T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BAZI ENDÜSTRİYEL ATIKSULARIN EVSEL NİTELİKLİ ATIKSU ARITMA TESİSLERİNE OLASI ETKİLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Osman Mustafa TUĞ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Hakan ÇELEBİ

AKSARAY, 2022

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 182301406 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Osman Mustafa TUĞ tarafından hazırlanan "**BAZI ENDÜSTRİYEL ATIKSULARIN EVSEL NİTELİKLİ ATIKSU ARITMA TESİSLERİNE OLASI ETKİLERİ**" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Unvanı Adı SOYADI

Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum……

Üye: Unvanı Adı SOYADI

Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum……

Üye: Unvanı Adı SOYADI

Üniversite Adı

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum……

Tez Savunma Tarihi: ...../……/…….

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

…….

Doç. Dr. ……...

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinalliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.

Osman Mustafa TUĞ

TEŞEKKÜR

Hazırlamış olduğum yüksek lisans tezi çalışmamda benden desteğini esirgemeyen, bilgi ve birikimleri ile bana her zaman yardımcı olan, çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Hakan ÇELEBİ 'ye,

Mesleki tecrübeleri ile bana yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Ortaköy Belediyesi Su ve Kanalizasyon İşleri Müdürü Mahmut SABIRER' e, Ortaköy Belediyesi Evsel Atıksu Arıtma Tesisi çalışanlarına ve tüm Ortaköy Belediyesi ailesine,

Teknik ve idari desteklerinden dolayı Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı hocalarıma,

Tezin her aşamasında desteğini esirgemeyen değerli abim Ali Osman DEMİR' e, değerli kardeşim Furkan KIRDÖK' e,

Ayrıca bugüne kadar maddi ve manevi tüm desteğini benden esirgemeyen kıymetli annem Salime TUĞ' a, kıymetli babam Erol TUĞ' a, kıymetli eşim Esma Nur TUĞ 'a bir teşekkürü borç bilirim.

Osman Mustafa TUĞ

AKSARAY, 2022

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR ..... **i**
İÇİNDEKİLER ..... **ii**
ÖZET ..... **iii**
ABSTRACT ..... **iv**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **v**
ÇİZELGELER DİZİNİ ..... **vi**
SİMGELER VE KISALTMALAR ..... **vii**
1. GİRİŞ **1**
1.1 Atıksu Arıtımı ve Arıtma Yöntemleri 5
1.1.1 Fiziksel arıtma 6
1.1.2 Kimyasal arıtma 7
1.1.3 Biyolojik arıtma 8
1.2 Evsel Atıksu Arıtımında Temel Prosesler 9
1.2.1 Ön arıtma 11
1.2.2 Birincil arıtma 11
1.2.3 İkincil arıtma 11
1.2.4 Üçüncül arıtma 12
2. ATIKSU MEVZUATI **13**
2.1 Atıksu Arıtma Tesisleri Altyapı Durumu 13
2.2 Mevcut Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Tipleri 14
3. ORGANİK YÜKÜ YÜKSEK ATIKSULAR **15**
3.1 Zeytin Karasuyu 16
3.2 Süt Endüstrisi 17
4. MATERYAL VE METOT **19**
4.1 Gerçek Ölçekli Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Bilgileri ve Kirlilik Yükü Kabul Kriterleri 19
4.2 Gerçek Ölçekli Süt ve Süt Ürünleri Endüstrisine Ait Kapasite ve Atıksu Kirlilik Yükü Bilgileri 21
4.3 Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Atıksu Girişinin Gözlemlenmesi 23
5. EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE TEMEL İŞLETME SORUNLARI **24**
5.1 Bakım Yönetiminin Sağlanmamasından Kaynaklı Sorunlar 24
5.2 Operatörden Kaynaklı Sorunlar 24
5.3 Arıtma Tesisi Yöneticisinden Kaynaklı Sorunlar 24
6. EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNE ORGANİK YÜKÜ YÜKSEK OLAN ATIKSULARIN OLASI ETKİLERİ **26**
6.1 Fiziksel Parametreler Üzerindeki Etkileri 27
6.2 Arıtma Verimine Etkileri 28
6.3 Enerji Verimliliğine Etkileri 34
6.4 Maliyete Etkileri 34
6.5 Alıcı Ortama Etkileri 35
7. SONUÇ VE ÖNERİLER **37**
KAYNAKLAR **42**
ÖZGEÇMİŞ **45**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BAZI ENDÜSTRİYEL ATIKSULARIN EVSEL NİTELİKLİ ATIKSU ARITMA TESİSLERİNE OLASI ETKİLERİ

