.

Bu alışmada Şekil 4.9'daki 1-70 günler kış mevsimini, 72-162 günler ilkbahar mevsimini, 170-253 günler yaz mevsimini, 264-343 günler sonbahar mevsimini kapsamaktadır. Şekil 4.1'de verilen yağışlı havalarda artan debi ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda AAT giriş atıksuyundaki KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranında önemli ölçüde azalmalar olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.9'a bakıldığında güneşli havada alınan 64. günde KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı 3,10 olarak ölçülmüştür. 84. Günde yağmurlu havada alınan numunede KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı 2,01 olarak ölçülmüştür. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda yağışın etkisiyle KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı biyolojik arıtma için elverişli duruma geldiği gözlemlenmiştir.

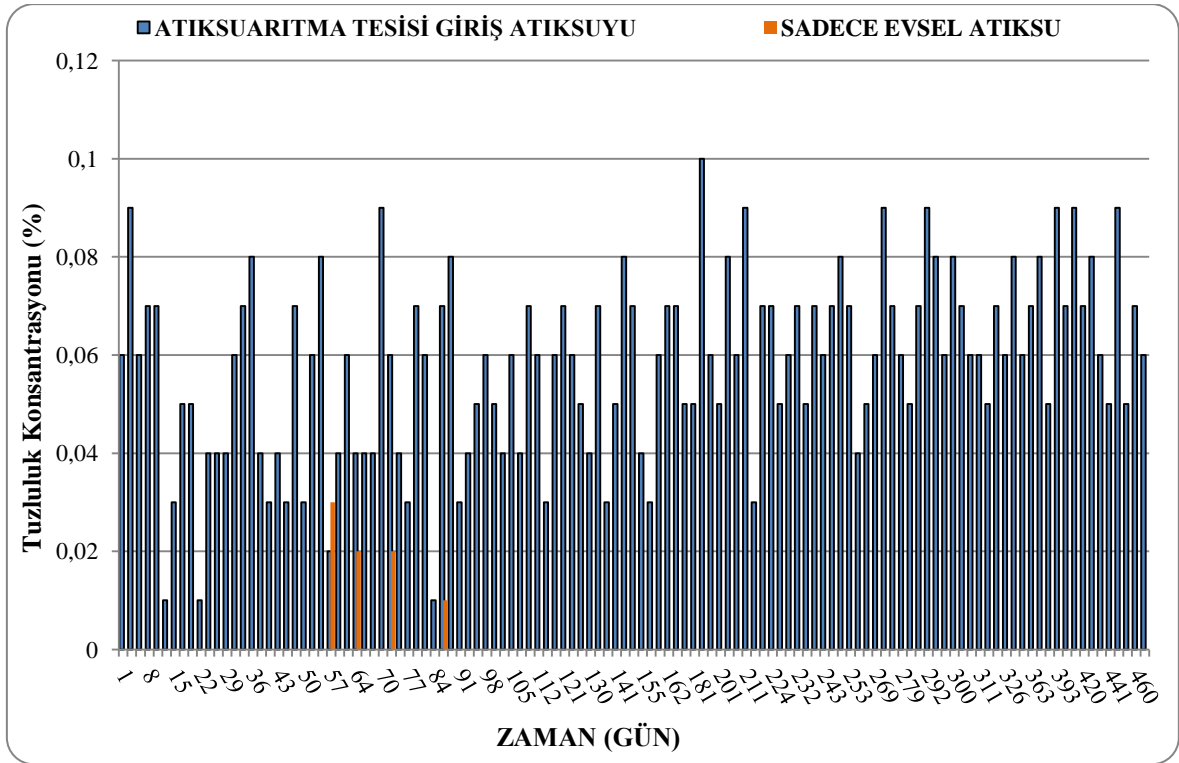




Şekil 4.9 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun toplam KOİ/BOİ<sub>5</sub> ölçümleri

#### 4.8. Tuzluluk ölçümleri

Tekstil, kağıt ve kimya endüstrilerinde üretim sırasında veya sonrasında tuz içeren kimyasallar önemli ölçüde kullanılmaktadır. Evsel atıksu da tespit edilen yüzde tuzluluk konsantrasyonu atıksuya endüstriyel kaynaklı kirliliğin karışma durumu hakkında bilgi vermektedir. Şekil 4.10'daki tuzluluk konsantrasyonuna ait veriler göz önüne alındığında sadece evsel atıksuya ait ölçümlerde ortalama tuzluluk konsantrasyonu % 0,02 olarak tespit edilmiştir. AAT giriş atıksuyuna ait tuzluluk konsantrasyonuna bakıldığında ortalama tuzluluk konsantrasyonu % 0,06 değerine kadar yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu durum göz önüne alındığında evsel atıksuya ait tuzluluk konsantrasyonunun yükselmesinin nedeni endüstriyel atıksuyun kanalizasyon sistemine deşarj edildiğinden kaynaklı olduğu düşünülebilir.



