T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONYA ATIK SU ARITMA TESİSİ GİRİŞ ATIK SU KİMYASAL İÇERİĞİNİN VE ÖN ARITIM ÜNİTESİNDEKİ AZOT VE FOSFOR GİDERİMİNİN İNCELENMESİ

Cihat UÇAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Anabilim Dalı

Ağustos-2019
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Konya Atık Su Arıtma Tesisi Giriş Atık Su Kimyasal İçeriğinin ve Ön Arıtım Ünitesindeki Azot ve Fosfor Gideriminin İncelenmesi

Cihat UÇAR

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğretim Üyesi Fatih DURMAZ

2019, 54 Sayfa

Jüri
Dr. Öğr. Üy. Fatih DURMAZ
Doç. Dr. Mustafa TOPKAFA
Prof. Dr. Zafer YAZICIGİL

Bu çalışmada, atık su karakteristiği ve ele alınan atık su arıtma tesisinin giderim verimi incelemesi yapılmıştır. Konya atık su arıtma tesisi örneği ele alınarak gelen atık suyun toplam kjeldahl azotu (TKN), toplam fosfor (TP), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ), pH parametrelerine bakılarak kimyasal içerik bakımından yapısı ve karakteristiği incelenmiştir. Yapılan inceleme ve çalışmalar sonucu; coğrafi yapının, nüfus yoğunluğunun ve diğer çevresel etmenlerin atık sulara ne yönde etki ettiği ile ilgili bulgular elde edilmiştir. Atık su arıtma tesisi ön arıtım ünitesinin kirlilik giderim verimi TKN, TP parametreleri yönünden incelenmiştir. Numuneler Mayıs ile Kasım ayı arasında 7 günlük periyotlarla 24 saatlik kompozit numune şeklinde alınmıştır. İnceleme sonrası % verim yönünden %35-%55 arası bir giderim yapıldığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Atık su, Ön arıtma, Toplam Azot, Toplam Fosfor.

ABSTRACT

MS THESIS

Investigation of Nitrogen and Phosphorus Removal in Wastewater Chemical Contamination and Preliminary Treatment Unit of Konya Waste Water Treatment Plant.

Cihat UÇAR

The Graduate School Of Natural And Applıed Scıence Of Selçuk Unıversıty
Department Of Chemistry

Advisor: Title Unvanı Adı SOYADI

2019, 54 Pages

Jury
Dr. Öğr. Üy. Fatih DURMAZ
Doç. Dr. Mustafa TOPKAFA
Prof. Dr. Zafer YAZICIGİL

In this study, wastewater characteristics and treatment efficiencies of wastewater treatment plant are examined. The sample of Konya wastewater treatment plant is taken into consideration. kjeldahl nitrogen (TKN), total phosphorus (TP), chemical oxygen demand (COD) In terms of chemical content, structure and characteristics were investigated. As a result of studies and studies; Findings have been obtained about the effect of geographical structure, population density and other environmental factors on waste water. The pollution removal efficiency of the pre-treatment unit of the wastewater treatment plant was investigated in terms of TKN and TP parameters. The samples were taken as a 24-hour composite sample between May and November for 7-day periods. After the examination, it was found that % 35 - % 55 removal was done in terms of % yield.

Keywords: Pre-treatment, Total Nitrogen, Total Phosphorus**,** Waste water.

ÖNSÖZ

Yaptığım bu çalışma süresince desteğini esirgemeyip sabır, hoşgörü ve iyi niyetini hissettiğim kıymetli Hocam Dr. Öğretim Üyesi Fatih DURMAZ' a, çalışmalarımda her daim yanımda duran ve desteğini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi ve saygılarımı bir borç bilirim.

Cihat UÇAR
KONYA-2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **ix**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Atık Sularda Kirlilik Parametreleri 1
1.1.1. pH 1
1.1.2. İletkenlik 2
1.1.3. Biyolojik oksijen ihtiyacı 2
1.1.4. Kimyasal oksijen ihtiyacı 3
1.1.5. Toplam kjeldahl azotu 4
1.1.6. Toplam fosfat 5
1.2. Atık Su Arıtma Yöntemleri 6
1.2.1. Fiziksel arıtma yöntemleri 6
1.2.2. Kimyasal arıtma yöntemleri 8
1.2.3. Biyolojik arıtma yöntemleri 9
1.3. Konya Atık Su Arıtma Tesisi 12
1.3.1. Genel bilgiler 12
1.3.2. Proses sistemi ve üniteler 13

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI **17**

2.1. Atık Su Karakterizasyonu 17
2.2. Atık Sularda Azot ve Fosfor Giderimi 19

3. MATERYAL VE YÖNTEM **20**

3.1. Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar 20
3.2. Materyal 20
3.3. Yöntem 21
3.3.1. Numune alma 21
3.3.2. Toplam kjeldahl azotu 21
3.3.3. Toplam fosfor 23
3.3.4. Kimyasal oksijen ihtiyacı 23
3.3.5. pH 24

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA **25**

4.1. Konya Atık Su Arıtma Tesisi Giriş Atık Su Değerleri 25
4.1.1. Değişkenler arası korelasyon incelemesi 28

4.2. Konya Atık Su Arıtma Tesisi Ön Arıtım Ünitesi Azot ve Fosfor Giderim Verimleri 31

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 39

5.1. Sonuçlar 39
5.2. Öneriler 40

KAYNAKLAR 41

EKLER 43

ÖZGEÇMİŞ 45

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

C	: Karbon
CH_4	: Metan gazı
Cr	: Krom
CO_2	: Karbondioksit gazı
$CuSO_4$	: Bakır sülfat
H_2SO_4	: Sülfürik asit
H_2O	: Su
K_2SO_4	: Potasyum sülfat
$K_2Cr_2O_7$	: Potasyum dikromat
L	: Litre
m	: Metre
mbar	: Milibar
mm	: Mililitre
m^3	: Metreküp
mg	: Miligram
µg	: Mikrogram
m^2	: Metrekare
nm	: Nanometre
NH_3-N	: Amonyum azotu
N_2-N	: Azot gazı
NO_2-N	: Nitrit azotu
NO_3-N	: Nitrat azotu
PO_4-P	: Fosfat fosforu
Org-N	: Organik azot
yy	: Yüzyıl

Kısaltmalar

AAT	: Atık su arıtma tesisi
AKM	: Askıda katı madde
Ark.	: Arkadaşları
BOİ	: Biyolojik oksijen ihtiyacı
DAS	: Demir amonyum sülfat
EMK	: Elektro motor kuvveti
İSKİ	: İstanbul su ve kanalizasyon idaresi
ISO	: International organization for standardization
KOİ	: Kimyasal oksijen ihtiyacı
ORT	: Ortalama
Std	: Standart sapma
SM	: Standart metot
TN	: Toplam azot
TKN	: Toplam kjeldahl azotu
TP	: Toplam fosfor
UAKM	: Uçucu askıda katı madde

1. GİRİŞ

Su insan yaşamının ve doğal dengenin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu nedenle artan nüfus, gelişen sanayi ve diğer etkenler yaşam kaynağımız olan su konusunda çevresel bazı önlemler almamız gerektirdiğini göstermektedir. Çevresel konuda alınacak önlemlerden biri de atık suların arıtılması konusudur. Bu sayede su kaynakları korunabilecek, insan kaynaklı oluşan atık suların, farklı alanlarda kullanılmak üzere geri kazanımı sağlanabilecektir.

20.yy da bu konu daha da önem kazanmış, şehirler kanalizasyon hatlarıyla donatılıp, oluşan atık sular arıtılmak üzere ya da kontrol altına almak amacıyla belirli noktalara deşarj edilmiştir. Gün geçtikçe deşarj edilen bu noktalara foseptik çukurları, doğal arıtma prosesleri, kimyasal ve biyolojik arıtım için farklı sistem ve teknolojilerde arıtma tesisleri inşa edilmiştir. Arıtma proseslerini suyun içeriğine, yapısına ve karakteristiğine göre projelendirip, optimum seviye de arıtma sağlayan teknolojiler ve yapılar inşa edilmiştir.

Yukarıda da belirtildiği üzere atık su arıtma proseslerinin seçilmesinde ve inşa edilmesinde atık suyun içeriği, yapısı ve karakteristiği büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle oluşan bu atık sular nitelik yönünden evsel ve endüstriyel kaynaklı olmak üzere iki farklı şekilde sınıflandırılmıştır. Evsel atık sular insanların günlük hayatta yaptığı çeşitli faaliyetler (mutfak, tuvalet, banyo, çamaşır yıkama v.b.) sonucu oluşan atık sulardır. Endüstriyel atık sular ise çeşitli fabrika ve proseslerden kaynaklı ağır metal içerikli atık sulardır. Evsel atık suların içeriğinde protein, karbonhidrat gibi organik maddeler, azot ve fosfor gibi inorganik maddeler bulunmaktadır. Sucul bitkilerin gelişim ve büyüme evresi için azot (N), fosfor (P) ve karbon (C) gibi besin maddelerine ihtiyaç olmasına karşın, azot ve fosfor konsantrasyonlarının yüzey sularında fazla miktarda olması ekosistemi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle atık suların nehir, göl ve alıcı ortama deşarj edilmeden önce arıtılması gerekmektedir. Günümüzde atık sulardan azot, fosfor ve çeşitli parametrelerin giderimin de birçok yöntemlerden yararlanılmaktadır.

1.1. Atık Sularda Kirlilik Parametreleri

1.1.1. pH

Atık sularda bulunan hidrojen iyonu yoğunlaşmasını gösteren bir parametredir. pH değeri atık su arıtma proseslerinin işletilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Atık sularda belirli parametrelere bakılarak suyun karakteristiği ve niteliği belirlenir. İçeriği ve niteliği

belirlenen atık suya hangi arıtma yöntemi, kimyasal veya biyolojik arıtma yöntemlerinden hangisinin uygulanacağı kararlaştırılır. pH değerine atık suyun niteliğini ve karakteristiğinin belirlemede önemli bir parametredir. pH değerleri içme sularında 6–8 aralığında, deniz sularında 8, doğal sularda 7, evsel atık sularda 7–8 aralığındadır (Meb, 2011).

1.1.2. İletkenlik

Sıvı bir maddenin, çözeltilerin elektriği iletebilme kabiliyetinin sayısal ifadesine denir. İyonların bağıl ve toplam konsantrasyonlarına, değerliklerine, hareketliliğine ve sıcaklığına bağlı olarak değişir. Örneğin atık suların iletkenliğini ölçtüğümüzde, atık sulardaki iyon miktarı yaklaşık olarak saptanabilir. Ölçülen iletkenlik değeri 0,55-0,70 ile çarpıldığında elde edilen sonuç ise, suyun tuzluluğu hakkında bir fikir verebilir (Köymen, 2019).

1.1.3. Biyolojik oksijen ihtiyacı

Biyolojik oksijen ihtiyacı parametresi belirli bir süre ve sıcaklıkta aerobik bakterilerin organik maddeleri parçalaması için sarf ettiği oksijen miktarına denir. Parametre için sonuç alma süresi 5 gün belirlenen ortam sıcaklığı ise 20 ^{o}C ‘dir. BOİ, atık sulardaki kirlilik göstergesinin önemli bir parametresidir. Bu parametre, ayrıca hem biyolojik olarak arıtılabilme kapasitesini belirler hem de bir atık su arıtma tesisinin hangi ölçüde başarılı bir arıtma sağladığını öğrenmeye yarayan önemli bir analizdir. BOİ analizinde doğal şartlara olabildiğince benzetilmeye çalışmakla beraber numunelerin havayla teması engellenmelidir. BOİ analizi doğada bulunan mikroorganizmalarla beslenen bir sistemi ve herhangi bir engelleyici durum ve koşulun olmadığı düşünülerek yapılır. Aynı mantıkla azot ve fosfor gibi elementlerin de var olduğu düşünülür. Yeterli mikroorganizma içeren atık sulara aşılama olmadan BOİ testi uygulanabilir. Fakat endüstriyel kaynaklı atık sular için aşılama yapılması gerekir. Bazı atık sular için KOİ ile BOİ arasında bir oran vardır. Bu orana göre daha kısa süre de sonuç veren KOİ parametresinden yola çıkarak BOİ ölçümü için hangi aralıktaki seyreltme gerekeceği belirlenebilir. Suyun 20 derecedeki çözünürlüğü 9 mg/L olduğu için numuneleri seyreltmek gerekir. Çünkü yapılan analizde çözünmüş oksijenin tamamen tükenmemesi istenir. Bu nedenle BOİ ölçümlerinde hangi konsantrasyonlar için hangi oranda seyreltme gerektiğinin hesaplanması gerekir. Atık su numunelerindeki oksijen değerleri biyolojik hareketlilik yüzünden anlık olarak değişebilmektedir. Bu nedenle analiz sonucu düşük ve yanlış sonuçların elde edilmesiyle sonuçlanabilir. Bu yüzden genel düşünce, analizin derhal

yapılması yönünde veya numuneleri donmaya yakın bir sıcaklıkta muhafaza edilip analiz öncesi 20 ± 3 ^{o}C ’ye getirilerek yapılmasıdır (Anonim, 2014).

1.1.4. Kimyasal oksijen ihtiyacı

KOİ parametresi, su ve atık sudaki yükseltgenebilen maddelerin kimyasal olarak oksitlenebilmeleri için gereken oksijen miktarıdır. Atık suların kirlilik düzeyini belirlemek için kullanılan en önemli parametrelerden diyebiliriz. BOİ parametresinden farkı, redoks reaksiyonuyla oksitlenmesi olayına dayanmasıdır. Oksidasyon ortamında karbon içeren organik maddeler karbondioksit ve suya, azot içeren organik maddeler ise amonyak formuna dönüşür.. KOİ parametresinin BOİ parametresine göre en önemli üstünlüğü daha kısa sürede sonuca ulaşılmasıdır. BOİ parametresinden sonuç almak için en az 5 gün beklenilmesine karşın KOİ analizlerinde 3 saat içinde sonuç alıp değerlendirmek mümkündür. Bir su veya atık suya ait KOİ analizinin sonucu, BOİ parametresinden farklı olarak biyokimyasal yollarla ayrışmayan maddeleri de içerdiğinden, KOİ parametresinin sonucu her zaman BOİ parametresinden büyük elde edilir. Atık suların toksik madde içermemesi ve bünyesinde sadece kolaylıkla ayrışabilecek organik maddeleri bulundurması halinde bulunan KOİ değeri, yaklaşık olarak nihai BOİ (karbonlu) değeriyle aynı çıkar. Birçok su ve atık su numunesinde çalışılmış ve BOİ ile KOİ parametreleri arasında bir korelasyon kurmanın mümkün olduğu gözlenmiştir (Anonim, 2012a).

İlk bölümde de belirtildiği üzere KOİ analizinde reaksiyon kuvvetli, yükseltgen bileşiklerin, asitli ortamda, organik maddeler karbondioksit ve su gibi ürünlere kadar oksitleyebilme esasına dayandırılır. Analizlerde genellikle $K_2Cr_2O_7$ yükseltgen madde olarak kullanılmaktadır. $K_2Cr_2O_7$ ‘ın yapısında bulunan 6^+ değerli krom, 3^+ değerli krom şekline indirgenirken organik maddede yapısındaki karbon ise karbondioksit haline oksitlenir (Anonim, 2012a).

$$\underset{C_aH_bO_c}{\text{Organik Madde}} + Cr_2O_7^{2-} + H^+ \xrightarrow[\text{Katalizör}]{} Cr^{3+} + CO_2 + H_2O \qquad (1.1.)$$

Analizi yapılacak atık su numunesi ile H_2SO_4 ve standardize edilen $K_2Cr_2O_7$’in fazlası geri döngülü olarak 2 saat kaynatılır. Atık sularda bulunan organik maddeler $K_2Cr_2O_7$ yükseltgen maddesi ile reaksiyona girerler (Anonim, 2012a).

$$\text{Organik madde} + K_2Cr_2O_7 \longrightarrow CO_2 + H_2O + K_2Cr_2O_4 \qquad (1.2.)$$

Bu reaksiyon sırasında stokiyometrik olarak atık su numunesindeki yükseltgenebilir maddeye eşdeğer miktarda $K_2Cr_2O_7$ harcanır. Ortamda geri kalan $K_2Cr_2O_7$ ise standart demir amonyum sülfat çözeltisi ile indikatör varlığında titre edilerek sonuç bulunur. Reaksiyonda harcanmış $K_2Cr_2O_7$ miktarı oksitlenen organik maddenin miktarını göstermektedir. Analizde oksitlenme derecesi organik maddenin konsantrasyonuna ve türüne, $K_2Cr_2O_7$ ve H_2SO_4'in konsantrasyonuna, reaksiyon ortamdaki sıcaklığa ve zamanına bağlı durumdadır. Bu nedenle ortamdaki şartların tam olarak sağlanmış olması gerekmektedir (Anonim, 2012a).