Osman Mustafa TUĞ

Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Hakan ÇELEBİ

ÖZET

Bu çalışmada evsel atıksu arıtma tesislerinde arıtma işlemi için kullanılan prosesler, bu proseslerin çalışma prensipleri ve organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu arıtma tesisleri üzerindeki olumsuz etkileri incelenmiştir. Bu çalışma için literatürde bulunan kaynaklar taranarak gerekli bilgi, veri ve grafikler elde edilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmada gerekli teknik ve parametrik veriler incelenmiş olup, gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Organik yükü yüksek atıksularda bulunan BOİ, KOİ, AKM ve pH gibi değerler incelenerek olması gereken değerlerle karşılaştırmak suretiyle gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Organik yükü yüksek atıksuların atıksu arıtma tesislerinde bulunan ünite ve ekipmanlar üzerindeki etkileri araştırılmış ve gözlemlenmiştir. Evsel atıksu arıtma tesisleri bünyesinde oluşan işletme sorunları incelenerek gerekli araştırmalar yapılmış ve bu konu hakkında literatür taranarak bilgi ve bulgular değerlendirilmiştir. Organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu arıtma tesisleri üzerindeki olumsuz etkilerinin önlenmesi amacıyla sonuçlandırma yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur. Konu ile ilgili parametrelerin gerçek ölçekli değerlerinin sağlanması amacıyla gerekli deneyler yapılarak materyal bölümünde sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atıksu, Endüstriyel Atıksu, Atıksu Arıtma Tesisi, İşletme Sorunları

Ocak, 2022; 45 sayfa

M.Sc. THESIS

POTENTIAL EFFECTS OF SOME INDUSTRIAL WASTEWATER ON DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT PLANTS

Osman Mustafa TUĞ

Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Hakan ÇELEBİ

ABSTRACT

In this study, the processes for treatment in domestic wastewater treatment plants, the working principles of these processes and the negative effects of wastewater with high organic load on domestic wastewater treatment plants were investigated. For this study, the necessary information, data and graphics were obtained by scanning the sources in the literature. In this study, necessary technical and parametric data were examined and necessary evaluations were made. Values such as BOD, COD, AKM and pH in wastewaters with high organic load were examined and necessary evaluations were made by comparing them with the values that should be. The effects of wastewater with high organic load on the units and equipment in wastewater treatment plants were investigated and observed. Necessary researches were carried out by examining the operational problems within the domestic wastewater treatment plants, and the information and findings were evaluated by scanning the literature on this subject. In order to prevent the negative effects of wastewater with high organic load on domestic wastewater treatment plants, conclusions were made and suggestions were made. In order to provide the real-scale values of the parameters related to the subject, the necessary experiments were made and presented in the material section.

Keywords: Wastewater, Industrial Wastewater, Wastewater Treatment Plant, Business Issues