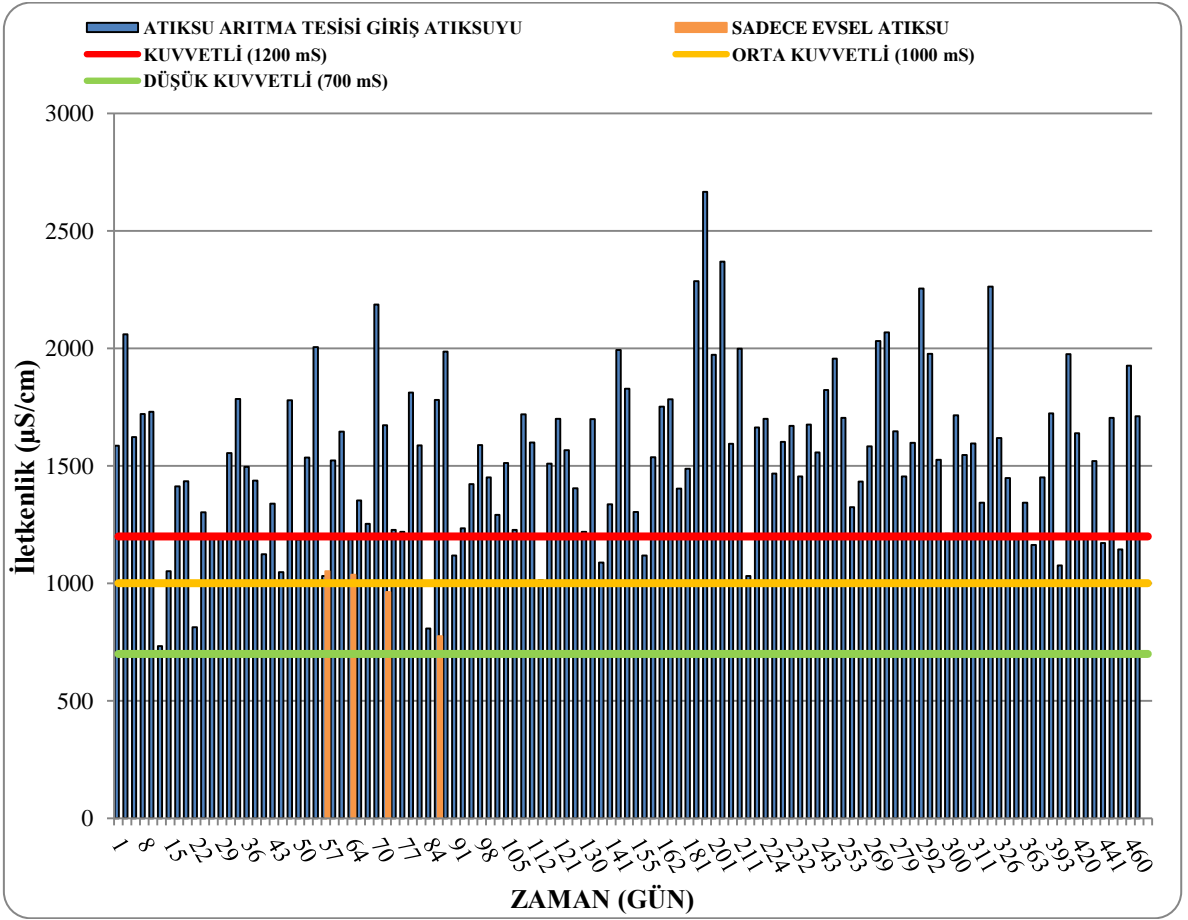
Şekil 4.10 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun tuzluluk ölçümleri

#### 4.9.İletkenlik ölçümleri

İletkenlik değeri; atıksulardaki iyonik bileşiklerin konsantrasyonuna bağlı olduğundan su kalitesi ve saflığı hakkında bilgi vermektedir. Atıksudaki iletkenliği arttıran birçok parametre vardır. Bunlardan biri de su içerisinde bulunan tuz içeren kimyasallardır. Suyun içerisinde tuzun çözünmesiyle kendi iyonlarına kolayca ayrışmasından dolayı bir atıksuyun yüksek miktarda tuz konsantrasyonu bulunması ile suyun iletkenlik değerinde doğru orantılı olarak arttıran bir parametredir. Endüstriyel alanlarda üretim sırasında tuz içeren kimyasallar geniş bir alanda kullanıldığından evsel atıksuya karışması durumunda atıksudaki iletkenlik değerinin yükselmesi beklenmektedir.

Evsel kaynaklı atıksuyu yansıtan numunelere ait en düşük iletkenlik 774,7  $\mu\text{S/cm}$ , en yüksek iletkenlik 1052  $\mu\text{S/cm}$  ve ortalama iletkenlik 956,88  $\mu\text{S/cm}$  olarak ölçülmüştür. AAT giriş atıksuyuna ait en düşük iletkenlik 732,60  $\mu\text{S/cm}$ , en yüksek iletkenlik 2286  $\mu\text{S/cm}$  ve ortalama iletkenlik ise 1538,85  $\mu\text{S/cm}$  olarak ölçülmüştür. Evsel atıksuya ait iletkenlik değerlerine bakıldığında düşük kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahipken AAT giriş atıksuyun kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.11’de belirtilen en yüksek iletkenlik değeri ile en yüksek tuzluluk konsantrasyonuna (bknz. Şekil 4.10) sahip 189.günde iletkenlik değeri ile tuzluluk konsantrasyonu arasındaki ilişkinin

doğru orantılı olduğu söylenebilir. Ölçülen bu yüksek değerlerin endüstriyel atıksuların kanalizasyon sistemine deşarj edilmesinden kaynaklı olduğu düşünölebilir.



Şekil 4.11 Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun iletkenlik ölçümleri