1.1.5. Toplam kjeldahl azotu

Azot ve azot içeren maddeler çevre kimyasının en önemli konularından birini oluşturmaktadır. Doğal yaşamdaki suyun, havanın kirlenmesi konusundaki tüm çalışmalarda azotlu bileşikler ilk bakılması gereken kirlilik parametrelerindendir. Azot elementi, doğal bir döngüsü olan, mikroorganizmalar tarafından tüketilerek veya kimyasal yollardan farklı bileşikler oluşturabilen bir yapıya sahiptir. Canlı hücrelerin yaşam ve üreme faaliyetleri için gerekli bir besin maddesidir. Bu nedenle yaşamlarının sürmesi için, nutrient adıyla tanımladığımız azotun ve benzer bazı elementlerin belirli miktarların üstünde olması gerekmektedir. Bu kural biyoloji biliminde "Liebig'in minimumlar yasası" olarak bilinmektedir. Bu kurala göre, aktif çamur sistemlerinde arıtmanın gerçekleşmesi için atık suda, ayrıştırılmak istenen karbonlu bileşiklerin %5'inden daha fazla miktarda azotlu maddenin olması gerekmektedir. Evsel atık sular ise yapısında içerdiği karbon ve azot miktarları ile mikroorganizmaların çoğalması için gerekli minimum koşulundan daha elverişli oranlara sahiptir. Bir kişinin bir günde kanalizasyon sistemine verdiği karbonlu atık maddenin BOİ parametresi yönünden karşılığı ortalama 54 g/kişi-gün şeklinde ifade edilebilir. Buna karşılık, toplam azotlu maddelerin miktarı ise 10 g/kişi-gün olmaktadır. Böylece atık suda oluşacak BOİ ile azot oranı 100:5 olan minimum düzeydeki gereksinimi 54:10 = 100:18,5 şeklindeki sağlamaktadır. Birçok endüstriyel atık suda, özellikle evsel atık suların yeterli miktarlarda karışmadığı endüstriyel atık su akımlarında, karbon ile azot oranları yeterli olmayabilir. Böyle bir durumda üremenin sağlanması için bu atık sulara azotlu madde eklenmesi veya evsel atık su karıştırılması gerekmektedir (Anonim, 2008).

Atık suların içerdiği azotlu bileşikleri, nitrat azotu (NO_3^--N), nitrit azotu (NO_2^--N), amonyak azotu (NH_3-N) ve organik azot (Org-N) şeklinde sıralayabiliriz. Azot gazı (N_2-N) da azot çevriminde yer almaktadır. Azot çevrimindeki azot formları biyokimyasal reaksiyonlarla birbirlerine dönüşmektedir (Sevil, 2015).

-3 değerlikli oksidasyon derecesine sahip organik azotun yapısında, protein, nükleikasit ve üre gibi maddeler harici çok sayıda sentetik organik maddede bulunmaktadır. Amonyak ise yapısında, organik azot içeren bileşiklerin deaminasyonu ve ürenin hidrolizi sonucunda meydana gelmektedir. Azot analizlerinde organik azot belli işlemler uygulanıp amonyak azotuna dönüştürülerek toplam kjeldahl azotu (TKN) şeklinde sonuç bulunmaktadır (Anonim, 2011).

Toplam kjeldahl azotu analizinde yapılan, kuvvetli oksitleyici koşulda atık suyun içerisindeki organik maddeleri parçalayıp amonyak azotuna dönüştürmek ve amonyak analizindeki titrasyon işlemi ile sonuca ulaşmaktır. Elde edilen sonuç amonyağa dönüştürülen organik azotun ve suda bulunan amonyağın miktarını içermektedir.

1.1.6. Toplam fosfat

Fosfor parametresinin analizi çevre mühendisliği uygulamalarında önemli bir yer tutmaktadır. Su ve atık sularda fosfor elementi fosfat formunda bulunur. Karbon ve azotun yanında bitkilerin gelişmesi için gerekli besin maddelerinden biri de fosfordur. 1 mg fosfor, besin maddesi olarak 100 mg alg biyokütlesinin üretimine neden olmaktadır. Fosfor Liebig'in 'Minimum Yasası'na göre, göllerde sınırlayıcı bir elementtir.. Bir göle gelen sudaki fosfor konsantrasyonunda aniden bir yükseliş olduğu zaman, azot ve karbon yönünden bir kısıtlama oluyor gibi görünmüş olsa da uzun vadede bu eksiklik giderilerek, fosforun konsantrasyonu ile orantılı bir fitoplankton büyümesi gerçekleşmektedir. Büyüme, sulardaki birbirleriyle bağlantılı pek çok biyolojik, fiziksel ve kimyasal süreçleri içermektedir. Bazı gözlemler azot-fosfor oranına bağlı olarak alg türlerinde de bir değişim olduğunu ortaya koymaktadır. Düşük azot, fosfor oranında mavi-yeşil alglerin çoğalmakta olduğu, fosfor kontrolü yapıldığında ise gözlenen azot, fosfor oranlarında, azot bağlayan mavi-yeşil alglerin, daha az olumsuz etki yapan türlere doğru yönelmekte olduğu belirtilmişti. Alglerin büyümesinde etkili olan fosfor % 76 tarımsal gübrelemelerden, % 7 deterjanlardan, % 3 kaplama sanayisinden, % 3 hayvan atıklarından ve % 11 ise diğer kullanımlardan kaynaklanmaktadır (Anonim, 2013).

Fosfor elementi, bitki ve hayvanların yapısında (hücre ve dokular) bulunan önemli bir elementtir. Su ekosisteminde biyokimyasal ve kimyasal dengenin anahtar elemanından biri

diyebiliriz. Fosfor doğal su ortamlarında, atık su ortamında gerçekleşen pek çok reaksiyona girer. Göl sularında bulunan fosforun % 90 gibi büyük bir kısmı organik fosfor şeklinde canlıların hücre yapısında ve ölü organik maddelerin yapısında bulunur (Anonim, 2013)

Son yıllarda evlerimizde, tarımda ve endüstride fosfor kullanımı hızlı bir artış göstermektedir. Geçmiş dönemlerde fosfor, içme suyu şebekelerinde korozyonu engellemek ve kazanlarda kireç oluşumunu kontrol etmek amacıyla kullanılmaktaydı. Günümüzde ise yüzeysel suların biyolojik yönden üreme potansiyelini araştırıp bulgular elde etmek için ve biyolojik atık su arıtma tesislerinde besin maddesi olduğundan biyokimyasal reaksiyonların gerçekleşmesi, proses sisteminin işleyişi için kontrolü yapılan bir element olmuştur (Anonim, 2013).

1.2. Atık Su Arıtma Yöntemleri

1.2.1. Fiziksel arıtma yöntemleri

Fiziksel arıtma yöntemleri, kimyasal maddeler, çözeltiler ve mikroorganizmalar kullanmadan fiziksel yöntem ve cazibeyle akış yardımıyla atık suyun içerisindeki yağ ve çeşitli kaba atıkların ızgaralar ve benzeri düzenekler ile uzaklaştırılmasıdır. Kimyasal ve biyolojik arıtma öncesi atık suda askıda kalan çözünmeyen maddelerin ve çökelebilen katı maddelerin sistemden uzaklaştırılması amacı ile uygulanmaktadır. Atık suyun içeriğine ve kirliliğine bağlı olarak değişmekte olup, genel olarak ızgaralar, kum-yağ tutucular, dengeleme havuzları ve kanalları, ön çökeltme havuzları şeklinde sınıflandırılırlar.

1.2.1.1.Izgaralar

Izgaralar atık su arıtma tesislerinde ham atık suyun arıtıldığı ilk ünite diyebiliriz. Genelde atık su akış yönü üzerine konulan ekipmanlarla gerçekleştirilen bu sistem, ham atık suda tutulması istenen katı atıkların boyutlarına göre seçilir ve uygulanır. Güncel proseslerde ince ızgaralar 6 mm ile 15 mm arası, kaba ızgaralar ise 35 mm ile 100 mm arasında sınıflandırılmaktadırlar (Meral ve Cavadzade, 2013).

1.2.1.2. Kum-Yağ tutucular

Atık sularda bulunan ve ızgaralardan geçebilen büyüklükte kum, taş, cam ve metal gibi yoğunluğu yüksek olan ve biyolojik yönden parçalanamayan maddeler atık su proses

sistemlerinde kum diye sınıflandırılırlar. Bu malzemeler atık sudan uzaklaştırılması gerekmektedir. Çünkü proses sisteminde ki pompa, kanal ve boru hatlarının aşınmasına, tıkanmasına neden olabilirler. Son zamanlarda arıtma kapasitesi yüksek tesislerde, havalandırma sistemi mevcut olan kum yağ tutucuları kullanılmaktadır. İki kısım olarak yapılan kum, yağ tutucunun birinci kısmında kumun çöktürülmesi, ikinci kısımda ise köpük ve yağın yüzdürülmesi sağlanır. Havalandırmalı kum-yağ tutuculardа atık suyun bekleme süresi 10-20 dakika arasındadır. Ancak genellikle projelendirilirken bekletme süresi olarak 10 dakika alınmaktadır. Bekletme süresi ve havanın debisi bu ünitede çok önemlidir (Meral ve Cavadzade, 2013).

1.2.1.3. Dengeleme havuzları ve kanalları

Tesise gelen ham atık suyun debisini kontrol etmek için ve içerik yönünden farklı karakterde gelen atık suyun homojen olarak sisteme verilmesi için yapılan kanal ve havuzlara denir. Kimyasal arıtma yöntemi ile çalışan işletmelerde bu ünite önemli bir yer tutmaktadır.

1.2.1.4.Ön çökeltme havuzları

Ham atık suyun yapısında bulunan katı maddeler ve çözünmemiş inorganik maddelerden birçoğu ızgaralarda ve kum tutuculardа tutulmakla beraber geriye kalan diğer organik içerikli ve büyük ölçüde kirletici olan askıda katı maddeler atık su ile beraber diğer ünitelere geçmektedir. Ön çöktürme ya da ön çökeltme diye adlandırdığımız havuzlarının kullanım amacı, bu kirliliği tutmak, atık suyun içindeki çamurun çökelmesini sağlamak, köprü ve sıyırıcı sistemlerle atık sudan köpük, yüzen maddeleri, ayırmaktır.. Temel olarak ön çökeltme; atık suyun hızını, askıda katı maddeleri taşıyabileceği noktanın altına düşürerek bir kısmının çöktürülmesi ve çamur olarak uzaklaştırılması esasına dayanır. Atık su, belirli bir süre havuz içinde bekletilir, bu işlem sırasında tabana çöken çamurlar taban sıyırıcısı ile tek noktada toplanarak pompalara ulaştırılır ve daha sonra çamur pompa sistemi vasıtasıyla çamur yoğunlaştırma prosesine gönderilir. Bu bekletme sırasında askıda kalan katı maddeler ise bir yüzey sıyırıcısı ile toplanarak havuzdan uzaklaştırılır. Ön çökeltme havuzlarında bekletme süresine göre değişiklik göstermekle beraber askıda katı maddeler parametresinde % 40-60 aralığında, biyolojik oksijen ihtiyacı parametresinde ise %35-50 aralığında giderim sağlanmaktadır. Ön çökeltme havuzlar ayrıca azot ve fosfor giderimi de yapmaktadır (Meral ve Cavadzade, 2013).



Şekil 1.1. Ön çökeltme havuzları

1.2.2. Kimyasal arıtma yöntemleri

Kimyasal arıtma prosesinin amacı, içme suyunda veya atık suda çözünmüş maddelerin kimyasal reaksiyon marifetiyle çözünürlüğü daha düşük bileşiklere dönüştürülmesi ya da kolloidal yapıdaki maddelerin ve askıda katı maddelerin yumaklar oluşturarak çökelmesini sağlamaktır. Kimyasal arıtma prosesi genellikle içme suyu arıtıma proseslerinde ve endüstriyel atık suların arıtımında kullanılır. Kullanılan kimyasal maddeler polielektrolit, kireç, alum, demirsülfat, demir klorür şeklinde sıralayabiliriz. Atık su arıtıma sistemlerinde bu proses, sudaki kirlilik parametrelerinden toplam askıda katı maddede % 80-90 aralığında, biyolojik oksijen ihtiyacı parametresinde % 40-70 aralığında, kimyasal oksijen ihtiyacı parametresinde ise % 30-60 aralığında bir giderim sağlamaktadır. Kimyasal arıtma proseslerini nötralizasyon ve koagülasyon-flokülasyon prosesleri olarak sınıflandırabiliriz.

1.2.2.1. Nötralizasyon

Atık sular da pH parametresini ayarlama işlemidir. Özellikle endüstriyel atık suların deşarj edilebilme standartlarının sağlanması için, biyolojik arıtma öncesinde bakteriyel faaliyetler için ve kimyasal çöktürme işleminde reaksiyonların gerçekleşeceği optimum pH değerinin sağlanması için atık sularda pH değerinin kontrol altına alınması ve ayarlanması önemli bir yer tutmaktadır (Anonim, 2012b).

1.2.2.2. Flokülasyon- Koagülasyon

Yumaklaştırma olarak da adlandırılan flokülasyon işlemi, atık suyun belirli bir devirle belirli bir süre karıştırılarak küçük partikül ve tanelerin birbiriyle birleşip yumaklaşması sonrasında daha kolay çökebilen flokların oluşması esasına dayanmaktadır. Koagülasyon ise atık su arıtıma sislemlerinde, kolloidal maddelerle, askıdaki taneciklerin çökelmesini kolaylaştırıp ve hızlandırmak için uygulanan bir proses sistemidir. Flokülasyon işlemi sonrasında oluşan bu floklar bir sonraki proses olan koagülasyon ünitesinde bekletilerek çökmesi sağlanır ve atık sudan ayrılırlar. Flokların iri yapıda oluşmasını sağlamak amacıyla yardımcı koagülantlar kullanılır. Bu koagülantların en önemlisi polielektrolitlerdir (Anonim, 2012b).

Bu iki prosesinde uygulama amacı genel olarak bulanıklık ve renk giderimi, bakteri giderimi, alg ve organizmaların giderimi, koku ve tat oluşturan maddelerin giderimi, fosfor giderimi, BOİ ve KOİ parametrelerinin giderimi, askıda katı maddelerin ve metallerin giderimi olarak sıralayabiliriz.

Flokülasyon-koagülasyon prosesini etkileyen faktörler askıda katı maddeler, kolloid ve diğer kirleticilerin miktarı, pH aralığı, koagülasyon ve flokülasyon ünitelerindeki bekletme süresi, karıştırma şekilleri, çöktürme ünitesini yapısı ve özelliği, suyun sıcaklığı, alkalinite, suyun yapısındaki iyonların özellikleri ve koagülantın tipi ve dozaj miktarı şeklinde sıralanabilir.

1.2.3. Biyolojik arıtma yöntemleri

Biyolojik arıtma sistemleri atık sudaki kirleticilerin yok edilmeleri için doğada yer alan çeşitli proseslerinin kontrol altında optimum şartlarda tekrarlanıp arıtım sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Bu şekilde doğadaki reaksiyonların hızlandırılarak daha kısa sürede, daha verimli arıtım gerçekleştirilmeleri sağlanmaktadır. Biyolojik arıtma prosesi atık suyun içinde bulunan askıda katı maddelerin veya çözünmüş organik maddelerin mikroorganizmalar tarafından parçalanıp çökebilen biyolojik floklarla ya da gaz olarak atmosfere salınan inorganik bileşiklere dönüşmesi olayıdır.

Çökmeyen kolloidal maddelerin pıhtılaştırılması ve organik maddelerin kararlı hale gelmesi olayı çeşitli mikroorganizmalar tarafından gerçekleştirilir. Mikroorganizmalar, çözünmüş organik maddeleri ve kolloidal maddeleri yeni hücre yapılarına ve gaz formuna dönüştürerek kullanırlar. Hücre dokusunun özgül ağırlığı sudan fazla olduğu için çökelme

olur ve sistemden ayrılırlar. Mikroorganizmalar organik yapıda olduklarından atık suda BOİ veya KOİ cinsinden ölçülürler ve suya bir miktar kirlilik verirler (Anonim, 2018a).

Evsel atık suların biyolojik proses ile arıtımlarında organik madde içeriğinin yanında azot ve fosfor gibi besi maddeleri de giderilir.

Sık kullanılan biyolojik prosesleri aktif çamur, damlatmalı filtreler, döner biyodiskler, havalandırmalı lagünler, stabilizasyon havuzları şeklinde sıralayabiliriz.

1.2.3.1. Aktif çamur prosesleri

Aktif çamur proses sistemi, kararsız haldeki organik maddelerin mikroorganizmalar yoluyla daha kararlı formlara dönüştürülmesi işlemidir. Bu proses de organik maddelerin belirli kısmı yeni hücrelere dönüşür, geriye kalan diğer kısım ise gerekli enerjiyi üretmek amacıyla oksidasyona tabi tutulurlar. Bu işlemlerin uygulanmasıyla atık sudaki organik madde miktarı azalmaya başlayınca biyolojik hücrelerin bir kısmı gereken enerjiyi elde etmek amacıyla kendi kendini oksitler ve içsel solunum yaparlar. İlk olarak 1900'lerin başında evsel atık suların arıtılması için aktif çamur sistemi kullanılmıştır. Günümüzde de en yaygın olarak kullanılan sistemdir. Aktif çamur, ortamdaki oksijen varlığına bağlı olarak aerobik ve anaerobik, arıtmada kullanılan bakterilerin durumuna göre askıda ve bağlı büyüyen prosesler olarak sınıflandırılırlar. Evsel atık suların arıtılmasında en çok kullanılan proses, havalı askıda büyüyen proseslerdir diyebiliriz (Meral ve Cavadzade, 2013).

Atık suların bünyesinde önemli kirletici parametreleri olarak azot ve fosforda bulunmaktadır. Günümüzde bu sistemler modifiye edilerek azot ve fosfor giderimi de sağlamaktadır.