January, 2022; Page Number 45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Atıksu Arıtma Sistemi Şeması 6
Şekil 1.2. Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Prosesleri 8
Şekil 1.3. Gerçek Ölçekli Tipik Bir Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Şematik Gösterimi 9
Şekil 2.1. Atıksu Arıtma Tesisi İle Hizmet Verilen Belediye Ve Nüfus Oranı (%) 14
Şekil 2.2. 2018 Yılı Sonu İtibariyle Atıksu Arıtma Tesislerinin Tiplerine Göre Dağılımı 14
Şekil 3.1. Zeytin Karasuyu 16
Şekil 4.1. Gerçek Ölçekli Atıksu Arıtma Tesisi İş Akış Şeması 20
Şekil 4.2. Beyaz Peynir Üretimi İş Akış Şeması 21
Şekil 6.1. Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Kabul Kriterlerine Uygun Atıksu Girişi 26
Şekil 6.2. Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Karışan Süt Endüstrisi Atıksuyunun Girişi 26
Şekil 6.3. Gerçek Ölçekli Havalandırma Havuzunda Temiz Mikser 28
Şekil 6.4. Gerçek Ölçekli Havalandırma Havuzunda Kirlenmiş Mikser 28
Şekil 6.5. Peynir Altı Suyuna Maruz Kalmış Bir Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Havalandırma Havuzu Ünitesi 1 29
Şekil 6.6. Peynir Altı Suyuna Maruz Kalmış Bir Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Havalandırma Havuzu Ünitesinin Çıkış Hattı 29
Şekil 6.7. Peynir Altı Suyuna Maruz Kalmış Bir Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Havalandırma Havuzu Ünitesi 2 30
Şekil 6.8. Peynir Altı Suyuna Maruz Kalmış Bir Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Ait Çöktürme Havuzu Ünitesi 30
Şekil 6.9. Gerçek Ölçekli Havalandırma Havuzunda Bulunan Deformasyona Uğramış Mikser Krom Halatın Kopması 32
Şekil 6.10. Gerçek Ölçekli Çöktürme Havuzundaki Sıyırıcı Köprünün Tekerlekleri 33
Şekil 6.11. Gerçek Ölçekli Çöktürme Havuzundaki Sıyırıcı Köprünün Deformasyona Uğramış Tekerlekleri 33
Şekil 6.12. Organik Yükü Yüksek Atıksuya Maruz Kalmış Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisinden Deşarj Edilen Atıksu 1 36
Şekil 6.13. Organik Yükü Yüksek Atıksuya Maruz Kalmış Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisinden Deşarj Edilen Atıksu 2 36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Atıksu arıtımında kirletici türleri ve giderilme prosesleri 10
Çizelge 3.1. Zeytin Karasuyunun Özellikleri 17
Çizelge 3.2. Peynir Altı Suyunun (PAS) Karakterizasyonu 18
Çizelge 4.1. Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Giriş Kirlilik Yükü Kabul 20
Çizelge 4.2. Gerçek Ölçekli Süt Endüstrisi Firmalarına Ait Üretim Miktarları 21
Çizelge 4.3. Gerçek Ölçekli Fabrika-1 Süt ve Süt Ürünleri İşletmesine Ait Atıksu Numune Analiz Sonucu 22
Çizelge 4.4. Gerçek Ölçekli Fabrika-2 Süt ve Süt Ürünleri İşletmesine Ait Atıksu Numune Analiz Sonucu 22
Çizelge 4.5. Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Giriş Atıksuyu 24 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonuçları 23

SİMGELER VE KISALTMALAR

AAT	Atıksu arıtma tesisi
AKDY	Atıksuların Kanalizasyona Deşarj Yönetmeliği
AKM	Askıda katı madde
AKR	Ardışık kesikli reaktör
BOİ	Biyolojik oksijen ihtiyacı
Ç.O.	Çözünmüş oksijen
ÇKM	Çökebilen katı madde
F/M	Organik madde/bakteri kütlesi
KAAY	Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
KAS	Katı alıkonma süresi
KOİ	Kimyasal oksijen ihtiyacı
MLSS	Karışık sıvıda katı madde
MLVSS	Karışık sıvıda uçucu katı madde
ORP	Oksidasyon redüksüyon potansiyeli
RAS	Geri devir çamuru
SKKY	Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
TKAÇS	Tam karışımlı aktif çamur süreci
TKM	Toplam katı madde
TN	Toplam azot
TP	Toplam fosfor
TOK	Toplam organik karbon
UAKM	Uçucu askıda katı madde
Q_c	Çamur yaşı

1. GİRİŞ

Kullanım veya tabii şartlar sonucu evsel, endüstriyel, tarımsal vb. kullanımlar nedeni ile özelliklerinin tamamını veya bir kısmını kaybeden sular atıksu olarak adlandırılır. Bu alanlar haricinde maden ocakları, cevher işleme tesisleri ve yüzey veya yüzey altı akış yoluyla gelen yağmur suları da atıksu sınıfında yer almaktadır. Atıksu halini alan bu suların fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik açılardan geri kazanımının sağlanabilmesi amacıyla veya bulundukları konumda ekolojik, fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik açıdan verecekleri zararlı etkinin ortadan kaldırılması amacıyla uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma işlemlerinin tamamına ya da bir kısmına atıksu arıtma adı verilir [1].