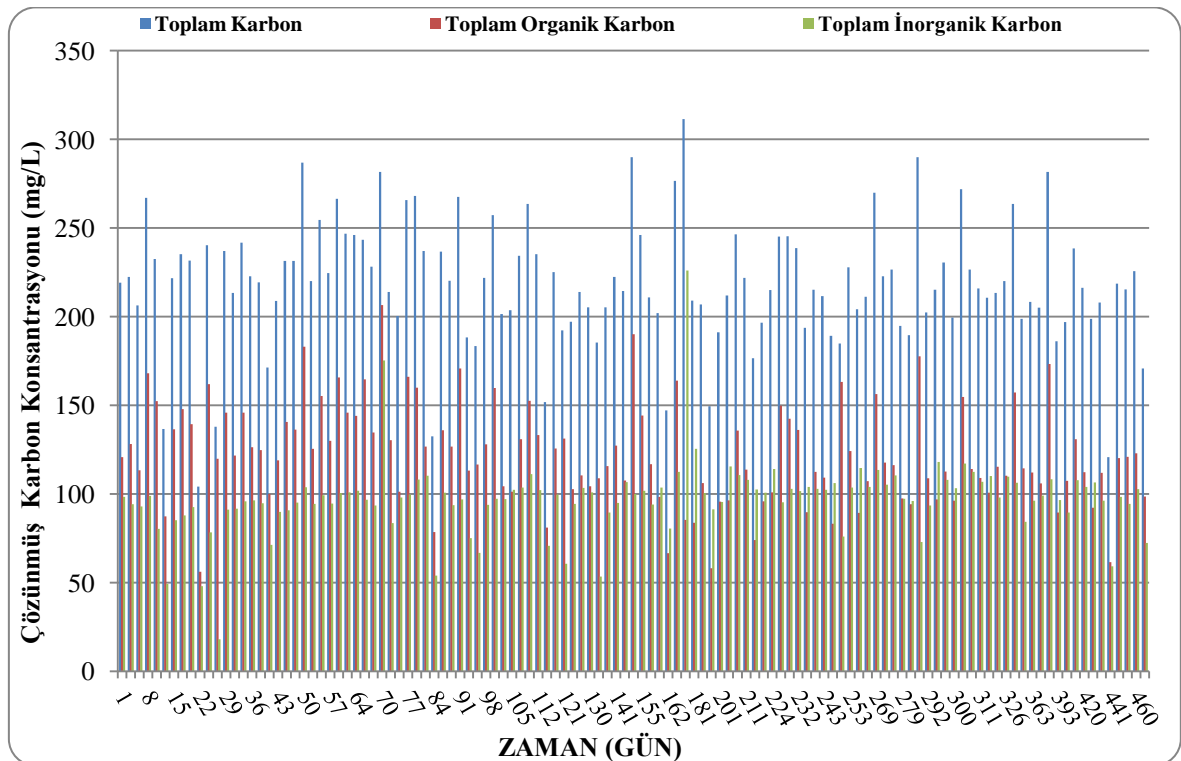
#### 4.10. Toplam karbon ölçümleri

Atıksudaki organik içeriğın belirlenmesinde toplam karbon miktarı göz önüne alınmaktadır. Biyolojik arıtmanın kullanıldığı arıtma yöntemlerinde mikroorganizmaların hem çoğalmaları hem de büyümeleri amacıyla substrat kaynağı olarak kullanıldığı atıksularda toplam karbon miktarı önemli bir parametredir. Bu nedenle atıksuda toplam karbon miktarı azaldığında atıksuyun biyolojik arıtım verimini olumsuz yönde etkileyecektir.

Toplam karbon konsantrasyonu hem organik karbon hem de inorganik karbon konsantrasyonunu içermektedir. Bu nedenle toplam karbon, organik karbon ve inorganik karbon konsantrasyonuna ait veriler Şekil 4.12’de birlikte verilmiştir. Bu çalışmada Şekil 4.12’de verilen atıksulardaki çözülmüş toplam karbon konsantrasyonuna bakıldığında

AAT giriş atıksuyunun çözülmüş toplam karbon konsantrasyonu en yüksek 311,40 mg/L, en düşük 104,10 mg/L ve ortalama 218,52 mg/L olarak ölçülmüştür. Sadece evsel kaynaklı atıksuyun çözülmüş toplam karbon konsantrasyonunda en düşük seviye 140,1 mg/L, en yüksek seviye 227 mg/L ve ortalama 185,5 mg/L olarak ölçülmüştür.

Ayrıca bu çalışmada Şekil 4.12'deki 1-70 günler kış mevsimini, 72-162 günler ilkbahar mevsimini, 170-253 günler yaz mevsimini, 264-343 günler sonbahar mevsimini kapsamaktadır. AAT giriş atıksuyunun toplam karbon konsantrasyonu kış mevsiminde ortalama 250,47 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama 180,59 mg/L, yaz mevsiminde ortalama 252,2 mg/L ve sonbahar mevsiminde ortalama 233,85 mg/L olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.12'ye bakıldığında güneşli havada alınan 77. günde toplam karbon konsantrasyonu 265,8 mg/L olarak ölçülmüştür. Ayrıca yağmurlu havada alınan 116. günde toplam karbon konsantrasyonu 151,8 mg/L olarak ölçülmüştür. Şekil 4.1'de verilen yağışlı havalarda artan debi ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda AAT giriş atıksuyundaki toplam karbon konsantrasyonunda önemli ölçüde azalma olduğu gözlemlenmiştir.



**Şekil 4.12** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun çözülmüş toplam karbon ölçümleri

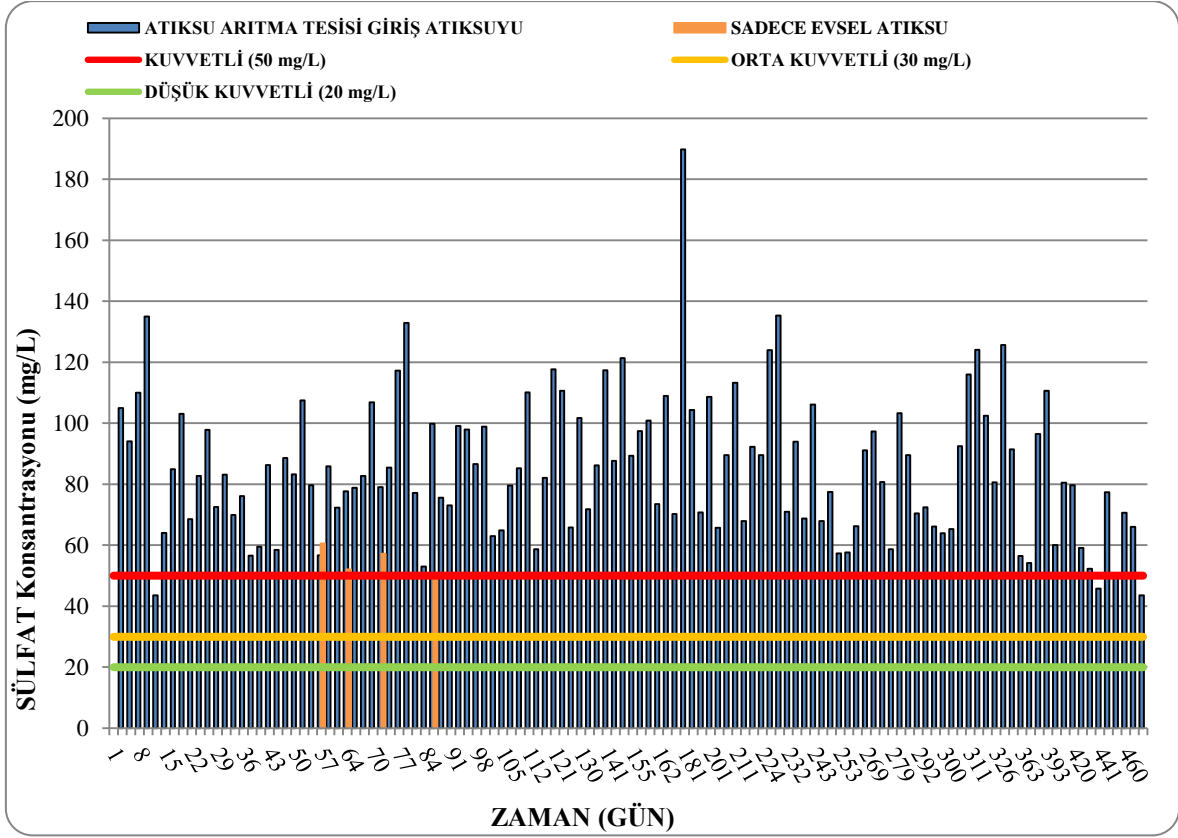
Şekil 4.12'deki veriler incelendiğinde sadece evsel atıksuyu yansıtan numelerde inorganik karbon konsantrasyonu minimum 74,36 mg/L, maksimum 90,94 ve ortalama

80,87 mg/L olarak ölçülmüştür. AAT giriş atıksuyuna ait inorganik karbon konsantrasyonu minimum 17,96 mg/L, maksimum 226 mg/L ve ortalama ve 97,15 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sadece evsel atıksuya ait toplam organik karbon konsantrasyonu en yüksek 143,32 mg/L, en düşük 65,69 mg/L ve ortalama 104,63 mg/L olarak ölçülmüştür. AAT giriş atıksuyuna ait toplam organik karbon konsantrasyonu en yüksek 206,50 mg/L, en düşük 56,20 mg/L ve ortalama 122,19 mg/L olduğu gözlemlenmiştir.