1.2.3.2. Damlatmalı filtreler.

0,1-10 cm aralığında kırma taş, plastik, kömür gibi katı tanecikler içeren ve mikroorganizmaların biyofilm tabakası şeklinde büyüdüğü dolgulu arıtma sistemidir. İçerisinde taneciklerin bulunduğu tankın üzerine ön arıtma ünitesinden çıkan atık su belirli bir debi akışı ile verilir. Bu işlem proseslerde genel olarak tankın merkezi etrafında yavaşça hareket eden delikli bir borudan oluşan bir sistemle sağlanır. Bu mekanizmayla filtreye verilen atık su dolgu malzemesinin üzerinden süzülerek akmakta ve filtre yatağındaki boşlukların tamamı atık su ile dolmadığından havalı ortam şartı devam etmektedir. Dolgu malzemelerinin üzerinde ince bir tabaka meydana getiren mikroorganizmalar atık sudaki

organik kirleticileri önce adsorplamakta ve sonra da biyolojik arıtım reaksiyonu meydana getirmektedirler. İnce biyofilm tabakası zamanla kalınlaşıp, oksijenin ve organik maddelerin tabakanın iç kısımlarına ulaşmasını engellemektedirler. Filtre dolgu malzemesi yüzeyine yakın bu bölümde havasız ortam şartları oluşmakta ve burada oluşan gazların ve sıvı hareketinden oluşan kesme kuvvetinin yardımıyla biyofilm dolgu malzemesinden ayrılıp çıkış suyuyla birlikte akmaktadır. Temizlenen biyofilm tabakası taşın üzerinde kısa bir zaman içinde yeniden oluşmakta ve döngü bu şekilde devam etmektedir. Filtreden çıkan su son çökeltme kısmına verilir. Çökelme ünitesi çıkışından belli miktarda su hidrolik yükü sağlamak amacıyla tekrar filtreye geri verilir. Filtreler akış hızlarına göre hızlı ve yavaş olmak üzere ikiye ayrılırlar. Yüksek hızlı filtrelerde BOİ giderimi, farklı etkenlere bağlı olarak %65-85 arasında olabilmektedir (Anonim, 2018a).

1.2.3.3. Döner biyodisk üniteleri

Küçük yerleşim yerlerinde, evsel atık sularının arıtımında kullanılmaktadır. Bu arıtma sistemleri plastik malzemeden yapılan 2-3 metre çapında ve 2-3 cm kalınlığında disklerden oluşur. Diskler şaft üzerine birbirine paralel olarak yerleştirilir. Şaft bir motor yardımı ile döndürülür. Atık su, sığ ve uzun tankların içine doldurulur ve diskler atık su içinde % 40-50 oranında batık halde döndürülür. Mikroorganizmalar disk üzerinde biyofilm halinde büyürler ve atık sudaki organik bileşikler biyofilm içinde adsorplanır ve biyolojik reaksiyonlar meydana gelir. Mikroorganizmalar oksijen ihtiyacını diskin dönüş hareketi sırasında havayla temas ederek karşılarlar (Anonim, 2018a).

1.2.3.4. Havalandırmalı lagünler

2,5 ile 5 metre arasında derinliğine sahip, üzerinde dubalar ya da sabit kolon üzerine yerleştirilmiş mekanik havalandırma ekipmanları bulunan toprak yapılara havalandırmalı lagünler denir. Stabilizasyon havuzlarıyla karşılaştırıldığında % 10-20 daha küçük hacimlere sahip yapılardır. Diğer askıda katı madde sistemlerinde olduğu gibi havalandırma ile oluşturulan türbülans sistemin içeriğini askıda tutmada sağlar.

Bu havalandırmalı lagünlerin tasarım ve yapımında büyük esneklikler mevcuttur. Bu lagünler basit fakültatif şekilde ve çamurun geri devir yapıldığı daha verimli arıtma yapan üniteler şeklinde projelendirilebilirler. Her şekilde bunların yapımı ve işletilmesi kolaydır. Bu nedenle gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak kullanılmaktadırlar.

Havalandırmalı lagünlerin tasarımında göz önüne alınan faktörler BOİ giderimi, çıkış suyunda istenen özellikler, oksijen gereksinimi, sıcaklık etkisi, karıştırma işlemi için gerekli enerji olarak sıralanabilir (Anonim, 2018a).

1.2.3.5. Stabilizasyon havuzları

Stabilizasyon havuzları atık su arıtıma da kullanılan en basit yöntemlerden birisidir. Bu sistemde ekipman kullanılmadığından, biyolojik aktiviteler yavaş işler. Uzun kalma süresine ve geniş alanlara ihtiyaç vardır. İklim şekillerinin ve havuzların doğal şartları biyolojik aktiviteyi büyük ölçüde etkiler. BOİ giderimi yanında azot ve fosfor gibi maddelerin arıtımını sağlayacak şekillerde tasarlanabilir (Anonim, 2018a).

1.3. Konya Atık Su Arıtma Tesisi

1.3.1. Genel bilgiler

Konya büyükşehir belediyesi evsel atık su arıtma tesisi 1. kademesi 1.300.000 eşdeğer nüfus, günlük 200.000 m^3 atık su debi değeriyle, karbon ve kısmi azot giderimi düşünülerek dizayn edilmiştir. Konya merkez ilçelerinin (Selçuklu, Karatay, Meram) kanalizasyon hatları bir noktada birleştirilerek, 3,4 km'lik ana kollektör hattı ile bu tesise bağlanmıştır. Konya büyükşehir belediyesi evsel atık su arıtma tesisine, 2018 yılı itibariyle ortalama 190.000 m^3/gün atık su girişi olmaktadır. Bu sonuçlar ışığında, tesis yılda ortalama 69.000.000 m^3'lük atık su arıtımı yaparak Konya havzasına bu yönde büyük bir katkı sağlamaktadır. Tesis planlanırken 2030 yılı nüfus artışı değerlendirilerek 2. kademe yapılmasına uygun bir şekilde dizayn edilip projelendirilmiştir. Yapımı planlanan 2. kademe biyolojik ve kimyasal fosfor gideriminede uygun bir şekilde dizayn edilecektir. Yerleşim planı buna uygun bir şekilde tasarlanmıştır.



Şekil 1.1. Konya atık su arıtma tesisi

1.3.2. Proses sistemi ve üniteler

Atık su proses sisteminde, -7 m kot ile inşa edilmiş kollektör hattı vasıtasıyla arıtma tesisine gelen evsel atık su öncelikle partiküllerin ve tüm katı malzemelerin ayrıştırılması için 35 mm çapındaki kaba ızgaradan geçtikten sonra giriş terfi pompalarıyla -7 m kot seviyesinden +5 m kotuna yükseltilerek arıtılmak üzere tesise giriş yapar. Daha sonrasında 15 mm çapında 5 adet orta kalınlıkta ızgaradan ve son olarak 7 mm çapında 5 adet ince ızgaradan geçerek katı malzemeler ayrıştırılır. Atık su bir sonraki ünite olan, bekleme süresi 7 dakika olarak projelendirilmiş kum ve yağı sistemden uzaklaştırma amacıyla, dikdörtgen betonarme havuz olarak dizayn edilmiş kum ve yağ tutucu ünitesine ulaşmaktadır. Bu üniteye gelen atık suyun yapısındaki kumlu ve yağlı malzemeler, yüzeyde ve tabanda bulunan sıyırıcılar vasıtasıyla ayrıştırılır. Atık su daha sonra debi kontrolü ve laminer akış sağlamak amacıyla 42,3 m uzunluğunda 4 m çapındaki debi kanalı ünitesine geçiş yapar. Bu kanal üzerinde anlık pH, iletkenlik ve sıcaklık ölçümü yapılabilmektedir. Atık su bu noktadan sonra iki ayrı paralel şekilde dizayn edilmiş hatta ayrılır ve her biri 44,5 m çapında 4 adet dairesel ön çökeltim havuzlarına aktarılır. Bu noktada atık su debi miktarına göre belirlenen bekleme süresi kadar bekletilir. Bu süre projede 2 saat olarak belirlenmiştir. Belirtilen süre içinde çökmesi sağlanan

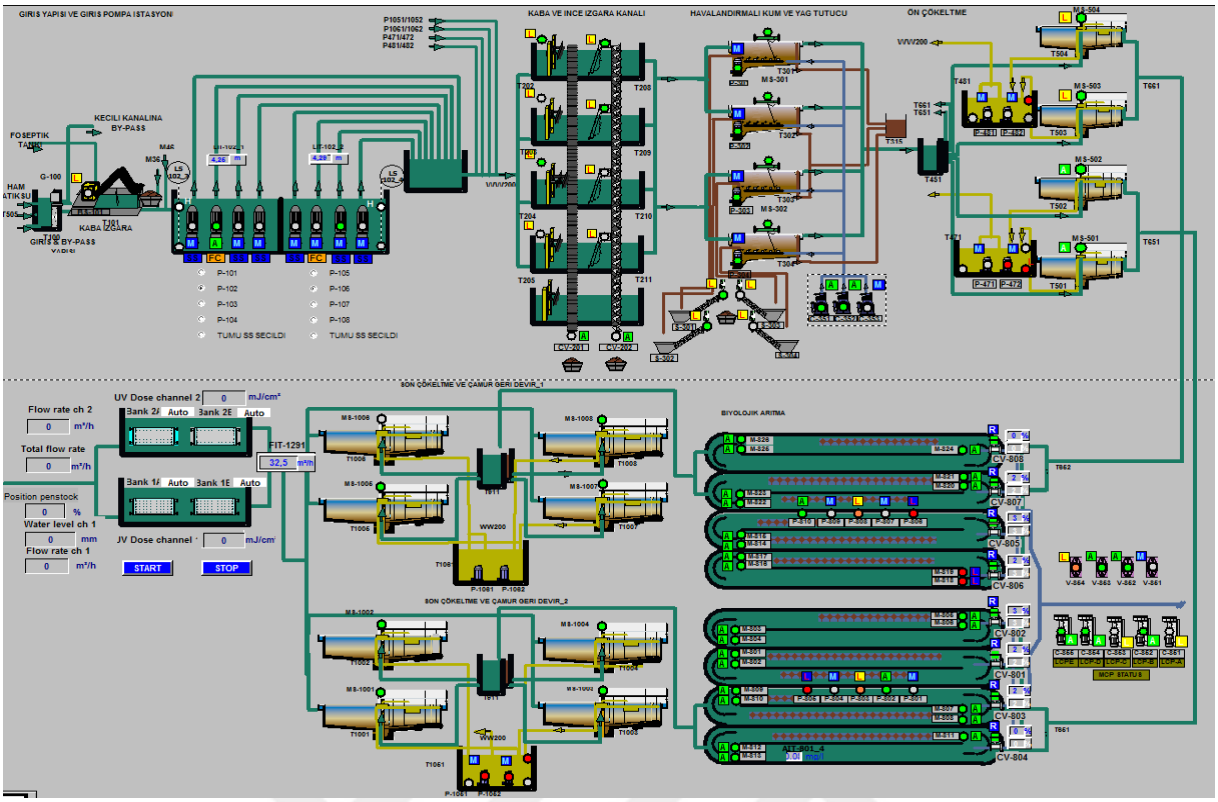
ön çökeltme çamurları, havuzların alt kısımlarında bulunan pompalar vasıtasıyla çamur pompa istasyonuna ve sonrasında da çamur yoğunlaştırma havuzlarına aktarılır. Üst suyu ise tesisin biyolojik arıtım ünitesine geçiş için savaklardan akarak karışım ünitesine gönderilir. Bu kısımdan sonra atık su ve aktif çamurun (mikroorganizmaların) dağıtım yapısında karışımı sağlanarak bardenpho prosesine göre tasarlanmış havalandırma havuzu tanklarına geçiş yapar. Havalandırma havuzları 5 kademeli modifiye bardenpho sistemi şeklinde tasarlanmıştır. Modifiye bardenpho sisteminde nitrifikasyon ve denitrifikasyon döngüsü ile azot gideriminin yanında fosfat giderimi de yapmaktadır. Prosese anaerobik bölüm eklenerek beş basamaklı modifiye bardenpho prosesi oluşturulmuş böylece fosfor giderimi de yapılmaya başlanmıştır. Bu havuzlar 77.000 m^3 hacminde 5 kademeli, oksidasyon havuzu tipinde, kenarları yuvarlatılmış yapıya sahiptir. Atık su bu havuzlarda yaklaşık 9,2 saat bekletilir. Ham atık suda yapısında bulunan amonyum azotu oksik bölgede nitrifikasyon, anoksik bölgede denitrifikasyona uğrayıp azot gazına dönüşerek kısmi azot giderimi sağlanmaktadır. Bakteriler ihtiyacı olan fosforu da atık sudaki fosfordan karşılayarak fosforu kısmi olarak gidermektedir. Havalandırma ünitesinden çıkan atık su son çökeltim havuzlarına alınarak burada 1-1,5 saat bekletilir ve aktif çamurun çökelmesi sağlanır. Çöken aktif çamurun bir kısmı geri devir hattıyla havalandırma havuzunun başına verilir. Bu işlem havalandırma havuzundaki aktif çamur bakteri konsantrasyonunun sabit kalması amacıyla yapılır. Fazla aktif çamur ise pompalar yardımıyla yoğunlaştırma havuzuna gönderilir. Son çökeltme havuzlarının savaklarından kanala akan arıtılmış atık su, Konya ana tahliye kanalı olan keçili kanalına deşarj edilmektedir.

Bu süreç içinde oluşan farklı konsantrasyon ve yoğunluğa sahip çamurlar graviteli yoğunlaştırma havuzlarına aktarılır ve bu yoğunlaştırma ünitelerinde yaklaşık 20 saat bekletilerek yoğunlaşması sağlanır. Çökelme sonrasında daha yoğun hale gelen havuz tabanındaki çamur, pompalar yardımıyla 7000 m^3'lük 4 adet anaerobik çamur çürütme ünitesine alınır. Anaerobik şartlarda yaklaşık 20 gün boyunca ortalama 37 °C'de bekletilir. Yaklaşık 20 mbar'la çürütücülerden çıkan biyogaz (yaklaşık %65-70 CH_4, % 30-35 CO_2) filtrelenerek toz ve nem uzaklaştırılır. Daha sonra buradan biyolojik arıtım sistemine sahip desülfürizasyon ünitesine alınan biyogazdan, asidik karakterli hidrojen sülfür gazı uzaklaştırılarak saflaştırılır ve 2 adet 2000 m^3'lük depolama balonlarına alınır. 7 mbar gibi bir basınçla balonlardan çıkan biyogaz blowerlarla 200 mbar'a çıkarılarak gaz motorlarının çalışma sistemi için uygun duruma getirilir. Son olarak biyogaz gaz motorlarında yakılarak elektrik enerjisine çevrilir.

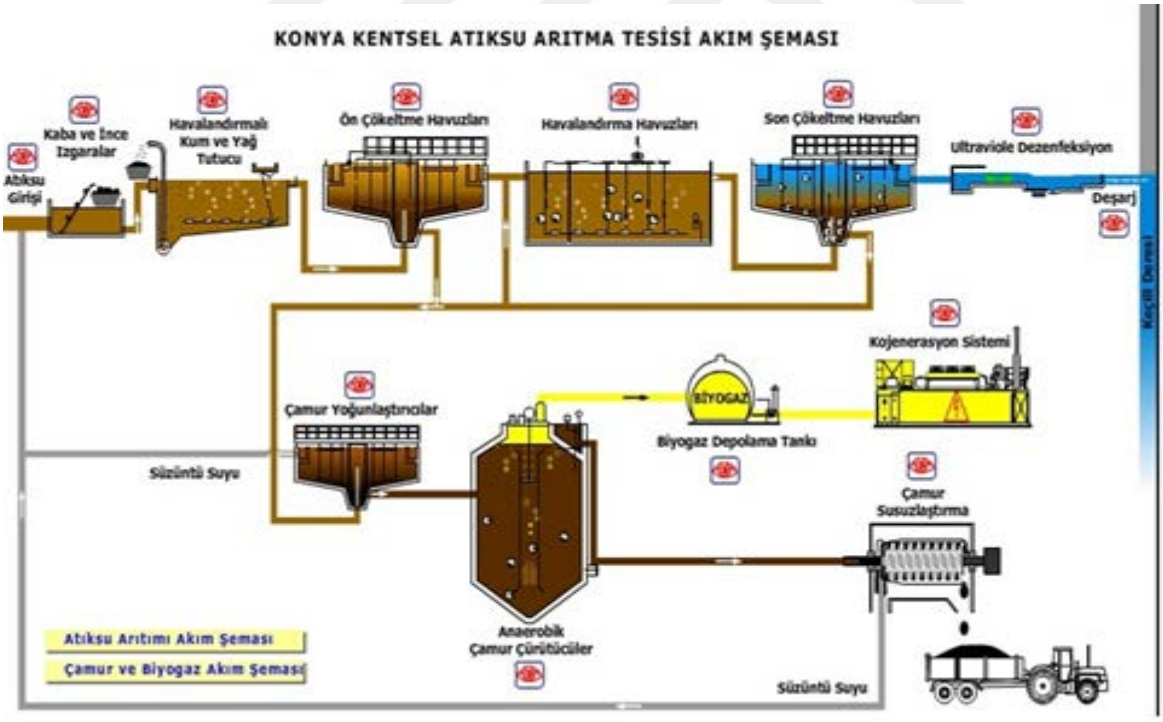
20 gün boyunca çürütülerek biyogaz elde edilen çamurlar önce çamur karışım tankına aktarılır. Bu havuzdan alınan çürütülmüş atık çamura daha sonra dozaj pompalarıyla katyonik polielektrolit çözeltisi dozlanarak her biri yaklaşık 3000 dev./dak hızla dönmekte olan dekantöre aktarılır. Burada çamur susuzlaştırma işlemi sağlanmış olur. Dekantöre % 2-3 kurulukta giren çamur yaklaşık % 25-30 kuruluğa çıkarılır. Susuzlaştırma işlemi uygulanmış çamurlar kamyon ve römorklarla çamur döküm sahasına gönderilir. Burada güneşinde etkisiyle daha yüksek kuruluğa çıkması sağlanır. 2019 yılında dekantör ünitesinden çıkan çamur miktarı ortalama 160 ton/gün'dür.