Fiziksel, kimyasal bakteriyolojik açıdan arıtma işlemine duyulan ihtiyaç ham atıksu miktarı, bu atıksuyun özellikleri, arıtma işlemi sonucu elde edilecek suyun kullanım alanı ve deşarj standartlarına göre belirlenmektedir. Genel anlamda arıtma yöntemlerinin birçoğu fiziksel, kimyasal ve biyolojik unsurlar ile veya birbirleri ile ortak kullanımı sonucu arıtma işlemini gerçekleştirir. Evsel ve endüstriyel atıksuların organik kirlilik içermesiyle beraber arıtılmasında en çok tercih edilen metot aktif çamur metodudur [24].

Biyolojik arıtım yöntemleri içerisinde en önemli konumda yer alan aktif çamur yöntemi evsel atıksu ve endüstriyel atıksuların ikincil arıtımında dünyada ve ülkemizde en çok tercih edilen yöntemdir. Farklı coğrafyalarda tercih edilmeye devam edilen bu yöntemde birçok avantaj bulunmaktadır. Fakat birçok yöntemde olduğu gibi bu yöntemde de sorunlarla karşılaşmak olabilecek bir durumdur. Bu sorunları tetikleyen bazı nedenler bulunmaktadır. Bunlardan bazıları, arıtma suyu debilerinin hesaplanan değerlerin üzerine çıkması, endüstriyel gelişimin sebep olduğu bazı özellik değişimleri ve ekonomik şartlar olarak örneklendirilebilir. Bu sorunların giderilmesi amacıyla günümüz mühendis ve araştırmacıları araştırma yapmaya ve farklı prosesler üzerinde çalışmaya devam etmektedir. Literatür taraması yapıldığında bu konuda yapılan çalışmalar gözlemlenmiştir [24].

Erdoğan vd. (2005) yaptıkları çalışmalarda Türkiye'de atıksu arıtma tesis tasarımında büyük öneme sahip atıksu karakterizasyonu, suyun atıksu olmasına neden olan kirletici parametrelerin tipik değerlerini, birim anlamda kirletici yüklerini ve bu konuda diğer ülkelerin yapmış olduğu çalışmalar ve bu çalışmalar ölçüm sonuçlarını ele almıştır. Yapılan bu çalışmalarda Ankara, İzmir, Antalya, Isparta ve Tarsus şehirlerinde yapılan uzun süreli ve atıksu analiz ölçümlerinde istatistiksel anlamda değerlendirme yapılarak nüfusa bağlı toplam atıksu miktarı ve bu atıksuların konsantrasyonları evsel atıksu artıma tesisi tasarımı önerilerinde bulunulmuştur.

Arslan ve Ayberk (2005) yaptıkları çalışmalarda İzmit Endüstriyel ve Evsel Atıksu Arıtma Tesisi (42 Evler Atıksu Arıtma Tesisi) bu kurumdaki arıtma işlemine tabi tutulan atıksuların karakterizasyonu ve bu tesisin yaptığı çalışmalar dahilinde mevcut verimini gözlemlemiş ve atıksu karakterinin beklenenden daha geniş bir aralıkta değişkenlik gösterdiğini gözlemlemiştir.

Kınık ve Aykaç (2021) yaptığı bilimsel çalışmalar ışığında insan faktörünün su kaynaklarına etkileri, nüfus artışının atıksu artışına oranını ve bu konu hakkında arıtma ile ilgili hangi yöntemlere başvurulabileceğini açıklamıştır. Bu çalışma doğrultusunda dünyada ve ülkemizde bulunan ve hızla artan temiz su ihtiyacının ve bu kaynağı sağlamak için arıtıma olan ihtiyacı göz ardı edilmesinin mümkün olmadığı ve bu işlemlerin uygulanması halinde meydana gelebilecek problemler ve bazı çözümleri ele alınmış ve bilgiler ışığında gerekli çıkarımlar yapılmıştır.