AAT giriş atıksuyuna ait toplam, organik ve inorganik karbon konsantrasyonlarının sadece evsel kaynaklı numunelerdeki toplam, organik ve inorganik karbon konsantrasyonlarına göre yüksek çıkması endüstriyel atıksuyun kanalizasyon sistemine deşarj edilmesinin bir nedeni olarak gösterilebilir.

#### **4.11.Sülfat ölçümleri**

Anaerobik ortamda organik maddeyi hem karbon hem de enerji kaynağı olarak kullanan sülfat indirgeyen bakteriler yardımıyla sülfür gazına dönüştürülür. Ayrıca endüstriyel atıksularda yüksek miktarda bulunan sülfat çevre kirliliği açısından önemli bir parametredir. Alıcı ortama deşarj edildiğinde koku problemine ve korozif yapısından dolayı kanalizasyon borularında korozyona neden olmaktadır. Bu çalışmada kapsamındaki tüm numunelere ait elde edilen sülfat konsantrasyonları Şekil 4.13’de verilmiştir.



**Şekil 4.13** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun sülfat ölçümleri

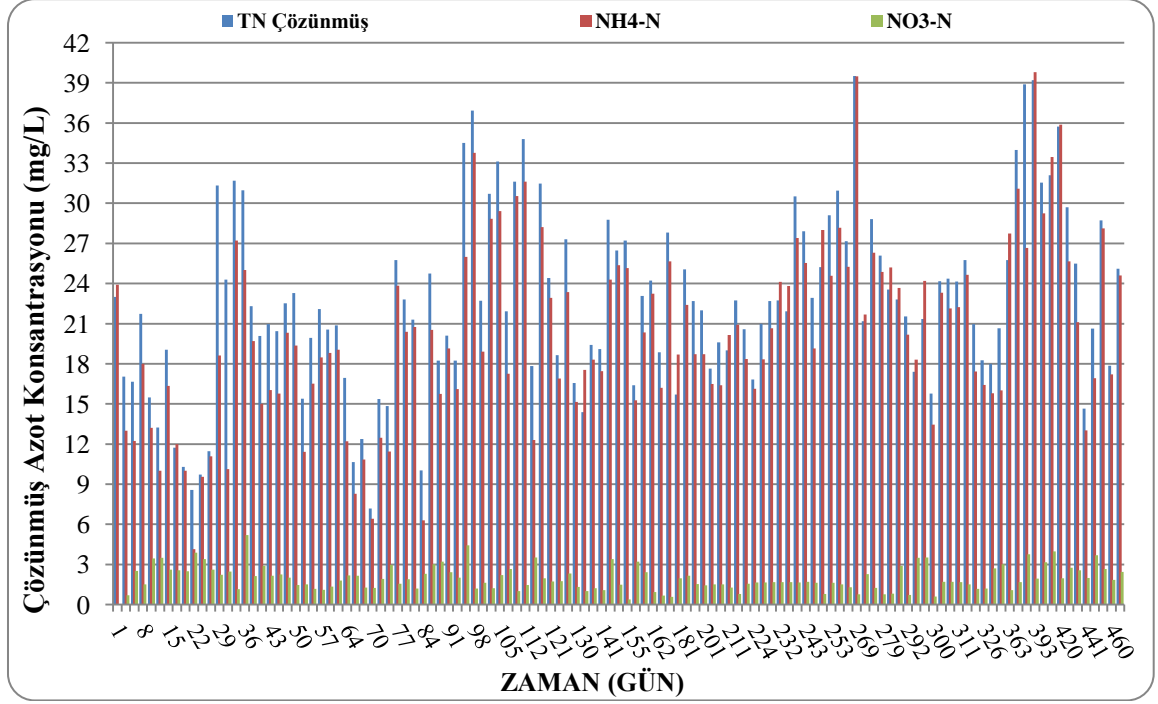
Şekil 4.13'deki verilere bakıldığında AAT giriş atıksuyunda en düşük sülfat konsantrasyonu 43,58 mg/L, en yüksek sülfat konsantrasyonu 189,79 mg/L ve ortalama sülfat konsantrasyonu 85,41 mg/L olarak gözlemlenmiştir. Sadece evsel atıksuya yapılan analizlerde sülfat konsantrasyonu en düşük 50,86 mg/L, en yüksek 60,51 mg/L ve ortalama 50,16 mg/L olarak tespit edilmiştir. Sadece evsel kaynaklı atıksuyu yansıtan numunelerdeki sülfat konsantrasyonuna bakıldığında orta kuvvetli evsel atıksu özelliği göstermişken AAT giriş atıksuyunun kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen verilere göre AAT girişinde artan sülfat konsantrasyonunun, kanalizasyon sistemine deşarj edilen endüstriyel atıksulardan kaynaklandığı söylenebilir.

#### 4.12. Azot ölçümleri

Atıksuya insan atığı, endüstriyel kaynaklı üretim ve tarımsal nedenlerden karışan azotun atıksu içerisindeki formları amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ve nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )'dir. Evsel atıksuda amonyaklı bileşiklerin nitrifikasyonu sonucu yüksek konsantrasyonlarda nitrite rastlanmaz. Evsel atıksuda endüstriyel atıksuyun kanalizasyon sistemine deşarj edilmesinden ya da tarımsal alanda kullanılan gübrelerin yağmur suları ile taşınmasından