- Giriş Yapısı ve Giriş Terfi Pompa İstasyonu
- Foseptik İstasyonu
- Kaba ve İnce Izgara Kanalı
- Havalandırmalı Kum ve Yağ Tutucu
- Giriş Debi Ölçüm Kanalı
- Ön Çökeltme Havuzları
- Biyolojik Arıtma
- Son Çökeltme Havuzu Dağıtım Yapısı
- Son Çökeltme Havuzu
- Geri Devir Pompa İstasyonu
- Çıkış Debi Ölçüm Kanalı
- UV (Ultraviyole) Dezenfeksiyon Ünitesi
- Çamur Yoğunlaştırıcı Dağıtım Yapısı
- Birincil Çamur Yoğunlaştırıcı
- Anaerobik Çamur Çürütücü
- Çamur Karışım Tankı
- Çamur Depolama Alanı
- Çamur Düzenli Depolama Alanı
- Yangın Suyu Tesisatı
- Sulama Suyu Tesisatı

Şekil 1.2. Tesis Üniteleri



Şekil 1.3. Scada Kontrol Ekranı



Şekil 1.4. Tesis Akım Şeması

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Atık Su Karakterizasyonu

Atık sularda, kirleticiler birlikte değerlendirilip, önemli parametreler kullanılarak, karakterizasyon belirleme işlemi yapılır. Evsel atık sularda bu parametrelerin oluşturulmasında öncelikli olarak dikkate alınması gereken bileşenler mikroorganizmalar, biyolojik olarak ayrışabilen organik maddeler, diğer organik maddeler, besi maddeleri, metaller, inorganik maddeler, termal etkiler, koku, radyoaktivite olarak sıralanmıştır.

Atık suyun karakterizasyonu ve kimyasal içeriği ülkeden ülkeye göre değişebileceği gibi, ülke içerisinde de bazı faktörlere bağlı olarak birbiriyle farklılık gösterebilmektedir (Torunoğlu ve Orhon, 2010).

Günümüzde evsel atık suların karakterizasyonu ile ilgili olarak yapılmış birçok çalışma mevcuttur. İstanbul'da atık su karakterizasyonu için yapılan bir çalışmada Paşaköy ileri biyolojik atık su arıtma tesisine gelen atık su değerlendirilmiş olup; KOİ, BOİ5, TKN, NH_3-N, TP, PO_4-P, AKM ve UAKM konsantrasyonları sırasıyla 448±107; 331±17; 57,2±15,7; 43,6±15,8; 12,1±2,7; 7,2±1,3; 360±46 ve 226±27 olarak belirlenmiştir (Manav, 2006).

2007 yılında Erzurum'da yapılan bir çalışmada ise Erzurum kentinin gerçek evsel atık suları kullanmış ve atık su karakterizasyonunu 350 – 500 mg/L KOİ, 3 – 4,5 mg/L PO_4-P, 15 – 21 mg/L NH_4-N, 6,5 – 7,8 pH ve 5 – 14°C sıcaklık olarak belirlemişlerdir (Kocadagistan ve Topcu, 2007).

Yapılan bir diğer çalışama da ise Beijing'de (Pekin- Çin) bulunan atık su arıtma tesisinden temin edilmiş olup, evsel atık suyun KOİ, NH_4^+-N, NO_2--N, NO_3--N, TKN, TN, PO_4-P ve TP ortalama konsantrasyonları sırasıyla 295 mg/L; 52,4 mg/L; 0,07 mg/L; 0,85 mg/L; 55,3 mg/L; 58,5 mg/L; 4,57 mg/L ve 6,62 mg/L olarak tespit edilmiştir (Peng ve Ge, 2011).

Gerçekleştirilen bir başka çalışmada, İstanbul Kadıköy bölgesi'nden bir yıllık süre zarfında 16 farklı numune alınarak atık su karakterizasyonu gerçekleştirilmiş olup, farklı çevresel şartların atık su karakterini etkilediği belirtilmiştir (Çokgör ve ark., 1998). Ham evsel atık su karakterizasyon tablosu aşağıda verilmiştir (Çokgör ve ark., 1998).

Çizelge 2.1. İstanbul Kadıköy bölgesi atık su karakterizasyonu (Çokgör ve ark., 1998)

Parametre (mg/L)	Aralık (mg/L)	Ortalama (mg/L)
KOİ (çözünebilir)	125 – 265	183
KOİ (toplam)	410 – 870	587
TKN	45-118	62
NH_3-N	27-61	42
TP	7-11,6	9,3
AKM	220-505	305
UAKM	190-430	260
Alkalinite	260-495	350

İstanbul'un evsel atık su karakterizasyonu da aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (ERDOĞAN ve ark., 2010b).

Çizelge 2.2. İstanbul evsel atık su karakterizasyonu (ERDOĞAN ve ark., 2010b)

Parametre	Kadıköy	Küçükçekmece	Baltalimanı	Ataköy	Yenikapı
Parametre (mg/L)	Aralık Ort. (mg/L)	Aralık Ort. (mg/L)	Aralık Ort. (mg/L)	Aralık Ort. (mg/L)	Aralık Ort. (mg/L)
KOİ	220-775 450	345-480 400	265-645 340	160-350 270	280-1480 680
BOİ5	150-410 220	160-210 185	73-200 150	-	110-425 300
TKN	22-73 49	38,6-46,7 42	23,9-57 35	22-63 37	27-92 66
NH_3-N	25-39 30,5	22,4-30,4 24,7	10-26,3 19,9	12-40 23	24-48,8 37
TP	5-15 8,1	6,1-9,6 7,4	5,8-63 6,8	3-12 7	3,6-13 7
AKM	140-930 310	165-270 200	85-318 140	-	110-820 480
UAKM	130-395 210	100-105 103	120-135 125	-	65-69 65
pH	- 7,2	7,6-7,7 7,68	7,2-7,5 7,4	6,8-7,5 7,1	7,1-7,3 7,24

Çizelge 2.3.Türkiye'deki bazı şehir atık sularının karakterizasyonu (ERDOĞAN ve ark., 2010b)

	KOİ (mg/l) Aralık Ort.	BOİ5 (mg/l) Aralık Ort.	AKM (mg/l) Aralık Ort.	TKN (mg/l) Aralık Ort.	TP (mg/l) Aralık Ort.
İzmir Arıtma Tesisi	79-1154 424	80-540 202	54-1188 250	16-97 41	2.52-27.6 7.68
Tarsus Arıtma Tesisi	100-1198 439	140-400 225	19-923 190	21-71 46	15-37 24
Antalya Arıtma Tesisi	35-704 386	30-475 252	18-840 266	9-50 27	1-14 6
Ankara Arıtma Tesisi	109-528 305	50-245 159	65-380 147	8-87 40	3.3-12.2 8.2
Isparta Arıtma Tesisi	184-976 423	150-450 251	75-836 158		

2.2. Atık Sularda Azot ve Fosfor Giderimi

Atık sulardan azot ve fosfor giderimini optimize etmek maksadıyla farklı işletme sistemleri geliştirilmiştir (Eschenhagen ve ark., 2003; Sarkar ve ark., 2010). Gelişen ülkelerde evsel atık suların arıtılması için güvenilir teknolojiler geliştirilmesine büyük oranda ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tesislerin özellikle basit dizayn, karmaşık olmayan ekipman, yüksek arıtım verimi ve düşük yatırım-işletme maliyetleri gibi ihtiyaçlara cevap verebilmesi istenmektedir (Li ve ark., 2007). Buna ek olarak arazinin uygunluğu ve maliyeti gibi sınırlayıcı faktörler arıtma sisteminin seçiminde önemli rol oynamaktadır (Aiyuk ve ark., 2004). Sonuç olarak arıtma sistemine karar verirken değerlendirilen parametreler kısaca; arıtmanın amacı, arıtılmış atık suyun potansiyel kullanımı, atık suyun özelliği, çeşitli proses ve işlemlerin bir arada uygulanabilirliği, deşarj standartları, çeşitli sistemlerin çevresel ve ekonomik fizibilitesi şeklinde sıralanabilmektedir. Son yıllarda azot ve fosforun aynı anda giderildiği sistemlerde fizibilite çalışmaları yapılmıştır. Bu sistemlerde fosforun giderimini, pH, karbon kaynağı gibi parametrelerin etkilediği belirlenmiştir (Wang ve ark., 2010).

Besi maddesi kontrolü arıtma tesislerinde önemli bir yer tutar. Besi maddelerini kontrol etme stratejisi belirlemede, ham atık suyun özelliklerini belirlemek, mevcut atık su arıtma sistemi ve istenen kontrol seviyesi önemli faktörlerden diyebiliriz. Mevsimsel değişimlere göre yıl içerisinde besi maddelerinin giderimindeki değişimi de dikkate almak gerekir. Besi maddelerinin kontrolü için yapılan yaklaşımlar, ilave proses yapılmasını veya mevcut biyolojik atık su arıtma sisteminin besi maddesi giderecek duruma getirilmesini hedefler (Anonim, 2018b).

Atık sulardaki azot ve fosfor konsantrasyonlarının deşarjı, göllerde ötrifikasyonu hızlandırdığından ve sucul büyümeyi arttırdığından dolayı önemli bir yere sahiptir.. Atık suyun nitrifikasyonu, alıcı ortamda amonyak toksisitesini azaltır, oksijen tüketimini önler.

Atık sularda, çözünmemiş durumda olan ve fosforun yaklaşık %10'una karşılık gelen katı haldeki fosfor fiziksel ön çökeltme işlemleri ile giderilebilir. Mikroorganizmaların hücre sentezlerinde kullanıldıkları miktar dışında, geriye kalan çözünmüş haldeki fosforun konvansiyonel biyolojik arıtmayla giderimi oldukça zor diyebiliriz. Fosforun gideriminde kimyasal ve biyolojik yöntemlerde kullanılabilmektedir. Demir ya da alum tuzları veya kireç ile yapılan kimyasal çöktürme işlemleri fosfor giderimin de çok kullanılmaktadır. Biyolojik olarak fosfor giderimi ise, mikroorganizmaların strese sokularak hücre büyümesi için gerekenden daha fazlasını adsorplamaları esasına dayanmaktadır (Anonim, 2018b).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Kimyasallar ve Cihazlar

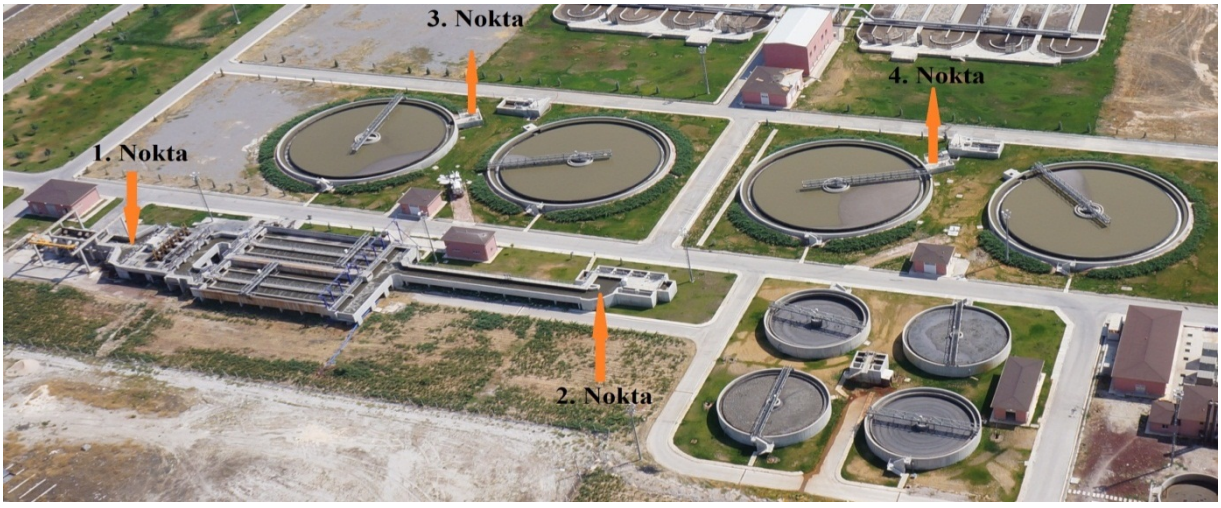
Hach lange marka dr 5000 model spektrofotometre, drb 200 model termoreaktör, hq40d model pH metre, as950 model kompozit numune alma cihazı, gerhardt marka TKN yakma cihazı, distilasyon cihazı, brand marka 100-1000 µl otomatik pipet, 0,5-5 mL otomatik pipet, 50 mL otomatik büret, acculab marka als210.4 model hassas terazi, mp minipure marka dest up model saf su cihazı ve, ısolab marka beher ve mezür, kjeldahl balonları kullanılmıştır.

Hach lange marka LCK350 model 2-20 mg/L toplam fosfor test kiti, ısolab marka % 95-98 sülfürik asit, merk marka borik asit, sodyum tiyosülfat pentahidrat, potasyum sülfat, bakır sülfat pentahidrat, sodyum hidroksit, izopropil alkol, potasyum dikromat, chembio marka ferroin indikatörü, fisher chemical marka gümüş sülfat, tekkim marka demir amonyum sülfat, metil kırmızısı ve metilen mavisi.

3.2. Materyal

Tesise gelen ham atık su kimyasal içerik çalışması için Konya atık su arıtma tesisi ham atık su giriş yeri **Şekil 3.1.** deki 1. noktadan alınan atık su numunesi kullanılmıştır.

Ön arıtım ünitesi giderim verimi çalışması için Konya atık su arıtma tesisi debi kanalı ünitesi çıkış noktası **Şekil 3.1**. deki 2. noktadan alınan ve ön çökeltme havuzları çıkış noktaları **Şekil 3.1.** deki 3. ile 4. noktalardan alınan atık su numunesi kullanılmıştır. Yapılan çalışmada 23 hafta boyunca ön çökeltme havuzlarındaki bekleme süreleri 2 saat olarak ayarlanmış ve analizi yapılan numuneler alınırken bu süreler dikkate alınmıştır.



Şekil 3.1. Numune alınan noktalar

3.3. Yöntem

3.3.1. Numune alma

Mayıs 2018 ile Kasım 2018 tarihleri arasından 7 günlük periyotlarla 2000 ml tesis giriş noktasından, 2000 ml debi kanalı ünitesinden ve 2000 ml ön çökeltme havuzları çıkış noktasından hach marka AS950 model kompozit numune alma cihazıyla 15 dakikalık periyotlarla 24 saat boyunca belirtilen noktalardan alınmıştır. Numuneler ışık geçirmeyen kaplarda +4 derecede muhafaza edilmiştir. Analizler üç tekrarlı ve standart metot yöntemleri uygulanarak yapılmıştır.



Şekil 3.2. Kompozit numune alma cihazı

3.3.2. Toplam kjeldahl azotu

4500-Norg B. Macro-Kjeldahl standart metot yöntemi kullanılarak yapılmıştır (Association, 1998). Kjeldahl azotu, organik azot ile amonyak azotunun toplamıdır. Yöntemin esası H_2SO_4, K_2SO_4 (potasyum sülfat) ve $CuSO_4$ (bakır sülfat) katalizörlerinin varlığında, bir çok organik maddenin amino azotunun amonyuma dönüşmesi olayıdır. Serbest şekilde bulunan amonyak da amonyuma dönüşebilir. TKN analizinde ilk olarak yakma işlemi yapılır. Bunun için 800 ml lik kjeldahl balonuna aşağıda **Çizelge 3.1.** de verilmiş konsantrasyona karşılık gelen numune miktarı 250 ml'ye seyreltilmiş ve klordan arındırılmış olarak alınır. 50 ml katalizör (K_2SO_4, $CuSO_4$, H_2SO_4) ve cam boncuk ilave edilerek beyaz dumanlar

gözleninceye kadar düşük ısıda tutulur. Beyaz dumanlar göründükten sonra 30 dakika berrak yeşil bir renk elde edilinceye kadar yakma işlemine devam edilir.



Şekil 3.3. TKN yakma işlemi

Yakma sonrası elde edilen berrak yeşil çözelti soğumaya bırakılır. Ancak çözelti fazla soğumadan önce 300 ml'ye distile suyla tamamlanması gerekir. Çözeltinin tamamen soğuması kristalleşmeye neden olabilir. Daha sonra cam balona 50 mL sodyum hidroksit sodyum tiyosülfat çözeltisi eklenir. Ayrı bir erlenmayer alınarak içine 50 ml borik asit konulur ve erlen distilasyon cihazına yerleştirilir.



Şekil 3.4. Distilasyon işlemi

Dislitasyon sırasında hortumunun erlenmayer içerinde ki borik asit içine kadar uzandığına bakılmalıdır. Daha sonra erlen de 250-300 mL arası distilat toplanıncaya kadar bekletilir. Distilatta toplanan amonyak standart 0.02 N H_2SO_4 ile soğuk lavanta rengine dönüşene kadar titre edilir. Sarfiyat kaydedilir. Formül 3.1 ile hesaplanarak sonuç bulunur.

Toplam kjeldahl azotu (mg/L) = 280*S/V (3.1)

Burada S (mL) cinsinden sülfürik asit sarfiyatı ve V (mL) cinsinden alınan numune hacmidir.