Turan (2014) yaptığı çalışmalarda atıksuyun arıtılması işlemi amacıyla kurulan atıksu arıtma tesislerinde, gelen atıksuyun hangi aşamalardan geçtiğini, atıksuyun arıtımı için hangi proseslerin uygulandığını bu işlemler sırasında, öncesinde ve sonrasında hangi parametrelerin ölçüm değerlerinin dikkate alındığı konusunda bilgi verilmiştir. Bu çalışmada verilen bilgiler ile işletmede oluşabilecek sorunlar ve bu sorunlar için çözüm önerilerinde bulunulmuş ve belirli işletmelerden alınan bilgiler doğrultusunda gözlem ve çıkarım yapılmasına ortam yaratılmıştır.

Özalp (2005) ASKİ Ankara' da yapmış olduğu araştırmalar hali hazırda bulunan ve arıtma işlemine devam eden tesisisin tasarımı ve arıtılan atıksuyun giriş ve çıkış değerlerini yıllara göre özelliklerini sunmuştur.

Akyüz (2011) yapmış olduğu araştırma ve çalışmalar ışığında Osmanbey Atıksu Arıtma Tesisi kapsamında işletmenin prosesleri hakkında bilgi verirken, araştırmalar sonucunda ortaya çıkan veriler ve analizleri de literatür bilgisine sunmuştur. Atıksu arıtma tesislerinde oluşabilecek problemlerden de bahsedilirken bu problemler için çözüm önerilerine de yer verilmiştir.

Boyacı (2017) tarafından yapılan çalışma ise Şanlıurfa bölgesinde bulunan atıksu arıtma tesisleri alınırken tesisin içinde kullanılan arıtım prosesleri ve işlevleri ele alınmıştır. Devamında ise bu çalışmalar sonucu Şanlıurfa bölgesinde bulunan atıksu arıtma tesislerinde oluşan bazı problemler ve bu problemler için çözüm önerileri araştırılmış ve bilgilendirme yapılmıştır.

Öz (2009) yapmış olduğu çalışmada fiziko-kimyasal biyolojik şeklindeki arıtma tesisinde rastlanılan problemler ve bu problemler hakkında çözüm teknikleri tavsiyesinde bulunmuştur. Aynı zamanda yaptığı deneyler ışığında elde edilen veriler paylaşılmıştır.

Turan Bayram ve Nuhoğlu (2013) yapmış oldukları çalışmada süt endüstrisinde ortaya çıkan atıksuların arıtımı hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Ve araştırma bünyesinde elde edilen veriler paylaşılmıştır. Bu çalışma ışığında arıtma işleminin öncesi ve sonrasında meydana gelen değer farklılıkları ve giriş hızı ile oluşabilecek değer farklılıkları gözlemlenerek literatür bilgisine sunulmuştur.

Koyuncu ve Tunçtürk (2014) yaptıkları çalışmalar ışığında sütçülük endüstrisinde meydana gelen atıksuların arıtma ihtiyacı ve bu süreçte meydana gelen değer değişiklikleri hakkında araştırma yapmıştır. Bu çalışmada sütçülük endüstrisinde meydana gelen atıksuların arıtımı ve geri kazanımı hakkında bilgilendirme ve çıkarımlar ortaya konmuştur.

Kavaz Yüksel vd. (2019) yapmış oldukları çalışmada PAS (Peynir Altı Suyu) hakkında bilgilendirme yaparken PAS'ı oluşturan ve PAS hakkında bilgi sağlayan etki ve parametreler hakkında bilgilendirme yapılmıştır.