dolayı nitrat konsantrasyonu ise eser miktarda bulunmaktadır. Bu çalışmada kapsamında AAT giriş atıksuyuna ve sadece evsel atıksuyu yansıtan numunelere ait toplam azot, amonyum azotu ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) ve nitrat azotu ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ) konsantrasyonları Şekil 4.14’de verilmiştir. Sadece evsel atıksudaki toplam azot konsantrasyonu en düşük 10,89 mg/L, en yüksek 30,5 mg/L ve ortalama 18,89 mg/L olarak ölçülmüştür. AAT giriş atıksuyunda ölçülen toplam azot konsantrasyonu en düşük 7,19 mg/L, en yüksek 39,52mg/L ve ortalama 22,60 mg/L olarak tespit edilmiştir. Tablo 1.1’deki toplam azot konsantrasyonuna ait değerlere bakıldığında hem sadece evsel atıksu hem de AAT giriş atıksuyunun düşük kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Ayrıca bu çalışmada Şekil 4.12’deki 1-70 günler kış mevsimini, 72-162 günler ilkbahar mevsimini, 170-253 günler yaz mevsimini, 264-343 günler sonbahar mevsimini kapsamaktadır. AAT giriş atıksuyunun toplam azot konsantrasyonu kış mevsiminde ortalama 15,09 mg/L, ilkbahar mevsiminde ortalama 19,79 mg/L, yaz mevsiminde ortalama 23,99 mg/L ve sonbahar mevsiminde ortalama 24,47 mg/L olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 4.14’e bakıldığında güneşli havada alınan 112. günde toplam azot konsantrasyonu 34,8 mg/L olarak ölçülmüştür. 22. günde yağmurlu havada alınan numunede toplam azot konsantrasyonu 8,56 mg/L olarak ölçülmüştür. Şekil 4.1’de verilen yağışlı havalarda artan debi ölçümleri göz önünde bulundurulduğunda AAT giriş atıksuyundaki toplam azot konsantrasyonunda önemli ölçüde azalma olduğu gözlemlenmiştir.



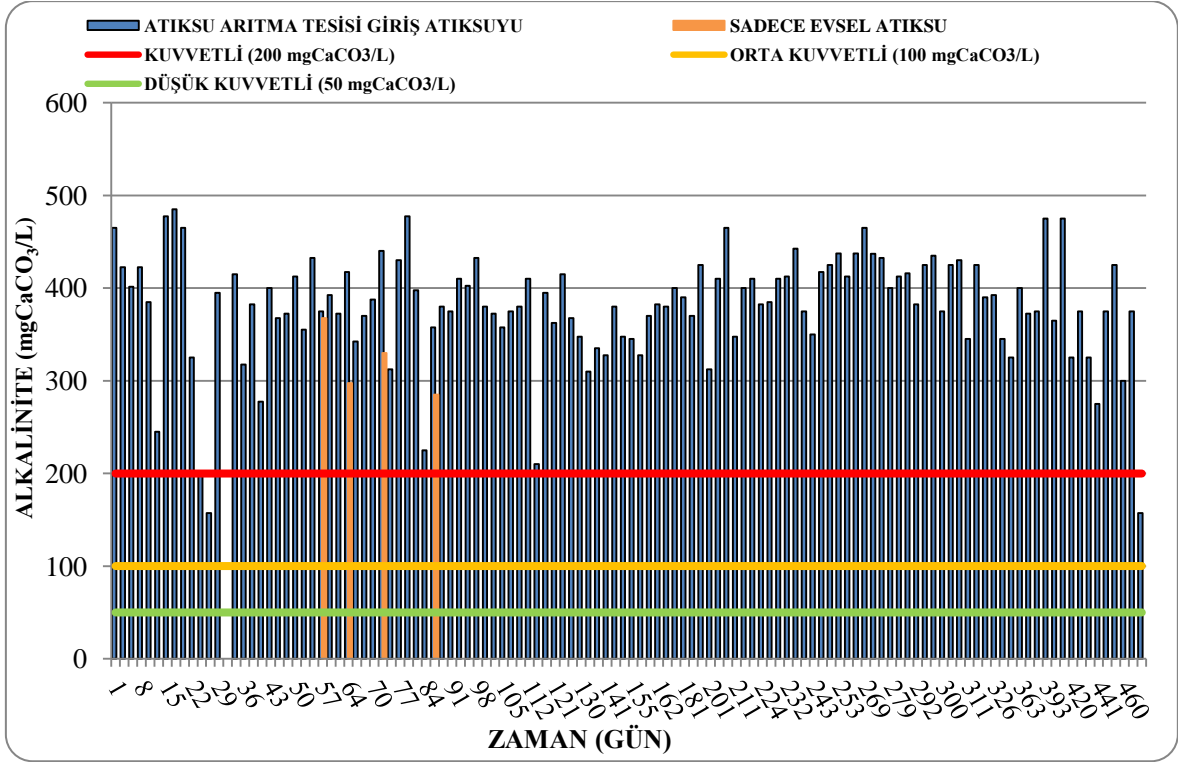
**Şekil 4.14** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun toplam azot ölçümleri

Şekil 4.14’de verilen amonyum azotu ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) konsantrasyonlarına göre; AAT giriş atıksuyunun en düşük  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  konsantrasyonu 4,14 mg/L, en yüksek  $\text{NH}_4\text{-N}$  konsantrasyonu 39,81 mg/L ve ortalama  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  konsantrasyonu 20,26 mg/L olarak ölçülmüştür. Sadece evsel atıksuda en düşük  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  konsantrasyonu 9,25 mg/L, en yüksek  $\text{NH}_4\text{-N}$  konsantrasyonu 30 mg/L ve ortalama  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  konsantrasyonu 16,96 mg/L olarak tespit edilmiştir. Tablo 1.1’de verilen  $\text{NH}_4^+\text{-N}$  konsantrasyonuna ait değerlere bakıldığında hem sadece evsel kaynaklı atıksuyun hem de AAT giriş atıksuyunun düşük kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Endüstriyel atıksuların azot bakımından fakir olması AAT giriş atıksuyunun sınıflandırmasını değiştirmemiştir. Yapılan analizler sonucunda  $\text{NO}_2^-\text{-N}$  konsantrasyonu 0,1 mg/L’den düşük konsantrasyonlarda ölçüldüğünden tez çalışması boyunca ihmal edilmiştir.

#### 4.13. Alkalinite ölçümleri

Bu çalışmada biyolojik arıtımı etkileyen kirlilik parametreleri göz önüne alındığında mikoorganizmanın yaşamsal faaliyetlerini etkileyen faktörlerden biri olan alkalinite için analizler yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında alınan tüm numunelere ait alkalinite değerleri Şekil 4.15’de verilmiştir.