Çizelge 3.1. TKN-N konsantrasyonlarına karşılık gelen numune alma tablosu (Association, 1998)

Örnekteki amonyum konsantrasyonu, (mg/ L)	Örnek hacmi, (mL)
5-10	250
10-20	100
20-50	50.0
50-100	25.0

3.3.3. Toplam fosfor

Toplam fosfor analizinde ISO 6878 fosfor molibden mavisi spektrofotometrik tayin metodu ile hazırlanmış hach lange marka LCK 350 kodlu fosfor test kitleri kullanılmıştır (ISO, 1986). Analizin yapılışı, içeriğinde sodyum peroksidisülfat, sodyum metaborat ve lityum sülfat bulunan dosicap zip. test şişesine 0,4 mL atık su numunesi eklenir ve kapağındaki jelatin çıkarılarak ters şekilde kapatılıp çalkalanır ve termoreaktöre konularak 120 ºC de 30 dakika bekletilir. Sonrasında soğuması beklenir. Oda sıcaklığına geldiğinde içeriğinde %16 sülfirik asit bulunan lck 350 b. kimyasal çözeltisinden 0,5 mL eklenir. Daha sonra test şişesi, içeriğinde sodyum metaborat bulunan lck 350 dosicap c. kapağı ile kapatılarak çalkalanır ve 10 dakika beklenir. Daha sonra test kiti spektrofotometreye konularak 880 nm dalga boyunda okuma yapılır ve sonuçlar kaydedilir.

3.3.4. Kimyasal oksijen ihtiyacı

Kimyasal oksijen ihtiyacı parametresinin analizin de SM 5220 kapalı reflaks titrimetrik metot yöntemi kullanılmıştır (Association, 1998). Bu prosedür KOİ değerleri 40-400 mg/L arasındaki numuneler için uygulanabilmektedir. Yüksek değerler için seyreltme gerekir. Alternatif olarak dikromat çözeltisinden yüksek miktarlarda kullanılır veya çözelti

daha da seyrelterek düşük konsantrasyonlarda çalışılır veya daha fazla seyreltik DAS titrantı kullanılır. Uçucu organik bileşikler kapalı sistemlerde oksidantlarla uzun süre temas ettiğinden dolayı tamamen okside olurlar. Bundan dolayı kapalı sistem tüpler kullanılacaktır. Çalışmamızda kullandığımız tüpler 16 x 150 mm ölçülerindedir. Kullanılacak kültür tüplerinin büyüklüğü blok ısıtıcı kapasitesine ve gereken hassaslık derecesine göre belirlenmiştir. Analizin yapılışında tüplerimize şahit numune için 2,5 mL saf su, çalışmalar için 2,5 mL numunelerden alınmış ve üzerine katalizör olarak 3,5 mL H_2SO_4 eklenmiştir. Numunelerdeki organik bileşikleri okside etmek için son olarak tüplerimize 1,5 mL 0.01667 M $K_2Cr_2O_7$ ekleyip kapalı sistemde 150ºC sıcaklıkta 120 dakika boyunca temas ettirilip okside edilmiştir. Sonrasında oda sıcaklığına kadar soğutulup 0,1 M DAS ile titre edilip sarfiyatlar elde edilmiştir. Elde edilen sarfiyatlar formülde yerine koyularak sonuçlar bulunmuştur.

$$\text{KOİ mg/L} = \frac{(A-B) * M * 8000}{2{,}5\ (mL)} \qquad (3.2)$$

A : Şahit numune için sarfedilen demir amonyum sülfat miktarı (mL)

B : Numuneler için sarfedilen demir amonyum sülfat miktarı (mL)

M : Demir Amonyum Sülfat Molaritesi

3.3.5. pH

pH ölçümlerimiz (SM 4500-H-B) standart metot elektrometrik yöntem kullanılarak yapılmıştır (Apha, 2005). Elektrometrik pH ölçümünün temel prensibi, bir standart hidrojen elektrodu ve bir referans elektrodu kullanan potansiyometrik ölçümle, hidrojen iyonları aktivitesinin belirlenmesidir. Genelde hidrojen elektrodunun bozulma tehlikesine sahip olması nedeniyle, cam elektrot tercih edilmektedir. Cam elektrot sisteminde üretilen elektromotor kuvveti (emk) pH ile doğrusal olarak değişmektedir. Bu doğrusal değişme kullanılarak, farklı pH daki tamponlar için ölçülmüş emk değerlerinin işaretlendiği bir grafik yardımıyla herhangi bir numunenin emk değerinden pH sını bulmak mümkün olmaktadır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

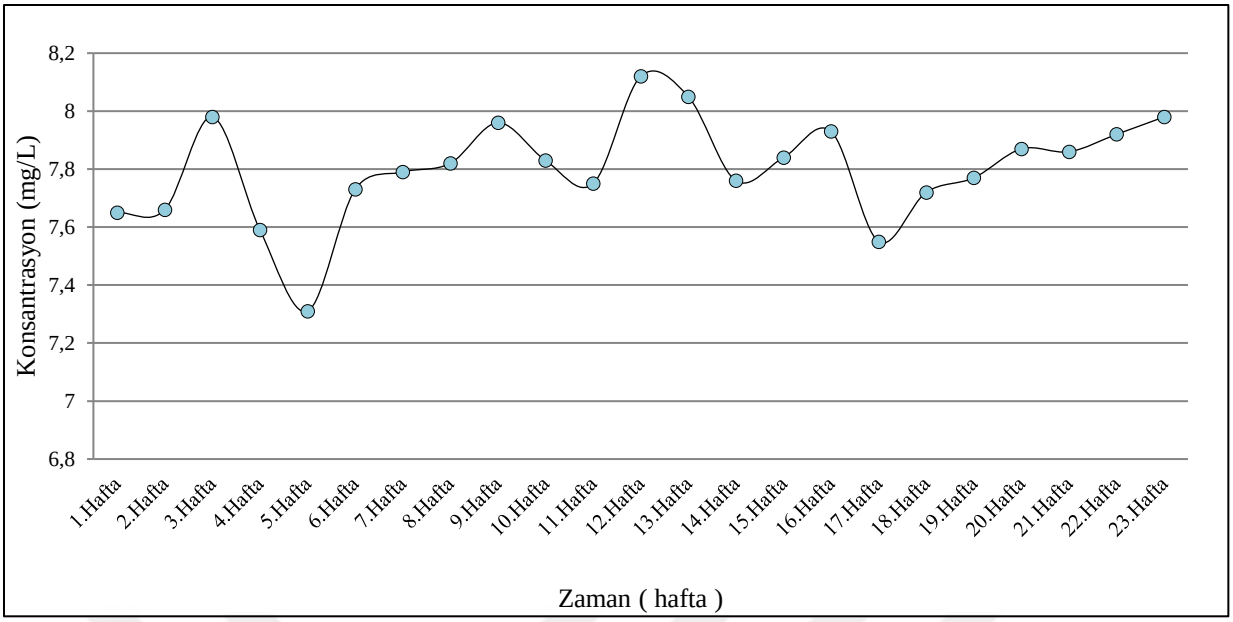
4.1. Konya Atık Su Arıtma Tesisi Giriş Atık Su Değerleri

Ham atık suyun kimyasal içeriği ve karakterizasyonu çalışması için 23 hafta boyunca Konya atık su arıtma tesisinden alınan numunelerin analiz sonuçları **Çizelge 4.1.** de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Konya atık su arıtma tesisi giriş ham atık su değerleri

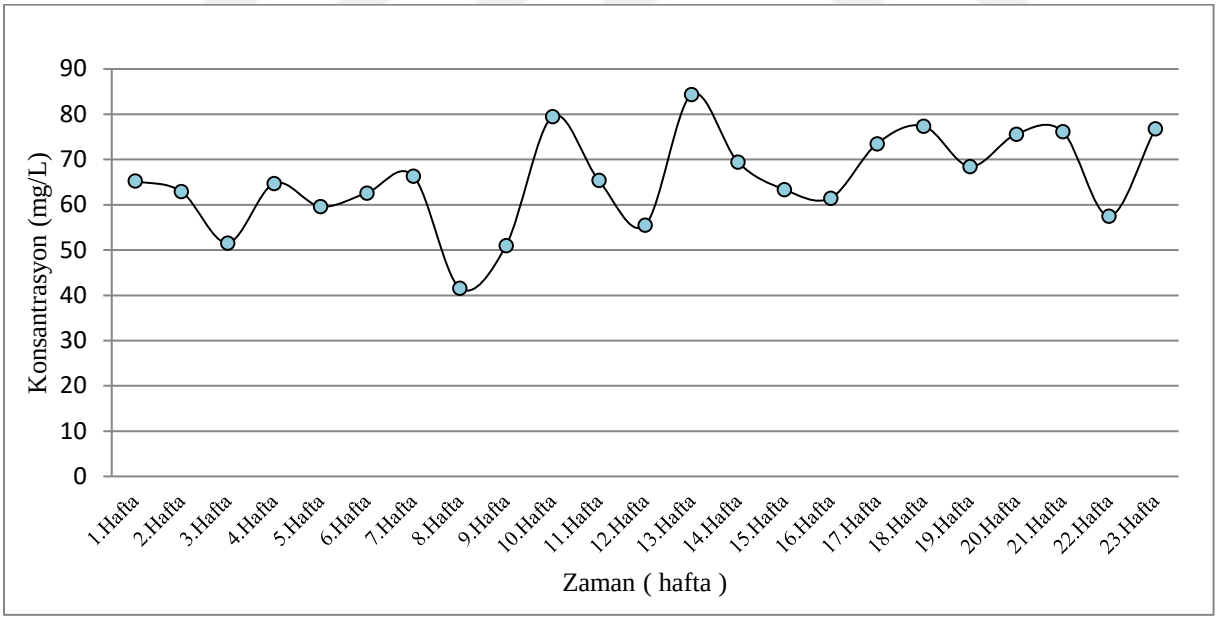
	pH	KOİ (mg/L) std	TKN (mg/L) std	TP (mg/L) std
1.Hafta	7,65	1709±25,51	65,25±3,33	12,9±0,87
2.Hafta	7,66	1264±12,49	62,92±2,83	11,2±1,57
3.Hafta	7,98	832 ±20,30	51,60±1,44	8,36±0,68
4.Hafta	7,59	1664±31,03	64,73±2,36	13,6±0,57
5.Hafta	7,31	928±25,53	59,63±2,91	11,4±0,34
6.Hafta	7,73	1456±34,39	62,63±1,61	14,65±1,40
7.Hafta	7,79	1664±29,51	66,38±3,27	16,3±1,48
8.Hafta	7,82	470±26,06	41,63±1,78	8,04±0,63
9.Hafta	7,96	691±15,79	51,00±0,85	9,64±0,56
10.Hafta	7,83	1616±17,78	79,50±4,26	14,65±0,36
11.Hafta	7,75	1306±21,93	65,40±2,79	13,72±0,98
12.Hafta	8,12	806±9,17	55,50±1,78	10,72±0,90
13.Hafta	8,05	1104±22,14	84,38±4,38	16,35±0,74
14.Hafta	7,76	1193±18,20	69,45±2,92	9,64±0,80
15.Hafta	7,84	1165±24,07	63,38±3,75	9,08±0,73
16.Hafta	7,93	512±15,87	61,50±1,49	9,72±0,54
17.Hafta	7,55	1184±26,13	73,50±4,85	12,5±0,97
18.Hafta	7,72	1728±46,86	77,40±2,72	14,9±1,38
19.Hafta	7,77	1440±18,33	68,48±1,85	15,7 ±0,80
20.Hafta	7,87	1446±29,34	75,60±3,10	13,8±1,25
21.Hafta	7,86	1760±19,25	76,20±3,86	11,68±0,87
22.Hafta	7,92	640±29,42	37,50±0,30	10,56±0,23
23.Hafta	7,98	1190±17,66	76,80±2,01	15,6±1,53
Ortalama Değer		1207	65,67	12,38

Çizelge 4.1. de verilen değerlere bakıldığında 23 hafta boyunca Konya AAT giriş ünitesinden alınan ham atık su numunelerinde yapılan analizlerde pH ölçümlerinin 7,31-8,12 aralığında, kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) sonuçlarının 470-1760 mg/L aralığında, toplam kjeldahl azotu (TKN) sonuçlarının 37,50 mg/L ile 84,38 mg/L aralığında, toplam fosfor (TP) sonuçlarının ise 8.04 mg/L ile 16,35 mg/L aralığında çıktığı görülmektedir. Bu değerler ışığında atık su arıtma tesisine gelen ham atık suyun evsel nitelikte ve nüfus yoğunluğuna göre parametrelerin ortalama değerlerde çıktığı gözlenmiştir.



Şekil 4.1. Tesis giriş ham atık su pH değerler grafiği

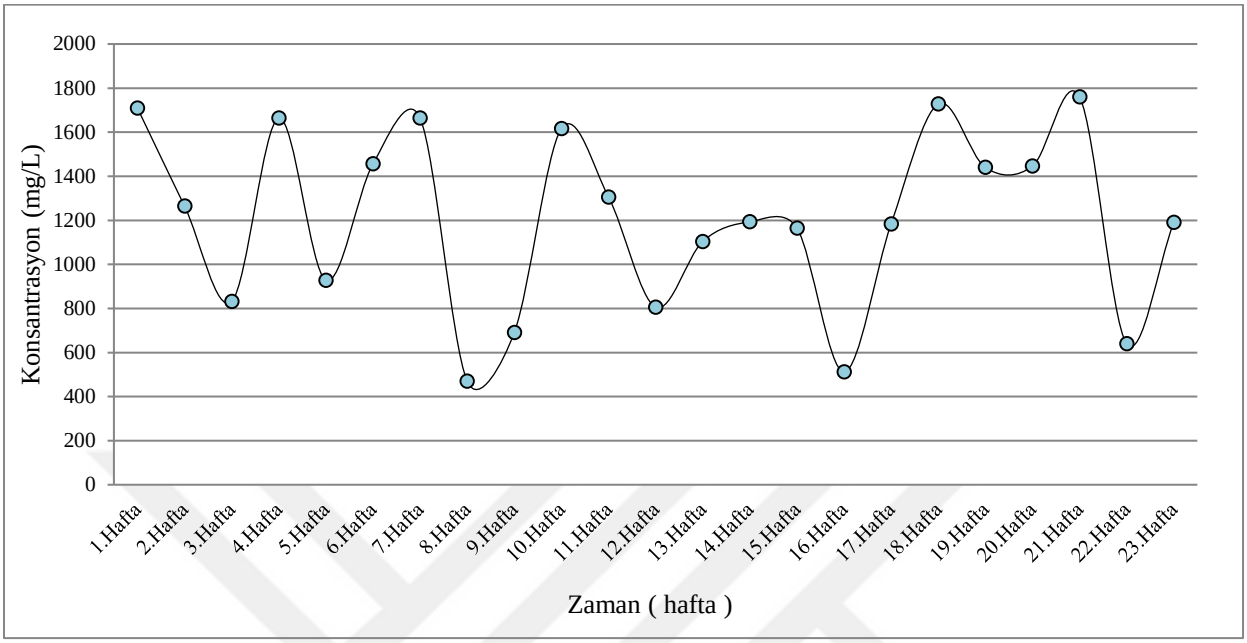
Çizelge 4.1. görüldüğü üzere 23 haftalık çalışmada tesis giriş ham atık su numunelerinde ölçülen pH değerleri 7,31 ile 8,12 aralığında olduğu saptanmıştır. 5. hafta 7,31 ile en düşük değer, 12. hafta 8,12 ile en yüksek değer ölçülmüştür.



Şekil 4.2. Tesis giriş ham atık su TKN (mg/L) değerler grafiği

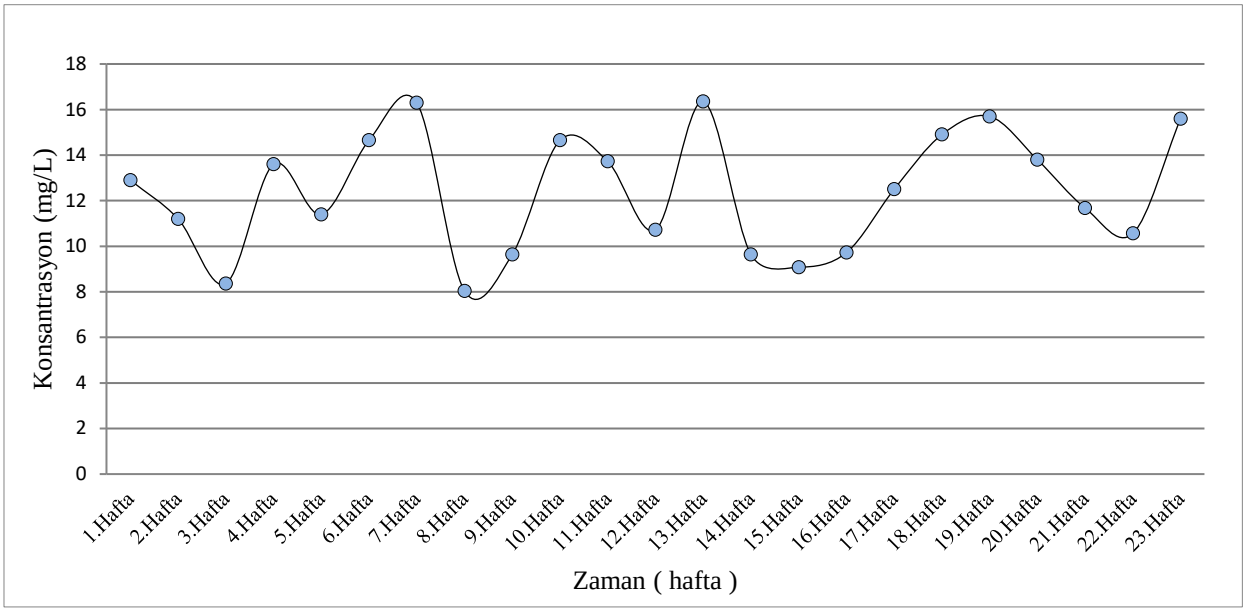
Tesis giriş ham atık su organik azot değerleri (TKN) 41,63 mg/L ile 84,38 mg/L aralığında ölçülmüştür. 41,63 mg/L değeriyle 8. haftada en düşük değer, 84.38 mg/L değeriyle

13. hafta en yüksek değer gözlemlenmiştir. 23 haftalık dönemde Konya AAT ham atık suyun TKN mg/L değeri ortalama olarak 65,67 mg/L bulunmuştur.