Altunışık vd. (2002) literatüre sunmuş oldukları çalışmada küçük ve orta büyüklükteki süt ve süt ürünleri üretimi yapan firmaların ortaya çıkarmış oldukları atık maddelerin

(PAS vb.) sahip oldukları karakterizasyonlar, bu atık maddelerin yapı ve içerikleri ve bu atık maddelerin arıtımı amacıyla uygulanabilir yöntemler açıklanmıştır.

Erdem vd. (2015) yapmış oldukları çalışmalar ışığında Türkiye'de fazlaca bölgede yaygın konumda olan zeytinden yapılan zeytinyağı üretimi sırasında meydana gelen zeytin karasuyu adı verilen atık maddenin kendisi, içeriği, bileşenleri ve arıtımı için gerekli prosesler hakkında bilgilendirme yapılmıştır.

Kırmacı (2019) literatüre sunduğu kaynak dahilinde artan zeytinyağı üretiminden kaynaklı meydana gelen zeytin karasuyu maddesinin genel bileşenleri ve arıtımı hakkında bilgi vermiştir. Bu çalışmada aynı zamanda zeytin karasuyunun arıtımı amacıyla belirli proseslerde araştırılmış ve literatüre sunulmuştur.

Torun vd. (2020) yapmış oldukları çalışmalar ışığında Balıkesir ili kapsamında bulunan, zeytin ve zeytinyağı üretimi hizmetini sağlayan belirli firmalardan örnek alarak zeytin karasuyunun karakterizasyonu, etkin değerleri ve arıtımı hakkında belirli prosesler üzerinde durulmuştur.

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2020) tarafından hazırlanan bu modüllerde atıksu arıtma tesisleri ve uygulanması gereken işlemler hakkında bilgi verilmiştir.

Koyuncu vd. (2013) tarafından hazırlanan bu kaynakta atıksu artıma tesislerinin tasarım planları, arıtma prosesleri, arıtma tesisinde bulunması gereken ekipmanlar ve arıtma tesisinin tasarlanırken göz önüne alınması gereken fizibilite etüdü konularını literatüre sunmuştur.

Kul vd. (2014) yapmış oldukları çalışmalarda zeytin karasuyu adı verilen endüstriyel atığın analizlerini yaparak gerekli parametrik değerleri literatür bilgisine sunmuşlardır.

Beşkat (2019) yapmış olduğu çalışmada Siverek ilçesi atıksu arıtma tesisi bünyesinde çalışmalar yaparak bu tesisin çalışma prosesleri hakkında bilgi vermiştir. Aynı zamanda bu atıksu arıtma tesisinde meydana gelen işletme sorunlarından da bahsedilmiş ve literatür bilgisine sunulmuştur.

T.C. Resmi Gazete (2019) yayımlanan atıksu arıtma tesislerinde çalışan teknik personele ilişkin tebliğ edilen madde ve fıkralar bu tesislerde çalışan teknik elemanların sahip olması gereken özellikler kamuoyuna duyurulmuştur.

Gogate ve Pandit (2004) yapmış oldukları çalışmada atıksuyun arıtılma işlemi için kullanılabilecek farklı fiziksel ve kimyasal arıtma prosesleri üzerinde durulmuştur. Bu çalışmada farklı arıtma proseslerinin çalışma mantığı hakkında bilgi verilerek kaynak literatür bilgisine sunulmuştur.

Schneider ve Topalova (2010) yapmış oldukları çalışmada süt ve süt ürünleri endüstrisi tarafından oluşan atıksuların atıksu arıtma tesis prosesleri üzerindeki etkileri göstermiştir. Bu durumda atıksu arıtma tesisinde oluşan olumsuz etkiler değerlendirilerek literatür bilgisine sunulmuştur.

Sonune ve Ghate (2004) yapmış oldukları çalışmada kentsel ve endüstriyel atıksuların arıtımında kullanılan birincil ve ikincil arıtım yöntemleri yetersiz kaldığı ve bu nedenle atıksu arıtma tesislerinde ek prosesler kullanılarak atıksu arıtıma veriminin artırıldığını belirten kaynak literatür bilgisine sunulmuştur.