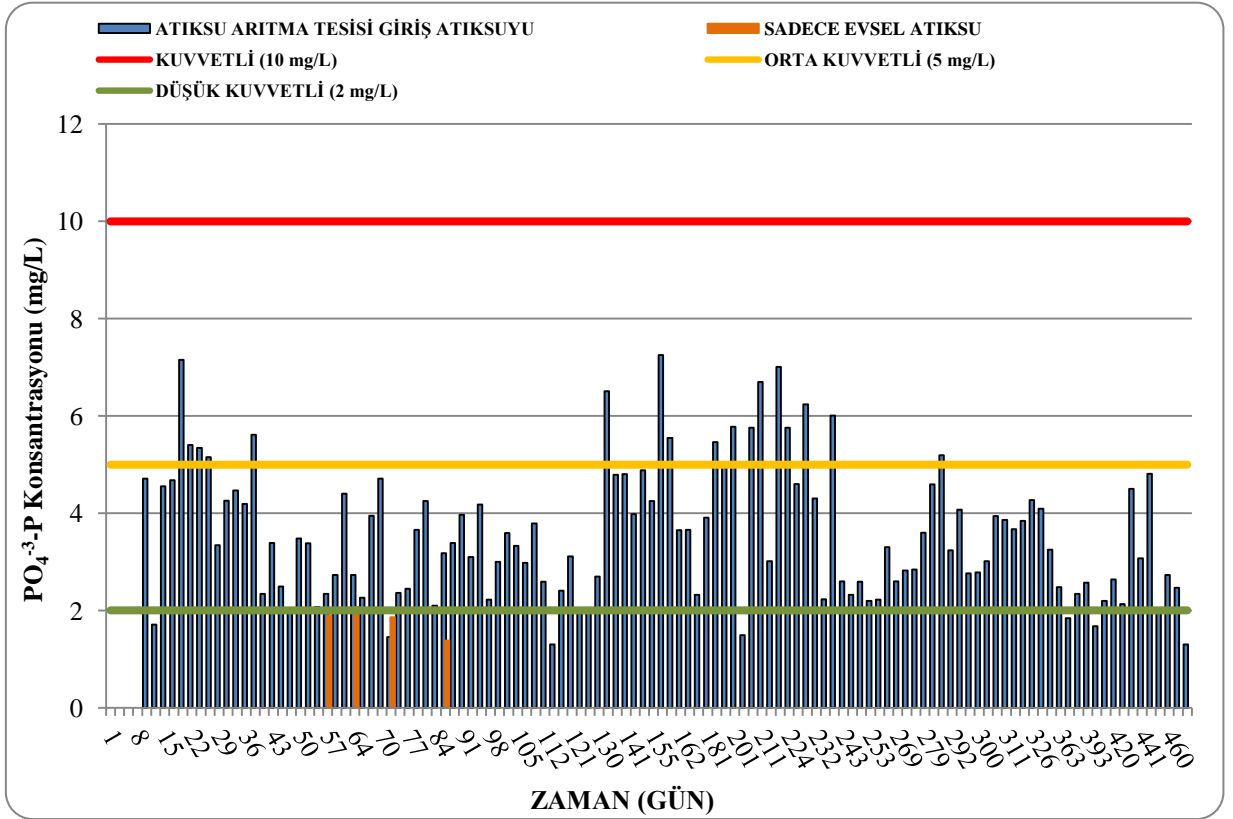
**Şekil 4.14** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun alkalinite ölçümleri

Yukarıda verilen sonuçlara bakıldığında sadece evsel atıksudaki en düşük alkalinite konsantrasyonu 285 mgCaCO<sub>3</sub>/L, en yüksek alkalinite konsantrasyonu 367,5 mgCaCO<sub>3</sub>/L ve ortalama alkalinite konsantrasyonu 320 mgCaCO<sub>3</sub>/L olarak tespit edilmiştir. AAT giriş atıksuyunun alkalinite konsantrasyonu en yüksek 485 mgCaCO<sub>3</sub>/L, en düşük 285 mgCaCO<sub>3</sub>/L ve ortalama 381,90 mgCaCO<sub>3</sub>/L olduğu tespit edilmiştir. Liu ve ark., (2010) bir yıl boyunca Çin'in Hefei şehrine ait kuvvetli evsel atıksu özelliği gösteren evsel atıksu üzerine yaptıkları bir çalışma üzerine alkalinite konsantrasyonunu 220–310 mgCaCO<sub>3</sub>/L arasında bulmuşlardır. Bu çalışmada ise hem sadece evsel atıksuya hem de AAT giriş atıksuyuna ait alkalinite sonuçlarına bakıldığında kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

#### 4.14. Fosfat ölçümleri

Atıksuyun alıcı ortama deşarj edilmesiyle ötrofikasyona neden olan bir diğer kirlilik parametrelerinden biri de fosfordur. Fosfor atıksuyun içerisinde farklı formlarda bulunmaktadır. Fosfat (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>) atıksularda bulunan fosfora ait doğal formlardan biridir. Şekil 4.16'de hem sadece evsel kaynaklı atıksuyu yansıtan numunelerdeki hem de AAT giriş atıksuyuna ait numunelerdeki fosfat fosforu (PO<sub>4</sub><sup>-3</sup>-P) konsantrasyonlarına yer verilmiştir.

Şekil 4.16'da verilen AAT atıksuyuna ait veriler incelendiğinde  $PO_4^{-3}$ -P konsantrasyonu en düşük 1,30 mg/L, en yüksek 7,25 mg/L ve ortalama 3,30 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Sadece evsel atıksuya ait numunelerde ise  $PO_4^{-3}$ -P konsantrasyonu en düşük 1,38 mg/L, en yüksek 2,07 mg/L ve ortalama 1,08 mg/L olarak tespit edilmiştir. Annop ve ark., (2014) endüstriyel atıksuyun evsel atıksu ile karıştığı numunelere yaptıkları analizler sonucunda atıksudaki toplam fosfor konsantrasyonunu  $9,5 \pm 0,8$  mg/L olduğunu tespit etmişlerdir.



**Şekil 4.15** Atıksu arıtma tesisine ait giriş atıksuyunun fosfat ölçümleri

Bu çalışma sonucunda sadece evsel atıksuyun düşük kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. AAT giriş atıksuyunun ise orta kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum göz önüne alındığında evsel atıksuya ait  $PO_4^{-3}$ -P konsantrasyonunun yükselmesinin nedeni endüstriyel atıksu içerisinde kanalizasyon sistemine deşarj edildiğinden kaynaklı olduğu düşünülebilir.

## 5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasının amacı; Kahramanmaraş Merkez Atıksu Arıtma Tesisi'ne ait giriş atıksuyunun karakterizasyonunun belirlenmesi ve belirlenen ortalama kirlilik parametrelerinin referans alınan kaynaklarda belirtilen düşük kuvvetli, orta kuvvetli ve kuvvetli evsel atıksu özelliklerine göre kentsel atıksuyun kirlilik düzeyinin araştırılmasıdır. Bu çalışma kapsamında hem atıksu arıtma tesisi giriş atıksuyunun hem de belirli numune alma noktalarından alınan sadece evsel kaynaklı atıksuyu yansıtan atıksu numunelerinin karakterizasyonu KOİ, BOİ<sub>5</sub>, AKM, renk (Pt-Co ve RES), sülfat, toplam azot, fosfor, toplam organik karbon, pH, iletkenlik, alkalinite, tuzluluk ve sıcaklık parametreleri ile belirlenmiştir.