Şekil 4.3. Tesis giriş ham atık su KOİ (mg/L) değerler grafiği

Tesis giriş ham atık su kimyasal oksijen ihtiyacı değerleri 470 mg/L ile 1760 mg/L aralığında ölçülmüştür. 470 mg/L değeriyle 8. haftada en düşük değer, 1760 mg/L değeriyle 21. hafta en yüksek değer gözlemlenmiştir. 23 haftalık dönemde Konya AAT ham atık suyun KOİ mg/L değeri ortalama olarak 1207 mg/L bulunmuştur.



Şekil 4.4. Tesis giriş ham atık su TP (mg/L) değerler grafiği

Tesis giriş ham atık su toplam fosfor değerleri 8,04 mg/L ile 16,3 mg/L aralığında ölçülmüştür. 8,04 mg/L değeriyle 8. haftada en düşük değer, 16,3 mg/L değeriyle 7. hafta en yüksek değer gözlemlenmiştir. 23 haftalık dönemde Konya AAT ham atık suyun TP mg/L değeri ortalama olarak 12,38 mg/L bulunmuştur.

4.1.1. Değişkenler arası korelasyon incelemesi

Korelasyon, incelediğimiz iki değişkenin birlikte değişiminin bir ölçüsü diyebiliriz. Korelasyon katsayısı -1 ile +1 arasında değerler alır. Korelasyonun büyüklüğü (0 ile 1 arasında olmak üzere) iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü gösterirken, işareti ise (+,-) değişkenlerin aynı yönde (+) artıp azaldığını yada zıt yönlerde (-) artış, azalış gösterdiğini belirtir. Korelasyon katsayısı maksimum 1 değeri alır ve bu mükemmel düzeyde ilişki olduğunu göstermektedir (Şen, 2016).

Korelasyon katsayısının formülü ve hesaplama işleminde Microsoft excel bilgisayar programından yararlanılmıştır.

$$r = \frac{\sum (x-\bar{x})(y-\bar{y})}{\sqrt{\sum (x-\bar{x})^2 \sum (y-\bar{y})^2}} \quad (4.1)$$

r : İki değişken arasında hesaplanan korelasyon katsayısı

x : bağımsız değişken

y : bağımsız değişken

$\bar{x}$: dizi ortalaması

$\bar{y}$: dizi ortalaması

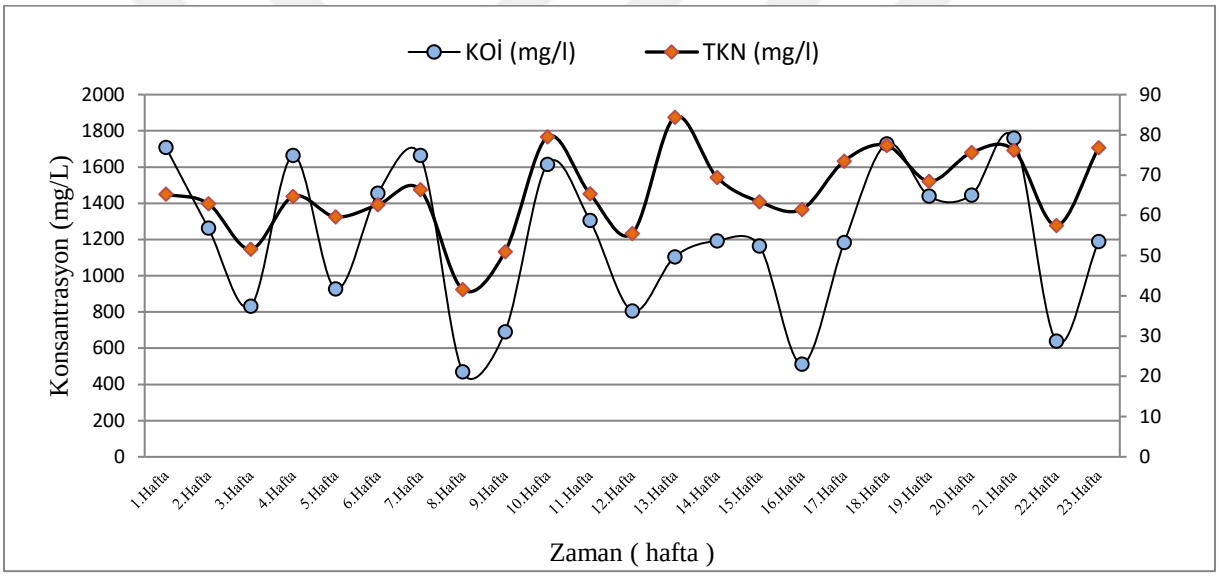
Çizelge 4.2. Değişkenlerin korelasyon katsayısı değerleri

	pH	**KOİ**	**TKN**	**TP**
pH	0	-0,33384	-0,07514	-0,09239
KOİ	-0,33380	0	0,69007	0,67802
TKN	-0,07514	0,69007	0	0,69010
TP	-0,09239	0,67802	0,69010	0

- $-1 < r < 1$
- $r < 0.20$ ve sıfıra yakın değerler ilişkinin olmadığı ya da çok zayıf ilişkiyi işaret eder.
- 0.20-0.39 arasında zayıf ilişki
- 0.40-0.59 arasında orta düzeyde ilişki
- 0.60-0.79 arasında yüksek düzeyde ilişki

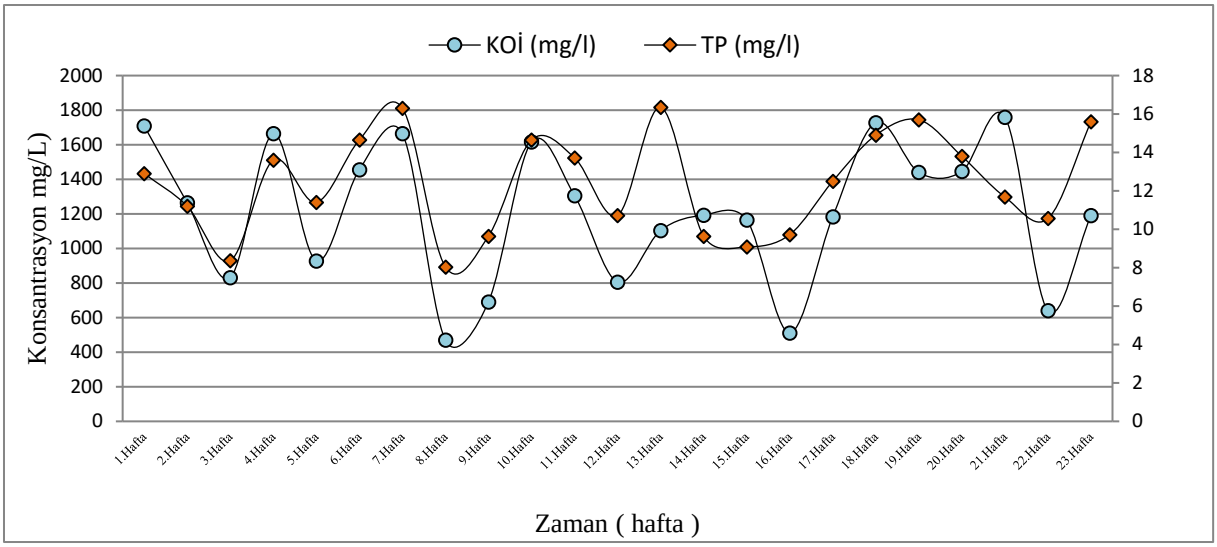
- 0.80-1.0 arasında çok yüksek ilişki olduğu yorumu yapılır (Şen, 2016).

Çizelge 4.2. de korelasyon tablosu incelendiğinde pH ile KOİ parametreleri arasında -0,33384 (r) değeriyle negatif yönde zayıf düzeyde bir ilişki olduğu, pH ile TKN parametreleri arasında -0 07514 (r) değeriyle negatif yönde çok zayıf düzeyde bir ilişki olduğu pH ile TP parametreleri arasında -0,09239 (r) değeriyle negatif yönde çok zayıf düzeyde ilişki olduğu saptanmıştır. KOİ ile TKN parametreleri arasında 0,69007 (r) değeriyle pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki olduğu, KOİ ile TP parametreleri arasında 0,67802 (r) değeriyle pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki olduğu saptanmıştır. TKN ile TP parametreleri arasında ise 0,69010 (r) değeriyle pozitif yönde yüksek düzeyde ilişki olduğu saptanmıştır. Bu ilişki düzeyleri zamana bağlı değişim eğrileri olarak grafiklerle gösterilmiştir.



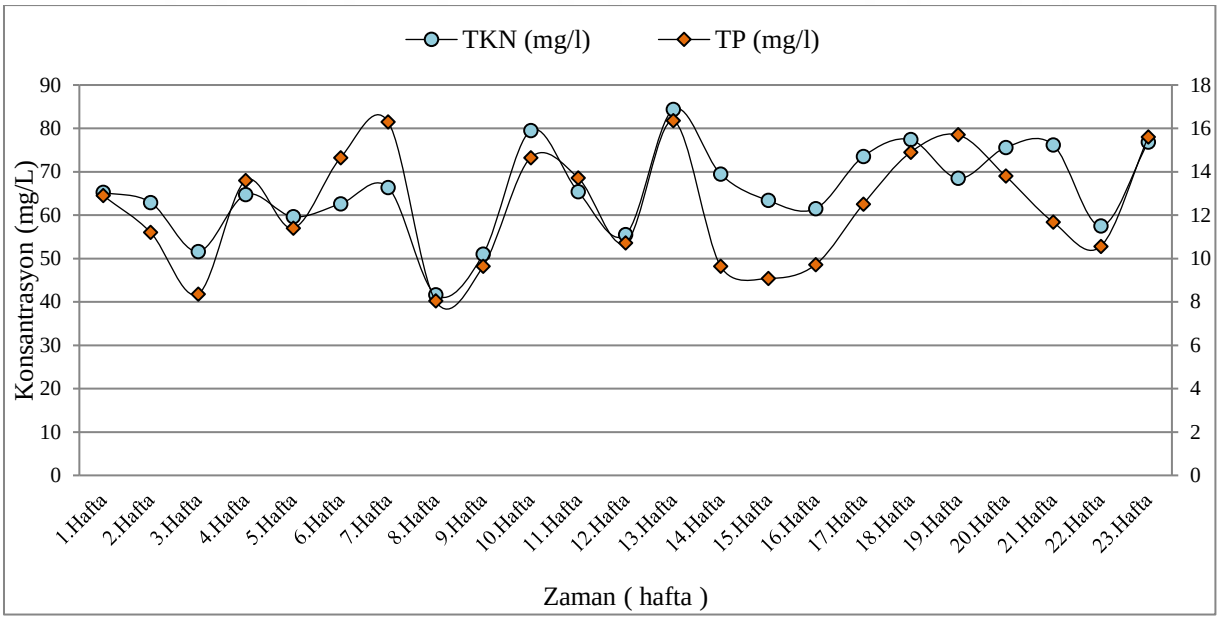
Şekil 4.5. Tesis giriş atık su KOİ-TKN karşılaştırma grafiği

Kimyasal oksijen ihtiyacı ile toplam kjeldahl azotu değerleri haftalık formda grafik üzerinde **Şekil 4.5.** de karşılaştırması yapılmıştır. Korelasyon tablosu **Çizelge 4.2.** de görülen KOİ-TKN parametrelerinin arasındaki çıkan 0,69007 gibi bir korelasyon katsayısı sebebiyle aralarında yüksek düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmişti. Grafik gösterimiyle de yüksek düzeyde bir bağlantı olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.6. Tesis Giriş Atık Su KOİ-TP Grafiği

Kimyasal oksijen ihtiyacı ile toplam fosfat değerleri haftalık formda grafik üzerinde **Şekil 4.6.** da karşılaştırması yapılmıştır. Korelasyon tablosu **Çizelge 4.2.** de görülen KOİ-TP parametrelerinin arasındaki çıkan 0,67802 gibi bir korelasyon katsayısı sebebiyle aralarında yüksek düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmişti. Grafik gösterimiyle de yüksek düzeyde bir bağlantı olduğu gözlemlenmiştir.



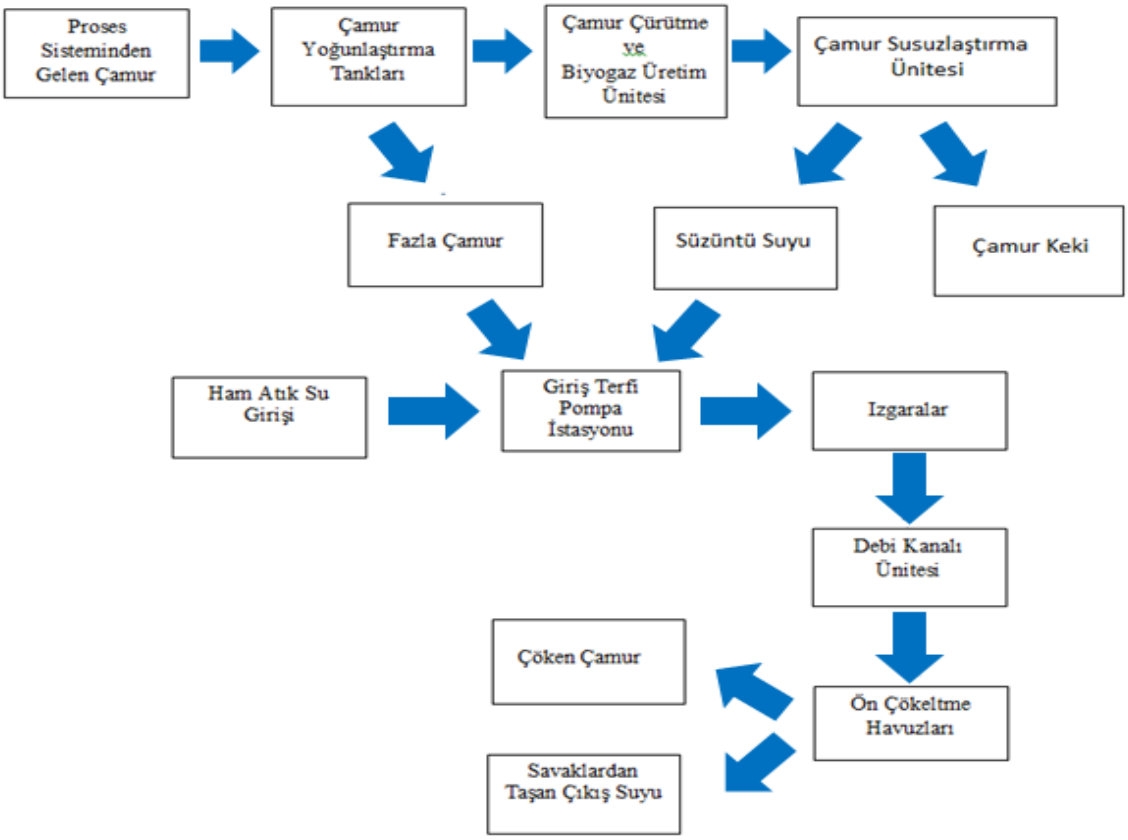
Şekil 4.7. Tesis Giriş Atık Su TKN-TP Grafiği

Toplam kjeldahl azotu değerleri ile toplam fosfor değerlerinin haftalık formda grafik üzerinde **Şekil 4.7.** de karşılaştırması yapılmıştır. Korelasyon tablosu **Çizelge 4.2.** de görülen

TKN-TP parametrelerinin arasındaki çıkan 0,69010 gibi bir korelasyon katsayısı sebebiyle aralarında yüksek düzeyde bir ilişki olduğu tespit edilmişti. Grafik gösterimiyle de yüksek düzeyde bir bağlantı olduğu gözlemlenmiştir.

4.2. Konya Atık Su Arıtma Tesisi Ön Arıtım Ünitesi Azot ve Fosfor Giderim Verimleri

Konya atık su arıtma tesisi proses sistemi, tesis de oluşan fazla çamuru ve çamur susuzlaştırma ünitesinden çıkan süzüntü suyunu tekrar sisteme entegre etmek üzere projelendirilmiştir. Tesise gelen ham atık su ile, proses sisteminde oluşan fazla çamur ve çamur susuzlaştırma ünitesinden çıkan süzüntü suyu tesis girişindeki terfi pompa istasyonunda karışarak farklı boyutlardaki ızgaralardan geçip debi kanalına ulaşmaktadır. Bu nedenle ham atık su ön çökeltme havuzlarına ulaşmadan, yapısında azot ve fosfor konsantrasyonu yüksek olan fazla çamur ve süzüntü suyundan dolayı belirli oranlarda kirlilik yükü artmaktadır. **Şekil 4.8'** de bu sistemin şeması gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Fazla çamur ve süzüntü suyu akım şeması

Belirli bir miktar kirlilik yükü artan atık su, debi kanalı ünitesinden ön çökeltme havuzlarına aktarılır ve burada gelen suyun debisine göre belirli bir süre bekletilerek

çökelmesi sağlanır. Ele aldığımız Konya atık su arıtma tesisinde bu süre ortalama 2 saat olarak uygulanmaktadır. Çökelmenin daha sağlıklı olması için çökeltme havuzlarının üst kısmında sürekli dairesel olarak dönen bir köprü bulunmaktadır. Bu köprü alt kısmına bağlanan sıyırıcısıyla beraber yaptığı bu dairesel hareket sebebiyle dipte çöken çamurun daha kolay pompalara aktarılmasını sağlamakla beraber üst kısımdan savaklara köpük ve çamur kaçışını önlemektedir. Çökelen çamur ön çökeltme pompaları yardımıyla havuzlardan alınır, üst suyu da havuz savaklarından taşarak biyolojik arıtım ünitelerine ulaşır.