Yapılan analizler doğrultusunda sadece evsel atıksuyun; ortalama AKM konsantrasyonu 241 mg/L, çözülmüş KOİ konsantrasyonu ortalama 298,54 mg/L, iletkenliğe ait ortalama 956,88 µS değeri ve ortalama pH değeri 7,52 ile orta kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. AAT giriş atıksuyunun AKM konsantrasyonu ortalama 367,23 mg/L, çözülmüş KOİ konsantrasyonu ortalama 356,70 mg/L, ortalama iletkenlik 1538,85 µS değeri ve ortalama pH değeri 8,28 ile kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sadece evsel atıksuyu yansıtan numunelere ait bu ortalama değerler göz önüne alındığında orta kuvvetli evsel atıksu özelliği gösterirken AAT giriş atıksuyunun kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olmasının nedeni evsel atıksuya Kahramanmaraş bölgesinde bulunan endüstriyel atıksuların kanalizasyon sistemine deşarj edilmesidir.

Ayrıca bu çalışma kapsamında yapılan analizlerde sadece evsel atıksuyun; ortalama BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 231,40 mg/L ve ortalama toplam KOİ konsantrasyonu 654,26 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda ortalama KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı 2,92 olduğu gözlemlenmiş ve orta kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. AAT giriş atıksuyunun ortalama BOİ<sub>5</sub> konsantrasyonu 249,03 mg/L ve ortalama toplam KOİ konsantrasyonu 809,51 mg/L olduğu tespit edilmiştir. Ortalama KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranı 3,51 olduğu gözlemlenmiş ve orta kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Literatürde bir atıksuyun KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranının 2 olması biyolojik olarak arıtılabilirliğinin bir göstergesidir. Fakat bu tez çalışmasında AAT giriş atıksuyuna ait KOİ/BOİ<sub>5</sub> oranının 2'den yüksek olması biyolojik arıtım ile deşarj kriterlerinin sağlanmasının zor olduğu söylenebilir.

Sadece evsel atıksuyun; ortalama sülfat konsantrasyonu 55,16 mg/L ve ortalama alkalinite konsantrasyonu 320 mgCaCO<sub>3</sub>/L ile kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. AAT giriş atıksuyunun; ortalama sülfat konsantrasyonu 85,41 mg/L ve ortalama alkalinite konsantrasyonu 381,90 mgCaCO<sub>3</sub>/L ile kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Sadece evsel atıksuda ortalama NH<sub>4</sub>-N konsantrasyonu 16,96 mg/L ve ortalama toplam azot konsantrasyonu 18,89 mg/L ile düşük kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. AAT giriş atıksuyunun ortalama NH<sub>4</sub>-N konsantrasyonu 20,26 mg/L ve ortalama toplam azot konsantrasyonu 22,60 mg/L ile düşük kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Belirtilen bu değerler için kanalizasyon sistemine endüstriyel atıksuların deşarj edilmesiyle konsantrasyonlarında gözle görülür bir artış gözlemlenmiştir. Fakat atıksu sınıflandırmasında bir değişme olmadığı gözlemlenmiştir.

Tez çalışmasından elde edilen tüm veriler değerlendirildiğinde, sadece evsel kaynaklı atıksu orta kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahipken endüstriyel atıksuyun karışması durumunda AAT giriş atıksuyunun kuvvetli evsel atıksu özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir.

## KAYNAKLAR

- Açıktepe, D. (2016). Atıksuların Geri Kazanımı. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Annop, S., Sridang, P., Puetpaiboon, U., & Grasmick, A. (2014). Influence of relaxation frequency on membrane fouling control in submerged anaerobic membrane bioreactor (SAnMBR). *Desalination and Water Treatment*, 52(22-24), 4102-4110.
- Arceivala, S.J. (2002). Çevre Kirliliği Kontrolünde Atıksu Arıtımı. (Çeviren: V. Balman). Ankara, Atılım Ofset.
- Atıksular. (2011). Aile ve Tüketici Hizmetleri, T.C.MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI
- Aküzüm, T., Çakmak, B., & Gökalp, Z. (2010). Türkiye’de su kaynakları yönetiminin değerlendirilmesi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, (1), 67-74.
- Abomohra, A. E. F., Jin, W., Sagar, V., & Ismail, G. A. (2018). Optimization of chemical flocculation of *Scenedesmus obliquus* grown on municipal wastewater for improved biodiesel recovery. *Renewable Energy*, 115, 880-886.
- Azman, H. E. (2005). Evsel Atıksuların Arıtılmasında Arıtma Verimi – Enerji İlişkisinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Cırık, K., Çınar, Ö., Şahinkaya, E., Uysal, Y., Başak, S., Aydoğmuş, D., ... & Doğan, A. (2013). Boyarmadde İçeren Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesine Yönelik El Kitabı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara.
- Dağdelen, E. (2012). Debi Ölçümü.
- Eroğlu, V. (2014). Atıksuların tasfiyesi. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yayınları.
- Guimarães, L. B., Mezzari, M. P., Daudt, G. C., & da Costa, R. H. (2017). Microbial pathways of nitrogen removal in aerobic granular sludge treating domestic wastewater. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 92(7), 1756-1765.

- Gupta, A. B., & Gupta, S. K. (2001). Simultaneous carbon and nitrogen removal from high strength domestic wastewater in an aerobic RBC biofilm. *Water Research*, 35(7), 1714-1722.
- Henze, M., van Loosdrecht, M. C., Ekama, G. A., & Brdjanovic, D. (2008). *Biological wastewater treatment*. IWA publishing.
- Huang, M. H., Li, Y. M., & Gu, G. W. (2010). Chemical composition of organic matters in domestic wastewater. *Desalination*, 262(1-3), 36-42.
- Jern, N. G. and Wun J. (2006) *Industrial Wastewater Treatment*. Imperial College Press, London.
- Kocaer, F. O., Alkan, U. (2002). Treatment alternatives for textile effluents containing dyes. *J Uludag Univ Eng Archit Faculty*, 7(1), 47-55.
- Koroğlu, E. O. (2013). Mikrobiyal yakıt hücrelerinde evsel atıksulardan elektrik üretimi (Doctoral dissertation, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kukul, Y. S., Çalışkan, A. D. Ü., Süer, A. N. (2007). Arıtılmış atık suların tarımda kullanılması ve insan sağlığı yönünden riskler. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(3).
- Mayer, P.W., DeOreo W.B. (1999). *Residential End Uses of Water*. AWWA Research Foundation
- Muslu, Y. (1996). *Atıksuların arıtılması*. İstanbul Teknik Üniversitesi. Cilt II, İTÜ Matbaası
- Özgür, Z. (2002). *Kanalizasyon Şebekelerinde Hidrolik Hesaplar, ÇEV 314 Yağmursuyu ve Kanalizasyon*.
- Öztürk İ., Timur H., Koşkan U. (2005). *Atıksu Arıtımının Esasları*, İstanbul Teknik Üniversitesi Basım Evi.
- Rehberi, A. A. T. T. (2017). *TC Orman Ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Altyapı Ve Çevre Çözümleri, Mühendislik, Müşavirlik Araştırma Ve Geliştirme Tic. Ltd. Şti 2012, Updated 2017*.

- Saatçi, Y. (2009). Su ve Atıksu Numune Alma Esasları.
- Shingare, R. P., Nanekar, S. V., Thawale, P. R., Karthik, R., & Juwarkar, A. A. (2017). Comparative study on removal of enteric pathogens from domestic wastewater using *Typha latifolia* and *Cyperus rotundus* along with different substrates. *International journal of phytoremediation*, 19(10), 899-908.
- SKKY (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği) . (2011). Numune Alma ve Analiz Metotları Tebliği, 20748
- Tan, A. (2006). Atık sularda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi.
- Toprak H. (1994). Atıksu Arıtma Tesislerinin Tasarım Esasları. DE Ü. Mimarlık Mühendislik Fakültesi Yayınları, İzmir
- TUİK. (2017). Belediye Su İstatistikleri
- Liu, Y., Shi, H., Xia, L., Shi, H., Shen, T., Wang, Z., ... & Wang, Y. (2010). Study of operational conditions of simultaneous nitrification and denitrification in a Carrousel oxidation ditch for domestic wastewater treatment. *Bioresource technology*, 101(3), 901-906.
- Wu, C., Chen, Z., Liu, X., & Peng, Y. (2007). Nitrification–denitrification via nitrite in SBR using real-time control strategy when treating domestic wastewater. *Biochemical Engineering Journal*, 36(2), 87-92.
- Zhang, L. Y., Zhang, L., Liu, Y. D., Shen, Y. W., Liu, H., & Xiong, Y. (2010). Effect of limited artificial aeration on constructed wetland treatment of domestic wastewater. *Desalination*, 250(3), 915-920.

## ÖZGEÇMİŞ



### KİŞİSEL BİLGİLER

**İsim, Soyisim** : Behsat Ozan Eskikaya  
**Cinsiyet** : Bay  
**Doğum Tarihi** : 19/05/1993  
**Medeni Durum** : Bekar  
**Uyruk** : T.C.  
**Sürücü Belgesi** : B

### İLETİŞİM BİLGİLERİ

**Adres Bilgileri** : Mavi Bulvar, Pınar Mahallesi, 74028 Sokak, Site 5  
Apartmanı, A blok, Kat:6, Daire:24 Seyhan/ADANA

**Cep Telefonu** : 0 (538) 863 59 78  
**E-posta adresi** : [ozaneskikaya@gmail.com](mailto:ozaneskikaya@gmail.com)

### EĞİTİM BİLGİLERİ

İlkokul	Kasım Sacide Ener İlköğretim Okulu – Adana – 09/1999 – 06/2007
Lise	İbrahim Atalı Lisesi – Adana -TM- 09/2007-06/2011 Mezuniyet Notu: 74.54
Üniversite	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi-Çevre Mühendisliği- 09/2011 – 06/2016 Mezuniyet Notu : 61.75
Erasmus Programı	Hochschule Trier Umwelt Campus Birkenfeld – Almanya – 09/2012 – 02/2013
Yükseklisans	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi-Çevre Mühendisliği – 09/2016 – 06/2018

### STAJLAR

08/2014	Seyhan (Batı Adana) Atıksu Arıtma Tesisi Analiz Laboratuvarı
06/2015	Seyhan (Batı Adana) Atıksu Arıtma Tesisi Analiz Laboratuvarı ve İşletme Şantiyesi



## YAYINLAR / ESERLER

- **Eskikaya B.O.**, Duran E.B., Cuci Y.(2016), Denim Boyama Atık Suyundan Kil İle Adsorpsiyon Yöntemiyle Renk Giderimi, 3. ULUSAL ÇEVRE KONGRESİ, 24-28 EYLÜL 2016, MARMARİS, TÜRKİYE
- **Eskikaya B.O.**, Kozak M., Göcer S., Akgul V., Duyar A., Akman D., Cirik K. (2017). Treatment Of Olive Mill Wastewater With Coagulation Process Using Different Concentrations Of Iron Sulfate, Treatment Of Olive Mill Wastewater Using Coagulation Process. International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, 5(3), 4-7.
- Göcer S., **Eskikaya B.O.**, Kozak M., Duyar A., Akgul V., Akman D., Cirik K. (2017). Optimization of Acid Cracking Method for Olive Mill Wastewater, Pre-Treatment Acid Cracking Method for Olive Mill Wastewater. International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, 5(3-2), 1-4.
- Kozak M., Goçer S., **Eskikaya B.O.**, Duyar A., Akgul V., Akman D., Cirik K. (2017). Investigation of Olive Mill Wastewater Treatability with Combined Acid Cracking and Coagulation-Flocculation, The Treatability of Olive Mill Wastewater with Acid Cracking and Coagulation-Flocculation. International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, 5(3), 1-4.

## BİLGİSAYAR BİLGİSİ

Word, Excel, Powerpoint, Outlook: Çok İyi Düzeyde  
Autocad: Orta Düzeyde

## SERTİFİKALAR & EĞİTİM PROGRAMI

Çevre Görevlisi Belgesi	T.C Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
İngilizce Dil Portfolyosu – B2	English Home Yabancı Dil Okulları
Bugünün Gençleri ve Yarının Liderleri	Sürekli Eğitim ve Kalite Derneği
Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu	KSÜ Orman Fakültesi
HPLC Cihazı Eğitim Sertifikası	redoks LAB
İyon Kromatografisi Eğitim Sertifikası	redoks LAB
TOC-V Cihazı Eğitim Sertifikası	redoks LAB

## YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce	Okuma:İyi Yazma:İyi, Konuşma:Temel
-----------	------------------------------------

## HOBİLER

Kitap okumak, sinema, internet, resim yapmak, fotoğraf çekmek

## DERNEK VE KULÜP ÜYELİKLERİ

TEGV Kahramanmaraş Öğrenim Birimi  
Köprü Sanat Merkezi