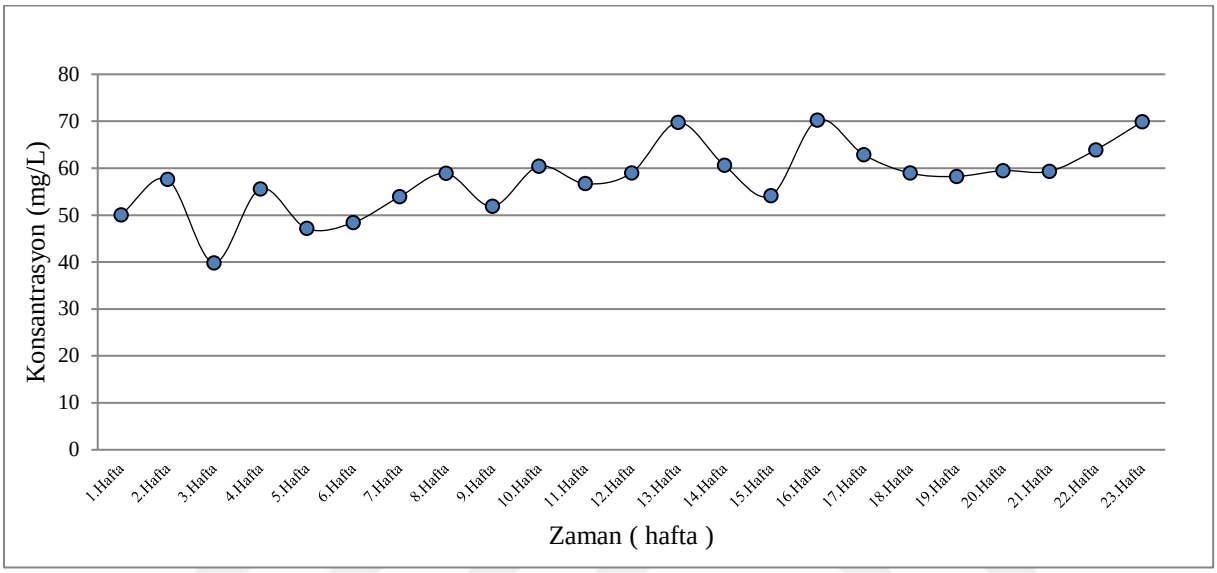
Ön arıtma ünitesinin giderim verimini daha sağlıklı hesaplamak ve gözlemlemek için atık su numunelerini, debi kanalı ünitesinden ve ön çökeltme havuzlarının savaklarından akan çıkış suyundan 24 saatlik kompozit numune şeklinde alınmıştır. Giderim verimleri bu numunelerin analizleri yapılarak çıkan sonuçlar üzerinden hesaplanmıştır.

$$\%\ \text{giderim} = \frac{(\ \text{debi kanalı atık su değeri (mg/l)} - \text{ön çökeltme havuzu çıkış suyu değeri (mg/l)}\ ) * 100}{\text{debi kanalı atık su değeri (mg/l)}} \quad (4.2)$$

Çizelge 4.3. Debi Kanalı Ünitesi ve Ön Arıtma Ünitesi Çıkış TKN (mg/L) Değerleri

	Debi Kanalı Ünitesi TKN (mg/L) std	Ön Arıtma Ünitesi Çıkış TKN (mg/L) std
1.Hafta	98,25±2,42	50,06±2,74
2.Hafta	91,50±2,02	57,60±3,38
3.Hafta	127,50±2,73	39,83±1,78
4.Hafta	88,65±1,73	55,58±2,59
5.Hafta	94,50±2,38	47,14±1,54
6.Hafta	143,25±2,46	48,38±2,38
7.Hafta	102,68±2,13	53,89±1,14
8.Hafta	76,95±1,58	58,88±1,82
9.Hafta	73,35±1,60	51,86±1,31
10.Hafta	132,60±2.03	60,38±2,02
11.Hafta	116,25±2,39	56,70±1,09
12.Hafta	123,75±2,10	58,99±1,70
13.Hafta	137,40±1,77	69,75±1,95
14.Hafta	128,70±1,50	60,60±1,24
15.Hafta	106,88±1,86	54,15±2,39
16.Hafta	118,50±1,28	70,20±3,07
17.Hafta	118,95±2,00	62,89±1,56
18.Hafta	134,10±2,57	58,95±1,85
19.Hafta	116,55±2,11	58,24±2,06
20.Hafta	102,75±1,61	59,48±1,86
21.Hafta	74,70±1,00	59,33±1,36
22.Hafta	104,40±1,93	63,90±0,76
23.Hafta	124,50±2,13	69,86±2,18
Ortalama Değerler	110,29	57,68

Çizelge 4.3 de verilen değerlere bakıldığında 23 hafta boyunca Konya AAT debi kanalı ünitesinden ve ön çökeltme havuzları çıkış noktasından alınan ham atık su numunelerinde yapılan analizlerde, debi kanalı ünitesi TKN değerlerinin 73,35 mg/L ile 143,25 mg/L aralığında, ortalama 110,29 mg/L olduğu, ön çökeltme havuzları çıkış noktalarından alınan atık su numunelerinde ise TKN değerlerinin 39,83 mg/L ile 70,20 mg/L aralığında ortalama 57,68 mg/L olduğu gözlemlenmiştir.



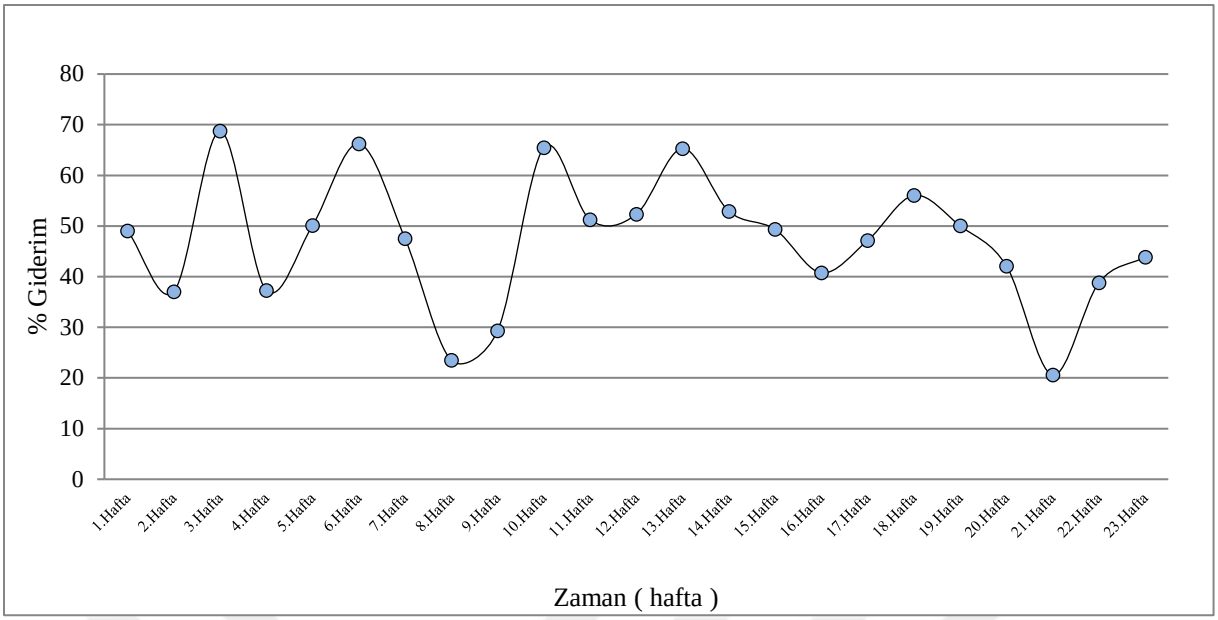
Şekil 4.9. Ön arıtma ünitesi çıkış suyu TKN değerleri

Çizelge 4.4. Ön Arıtma Ünitesi TKN (mg/L) Giderim Değerleri

	Tesis Giriş TKN (mg/L)	Debi Kanalı TKN (mg/L)	% Artış (Kirlilik Yükü)	Ön Arıtma Ünitesi Çıkış TKN (mg/L)	% Giderim
1.Hafta	65,25	98,25	50,57	50,06	49,05
2.Hafta	62,92	91,50	45,42	57,60	37,05
3.Hafta	51,60	127,50	147,09	39,83	68,76
4.Hafta	64,73	88,65	36,96	55,58	37,31
5.Hafta	59,63	94,50	58,49	47,14	50,12
6.Hafta	62,63	143,25	128,74	48,38	66,23
7.Hafta	66,38	102,68	54,69	53,89	47,52
8.Hafta	41,63	76,95	84,86	58,88	23,49
9.Hafta	51,00	73,35	43,82	51,86	29,29
10.Hafta	79,50	132,60	66,79	60,38	54,47
11.Hafta	65,40	116,25	77,75	56,70	51,23
12.Hafta	55,50	123,75	122,97	58,99	52,33
13.Hafta	84,38	137,40	62,84	69,75	49,24
14.Hafta	69,45	128,70	85,31	60,60	52,91
15.Hafta	63,38	106,88	68,64	54,15	49,33
16.Hafta	61,50	118,50	92,68	70,20	40,76
17.Hafta	73,50	118,95	61,84	62,89	47,13
18.Hafta	77,40	134,10	73,26	58,95	56,04
19.Hafta	68,48	116,55	70,21	58,24	50,03
20.Hafta	75,60	102,75	35,91	59,48	42,12
21.Hafta	76,20	84,70	11,15	59,33	29,96
22.Hafta	37,50	104,40	81,57	63,90	38,79
23.Hafta	76,80	124,50	62,11	69,86	43,89
Ortalama Değerler	65,67	110,29	70,60	57,68	45,99

Çizelge 4.4.'e bakılacak olursa giriş ham atık su TKN değerlerinin 37,50 mg/L ile 84,38 mg/L aralığından, % 35,91 ile % 147,09 aralığında bir artışla, debi kanalı ünitesinde 73,35 mg/L ile 143,25 mg/L aralığına yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu artış ortalama olarak % 70,60 oranında gerçekleşmiştir. Ham atık su TKN değerleri ile debi kanalı ünitesindeki TKN değerleri arasında fazla çamur ve süzüntü suyu kaynaklı kirlilik yükü artışı gözlemlenmiştir.

Debi kanalı ünitesinden 73,35 mg/L ile 143,25 mg/L aralığında ortalama 110,29 mg/L kirlilik yüküyle ön çökeltme havuzlarına aktarılan atık suyun ön çökeltme havuzlarında çökelmesi sağlanıp, çamur ve üst suyunun ayrılmasıyla değerlerin 39,83 mg/L ile 70,20 mg/L aralığında ortalama 57,68 mg/L 'ye gerilediği gözlemlenmiştir. Bu değerlere bakılarak biyolojik arıtım öncesi ön çökeltme havuzlarının atık sulardaki TKN değerlerinde % 29,29 ile % 68,26 aralığında ortalama % 45,99 gibi bir arıtım sağladığı saptanmıştır.

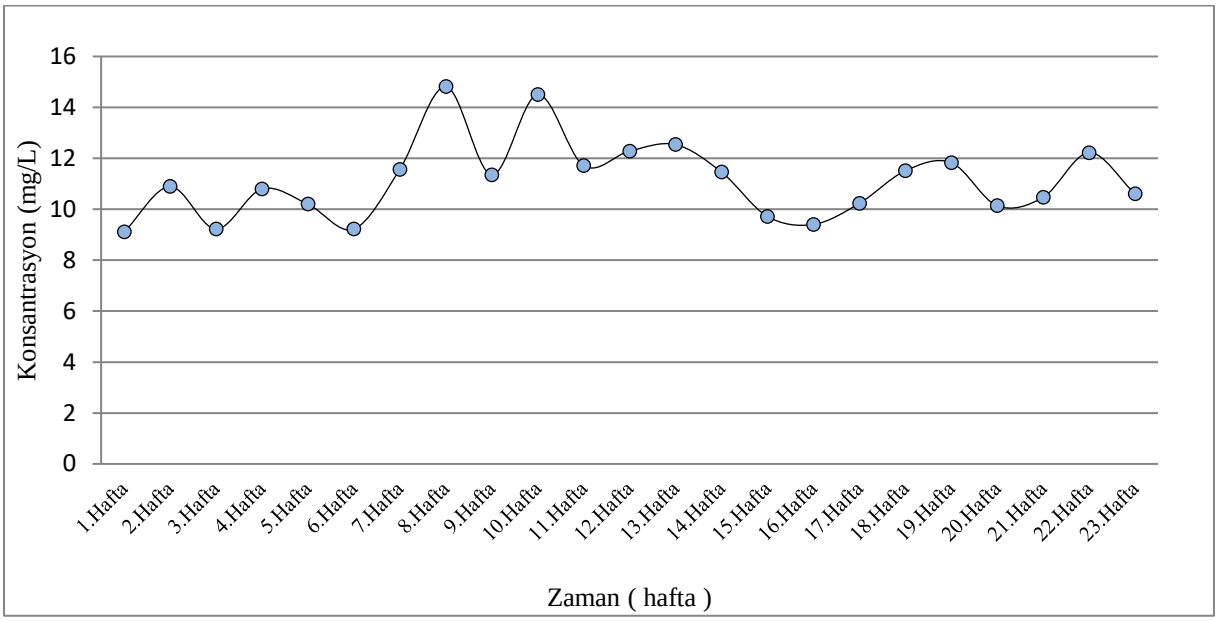


Şekil 4.10. Ön arıtma TKN % giderim değerleri

Çizelge 4.5. Debi Kanalı Ünitesi ve Ön Arıtma Ünitesi Çıkış TP (mg/L) Değerleri

	Debi Kanalı Ünitesi TP (mg/L) std	Ön Arıtma Ünitesi Çıkış TP (mg/L) std
1.Hafta	16,2±0,38	9,11±0,78
2.Hafta	25,2±1,72	10,89±0,47
3.Hafta	30,8±1,96	9,23±,0,71
4.Hafta	23,16±1,75	10,80±1,72
5.Hafta	24,3±1,18	10,20±1,34
6.Hafta	30,5±0,96	9,23±1,16
7.Hafta	28,4±0,86	11,57±1,08
8.Hafta	22,8±1,24	14,82±1,74
9.Hafta	17,34±0,71	11,36±1,67
10.Hafta	29,4±1,19	14,50±1,78
11.Hafta	27,2±1,55	11,72±0,73
12.Hafta	31,7±1,68	12,29±1,30
13.Hafta	35,6±1,37	12,54±0,62
14.Hafta	27,2±0,93	11,46±1,13
15.Hafta	17,7±1,77	9,72±0,86
16.Hafta	27,2±0,65	9,41±0,47
17.Hafta	22,9±1,19	10,23±1,19
18.Hafta	33±1,66	11,51±0,32
19.Hafta	19,9±0,88	11,83±0,51
20.Hafta	24,2±0,69	10,14±0,47
21.Hafta	13,74±0,94	10,47±0,95
22.Hafta	21,83±2,02	12,22±1,24
23.Hafta	21,4±0,56	10,61±1,02
Ortalama Değerler	24,86	11,12

Çizelge 4.5. de verilen değerlere bakıldığında 23 hafta boyunca Konya AAT debi kanalı ünitesinden ve ön çökeltme havuzları çıkış noktasından alınan ham atık su numunelerinde yapılan analizlerde, debi kanalı ünitesi TP değerlerinin 13,74 mg/L ile 35,6 mg/L aralığında, ortalama 24,86 mg/L olduğu, ön çökeltme havuzları çıkış noktalarından alınan atık su numunelerinde ise TP değerlerinin 9,11 mg/L ile 14,82 mg/L aralığında ortalama 11,12 mg/L olduğu gözlemlenmiştir.



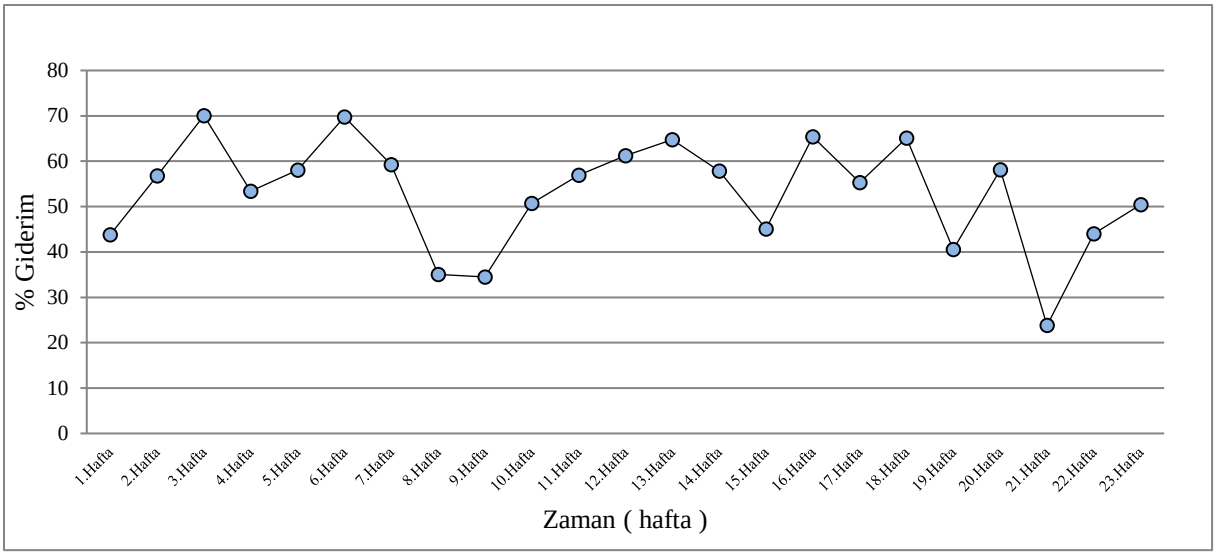
Şekil 4.11. Ön arıtma ünitesi çıkış suyu TP değerleri

Çizelge 4.6. Ön Arıtma Ünitesi TP (mg/L) % Giderim Değerleri

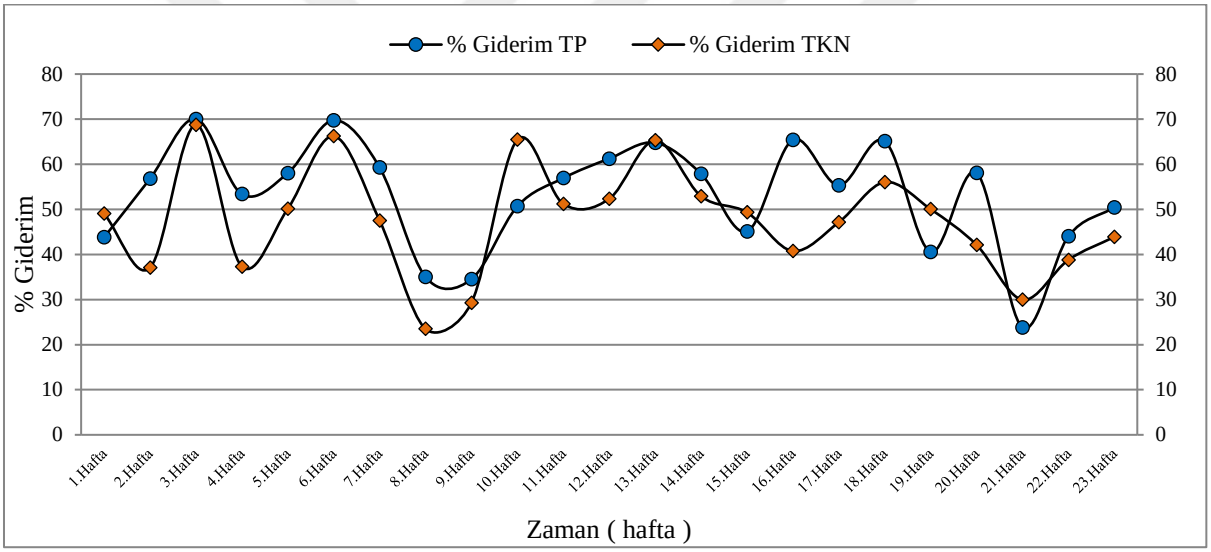
	Tesis Giriş TP (mg/)	Debi Kanalı TP (mg/L)	% Artış (Kirlilik Yükü)	Ön Arıtma Ünitesi Çıkış TP (mg/L)	% Giderim
1.Hafta	12,9	16,2	25,6	9,11	43,80
2.Hafta	11,2	25,2	125,0	10,89	56,79
3.Hafta	8,36	30,8	268,4	9,23	70,05
4.Hafta	13,6	23,16	70,3	10,80	53,37
5.Hafta	11,4	24,3	113,2	10,20	58,02
6.Hafta	14,65	30,5	108,2	9,23	69,75
7.Hafta	16,3	28,4	74,2	11,57	59,28
8.Hafta	8,04	22,8	183,6	14,82	35,02
9.Hafta	9,64	17,34	79,9	11,36	34,52
10.Hafta	14,65	29,4	100,7	14,50	50,68
11.Hafta	13,72	27,2	98,3	11,72	56,93
12.Hafta	10,72	31,7	195,7	12,29	61,25
13.Hafta	16,35	35,6	117,7	12,54	64,78
14.Hafta	9,64	27,2	182,2	11,46	57,87
15.Hafta	9,08	17,7	94,9	9,72	45,08
16.Hafta	9,72	27,2	179,8	9,41	65,42
17.Hafta	12,5	22,9	83,2	10,23	55,33
18.Hafta	14,9	33	121,5	11,51	65,12
19.Hafta	15,7	19,9	26,8	11,83	40,55
20.Hafta	13,8	24,2	75,4	10,14	58,10
21.Hafta	11,7	13,74	17,6	10,47	23,80
22.Hafta	10,56	21,83	106,7	12,22	44,02
23.Hafta	15,6	21,4	37,2	10,61	50,44
Ortalama Değerler	12.38	24,86	108,1	11,12	53,04

Çizelge 4.6.'ya bakılacak olursa giriş ham atık su TP değerlerinin 8,04 mg/L ile 16,35 mg/L aralığından, % 25,6 ile % 268 aralığında bir artışla, debi kanalı ünitesinde 13,74 mg/L ile 35,6 mg/L aralığına yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu artış ortalama olarak % 108,1 oranında gerçekleşmiştir. Ham atık su TP değerleri ile debi kanalı ünitesindeki TP değerleri arasında fazla çamur ve süzüntü suyu kaynaklı konsantrasyon artışı gözlemlenmiştir.

Debi kanalı ünitesinden 13,74 mg/L ile 35,6 mg/L aralığında ortalama 24,86 mg/L kirlilik yüküyle ön çökeltme havuzlarına aktarılan atık suyun ön çökeltme havuzlarında çökelmesi sağlanıp, çamur ve üst suyunun ayrılmasıyla değerlerin 9,11 mg/L ile 14,82 mg/L aralığında ortalama 11,12 mg/L 'ye gerilediği gözlemlenmiştir. Bu değerlere bakılarak biyolojik arıtım öncesi ön çökeltme havuzlarının atık sulardaki TP değerlerinde % 23,80 ile % 70,05 aralığında ortalama % 53,04 gibi bir arıtım sağladığı saptanmıştır.



Şekil 4.12. Ön arıtma ünitesi TP % giderim değerleri



Şekil 4.13. Ön arıtma ünitesi TKN ve TP % giderim değerleri karşılaştırılması

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Yaptığımız bu çalışma da mayıs ile kasım ayları arasında Konya atık su arıtma tesisine gelen Konya ili ham atık suyun kimyasal içeriği, pH, kimyasal oksijen ihtiyacı, toplam kjeldahl azotu, toplam fosfor parametrelerinin yönünden incelenmiştir. Yapılan analizler sonucu 23 haftalık zaman içerisinde pH değerinin 7,31-8,12 aralığında, kimyasal oksijen ihtiyacı değerinin 470 mg/L - 1760 mg/L aralığında, toplam kjeldahl azotu değerinin 37,50 mg/L - 84,38 mg/L aralığında, toplam fosfor değerinin ise 8.04 mg/L - 16,35 mg/L aralığında olduğu saptanmıştır.

Bu veriler ışığında Konya atık su arıtma tesisine gelen ham atık suyun evsel nitelikte olduğunu söyleyebiliriz. Çalışmanın yapıldığı zaman aralığında bulunduğu coğrafi konum itibariyle Konya'nın yağış oranı çok düşüktür. Bu nedenle çalışmada kullanılan atık su numunelerinde herhangi bir seyrelme olanağı olmadığı için elde edilen verilerin ham atık suyun yapısını ve içeriğini yansıttığı düşünülmektedir.

Çizelge 5.1. Bazı yerleşim yerlerindeki evsel atık suların kimyasal içerik değerleri (Kocadagistan ve Topcu, 2007; ERDOĞAN ve ark., 2010a; Peng ve Ge, 2011)

Tesis Adı	pH	KOİ (mg/L) Aralık	KOİ (mg/L) Ort.	TKN (mg/L) Aralık	TKN (mg/L) Ort.	TP (mg/L) Aralık	TP (mg/L) Ort.
Konya Arıtma Tesisi	7,31- 8,12 7,80	470 - 1760	1207	37,5 - 84,3	65,67	8,04-16,35	12,38
Erzurum	6,5 - 7,8	350 - 500		-		-	
Pekin-Çin	-	295		55.3		6.62	
İstanbul Baltalimanı	7.2 - 7,5	265 - 645	340	23.9 - 57		-	
İstanbul Ataköy	6.8 - 7,5	160 - 350	270	22 - 63		-	
İstanbul Yenikapı	7.1 - 7,3	280 - 1480	680	27 - 92		-	
İstanbul Kadıköy	7.2	220 - 775	450	22 - 73		7 – 11.6	
İstanbul Küçükçekmece	7.6 - 7,7	345 - 840	400	38.6 - 46,7		-	
İzmir Arıtma Tesisi	-	79 - 1154	424	16 - 97	41	2.52-27.6	7.68
Tarsus Arıtma Tesisi	-	100 - 1198	439	21 - 71	46	15-37	24
Antalya Arıtma Tesisi	-	35 - 704	386	9 - 50	27	1-14	6
Ankara Arıtma Tesisi	-	109 - 528	305	8 - 87	40	3.3-12.2	8.2
Isparta Arıtma Tesisi	-	184 - 976	423	-		-	

Diğer çalışmada ise ön arıtım kısmındaki ön çökeltme havuzlarının kirlilik yükü giderim verimleri toplam kjeldahl azotu ve toplam fosfor parametreleri yönünden incelenmiş olup yüzdelik değerler bulunmuştur. Bu sonuçlara göre toplam kjeldahl azotu parametresi yönünden % 29,29 ile % 68,26 aralığında ve ortalama % 45,99, toplam fosfor parametresi yönünden ise % 23,80 ile % 70,05 aralığında ve ortalama % 53,04 oranında arıtım yapıldığı görülmüştür.

5.2. Öneriler

Konya ilinin ham atık su kimyasal içeriği konusunda yapılabilecek çalışma ile atık su çeşitliliği oluşturup, kullanıma göre farklı kanalizasyon hatları döşenebilir. Böylece kullanıma bağlı olarak çeşitlendirilen atık suların geri dönüşüm açısından değerlendirme olanakları da oluşabilir. Sürekli temizlik maddeleri kullanılan, az miktarda olsa da çeşitli ağır metallerin karışabildiği atık suların arıtılıp geri kazanımı ile yağmur suyu diye nitelendireceğimiz atık suyun geri kazanımı hem ekonomik yönden hem proses yönünden çok farklıdır. Bu sebeple örneklendirecek olursak, yağmur suları için ayrı bir hat inşa edilirse, tesise gelen ham atık suyun konsantrasyonunda değişiklik olacak ve ayrıca atık suların geri kazanımı noktasında az maliyetli ve daha verimli sonuçlar elde edilecektir.

Ön çökeltme havuzlarının giderim verimlerinin artırılması konusunda ise farklı fikirler düşünülebilir. Bu konuda havuz yapısının değişimi, gelen debiye göre bekletme sürelerin artırılması, daha sonraki projelendirmelerde havuz çapının büyütülmesi gibi yeni fikirler oluşturulabilir. Ayrıca tesise gelen ham atık suyun debi kanalında kirlilik yükünün artmasına neden olan fazla çamur ve süzüntü suyu için farklı bir arıtım prosesi oluşturulmalı ve ön çökeltmeye aktarılan atık suyun kirlilik yükü azaltılmalıdır.

KAYNAKLAR

Aiyuk, S., Amoako, J., Raskin, L., Van Haandel, A. ve Verstraete, W. J. W. R., 2004, Removal of carbon and nutrients from domestic wastewater using a low investment, integrated treatment concept, 38 (13), 3031-3042.

Anonim, 2008, Amonyak ve TKN Deneyi, [online], Çevre Mühendisliği Bölümü, Yıldız Teknik Üniversitesi, http://www.yildiz.edu.tr/~filhan/Amonyak_Azotu_ve_TKN.pdf: [22.07.2019].

Anonim, 2011, Azot Tayini, [online], kimyaders.com, http://www.kimyaders.com/azot-tayini.html: [22.07.2019].

Anonim, 2012a, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Chemical Oxygen Demand (COD), [online], Çevre Mühendisliği Bölümü, Erciyes Ünivesitesi, https://cevre.erciyes.edu.tr/upload/XYN1LR12-koI.pdf: [21.07.2019].

Anonim, 2012b, Atıksuların Arıtılması, [online], trakyacevre.com, https://www.trakyacevre.com/aritma-dosyasi.pdf: [18.07.2019].

Anonim, 2013, Fosfor Tayini, [online] ,Çevre Mühendisliği Bölümü, Erciyes Üniversitesi, https://cevre.erciyes.edu.tr/upload/KLMJMW86-fosfor-2013.pdf: [22.07.2019].

Anonim, 2014, BOİ (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı), [online], Çevre Mühendisliği Bölümü, Erciyes Üniversitesi, https://cevre.erciyes.edu.tr/upload/M4A8NIR7-boI.pdf: [21.07.2019].

Anonim, 2018a, Biyolojik Arıtma, [online], Dokuz Eylül Üniversitesi, http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum05.pdf: [22.07.2019].

Anonim, 2018b, İleri Atık Su Arıtımı, [online], Dokuz Eylül Üniversitesi, http://web.deu.edu.tr/atiksu/ana58/bolum06.pdf: [26.06.2018].

Apha, A., 2005, WEF, 2005, *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 21.

Association, A.-A. P. H., 1998, Standard methods for the examination of water and wastewater, *USA: APHA*.

Çokgör, E. U., Sözen, S., Orhon, D. ve Henze, M. J. W. R., 1998, Respirometric analysis of activated sludge behaviour—I. Assessment of the readily biodegradable substrate, 32 (2), 461-475.

ERDOĞAN, A. O., ZENGİN, G. E. ve ORHON, D., 2010a, Türkiye'de evsel atıksu oluşum miktarları ve karakterizasyonu, *İTÜDERGİSİ/e*, 15 (1, 3).

ERDOĞAN, A. O., ZENGİN, G. E. ve ORHON, D. J. İ. e., 2010b, Türkiye'de evsel atıksu oluşum miktarları ve karakterizasyonu, 15 (1, 3).

Eschenhagen, M., Schuppler, M. ve Röske, I. J. W. R., 2003, Molecular characterization of the microbial community structure in two activated sludge systems for the advanced treatment of domestic effluents, 37 (13), 3224-3232.

ISO, 1986, International Organization for Standardization Water Qualıty ISO 6878-1:1986-Determınatıon Of Phosphorus -- Part 1: Ammonıum Molybdate Spectrometrıc Method.

Kocadagistan, E. ve Topcu, N. J. D., 2007, Treatment investigation of the Erzurum City municipal wastewaters with anaerobic membrane bioreactors, 216 (1-3), 367-376.

Köymen, S., 2019, Aksaray ili evsel atıksu karakteristiğine etki eden faktörlerin incelenmesi, *Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Li, X.-M., Guo, L., Yang, Q., Zeng, G.-M. ve Liao, D.-X. J. P. B., 2007, Removal of carbon and nutrients from low strength domestic wastewater by expanded granular sludge bed-zeolite bed filtration (EGSB-ZBF) integrated treatment concept, 42 (8), 1173-1179.

Manav, N., 2006, Ardışık kesikli reaktör ile evsel atıksulardan azot ve fosfor giderimi.

Meb, 2011, Aile ve Tüketici Hizmetleri, Atık Sular, [online], megep.meb.gov.tr, http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/At%C4%B1k%20Sular.pdf: [23.07.2019].

Meral, R. ve Cavadzade, F., 2013, Atıksu Arıtma Tesislerinin İşletilmesi, *Kerem Çevre, 139s*.

Peng, Y. ve Ge, S. J. B. T., 2011, Enhanced nutrient removal in three types of step feeding process from municipal wastewater, 102 (11), 6405-6413.

Sarkar, U., Dasgupta, D., Bhattacharya, T., Pal, S. ve Chakroborty, T. J. D., 2010, Dynamic simulation of activated sludge based wastewater treatment processes: Case studies with Titagarh Sewage Treatment Plant, India, 252 (1-3), 120-126.

Sevil, A., 2015, Evsel atıksularda çözünmüş organik azotun biyolojik parçalanabilirliğinin incelenmesi, *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.

Şen, S., 2016, Korelasyon, [online], wordpress.com, https://sedatsen.files.wordpress.com/2016/11/7-sunum.pdf: [22.07.2019].

Torunoğlu, P. O. ve Orhon, D. J. İ. e., 2010, Türkiye'de kurulabilecek tuz gideren membran teknolojisi sistemleri için bilimsel esaslı tasarıma dayalı maliyet analizlerinin yapılması, 20 (1).

Wang, Y., Jiang, F., Zhang, Z., Xing, M., Lu, Z., Wu, M., Yang, J. ve Peng, Y. J. B. t., 2010, The long-term effect of carbon source on the competition between polyphosphorus accumulating organisms and glycogen accumulating organism in a continuous plug-flow anaerobic/aerobic (A/O) process, 101 (1), 98-104.

EKLER

EK-1 Uygun bir başlık buraya yazılmalıdır.

EK-2 Uygun bir başlık buraya yazılmalıdır.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Cihat Uçar
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Selçuklu/KONYA-14.09.1990
Telefon : 0 506 685 04 90
Faks :
e-mail : cihaducar@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	**Selçuklu Atatürk Lisesi, Selçuklu, Konya**	**2009**
Üniversite	:	**Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya,**	**2014**
Yüksek Lisans	:	**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri E. Kimya ABD**	**Halen**
Doktora	:		

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	**Kurum**	**Görevi**
2014	**Konya BŞB Koski Genel Müdürlüğü**	**Kimyager**

UZMANLIK ALANI

YABANCI DİLLER

BELİRTMEK İSTEĞİNİZ DİĞER ÖZELLİKLER

YAYINLAR