Pons, Spaniers vd. (2001) yapmış oldukları çalışmada bir anket ortamı sağlayarak atıksu arıtma tesislerinin kabul ettiği atıksu kirlilik parametrelerinin belirli bir standart değer yapısına sahip olması ve bu değerlerin belirlenmesini sağlayan kaynak literatür bilgisine sunulmuştur.

Eaton (2017) yazmış olduğu kitapta atıksu numune analizleri için gerekli deney yöntem ve metotları belirlenmiş ve belirli bir düzene sahip olması amacıyla bu metotlar isimlendirilerek kaynak literatür bilgisine sunulmuştur.

1.1 Atıksu Arıtımı ve Arıtma Yöntemleri

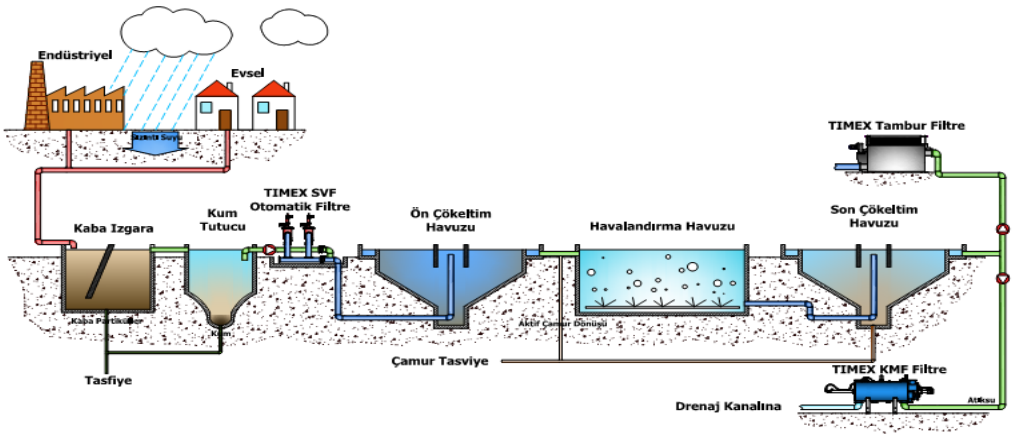
Genel anlamda atıksu arıtımı suların kullanım sonrası oluşan fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozuklukların giderilmesi ve atıksu bünyesinde bulunan kirletici yüklerin uzaklaştırılması için uygulanan işlemlerin tamamına denir. Bu işlemde amaçlanan, atıksuyun arıtım işleminden sonra kullanılacağı alana göre kirlilik değerlerinin düşürülmesidir [4].

1.1.1 Fiziksel arıtma

Arıtma yöntemlerinin başlıca unsurlarından olan fiziksel arıtma, Atıksu içerisinde bulunan katı, gaz ve sıvı formundaki yabancı maddelerin atıksudan uzaklaştırılması prensibi üzerine düşünülmüş bir yöntemdir. Fiziksel arıtma yöntemiyle atıksuda bulunan iri maddelerin kaba ve ince olmak üzere iki farklı ızgara tipi ile tutulmasıdır. Izgaralardan geçen atıksuyun içinde bulunan çökebilen, yüzebilen daha ince katı maddelerin ayrıştırılması kum-yağ tutucu prosesiyle sağlanır. Böylece Atıksu içerisinde bulunan katı atık maddelerin tamamı uzaklaştırılmış olur. Fiziksel arıtma işlemindeki temel amaçlar şu şekildedir [4].

- Atıksu arıtma tesisinde bulunan mekanik ekipmanların deformasyon etkilerinin en aza indirilmesi
- Atıksu arıtma tesisinde bulunan atıksu taşıyıcı ve aktarıcı boruların iç duvarlarının deformasyon etkilerinden korunması
- Atıksu arıtma tesisinde bulunan havalandırma havuzunda bulunan bakterilerin üzerinde oluşabilecek olumsuz etkilerin ortadan kaldırılması
- Atıksu arıtma tesisinde bulunan aktarım organlarının tıkanmasının önlenmesi
- Deşarj noktasına çıkan, arıtıma işlemi gerçekleştirilmiş arıtılmış suyun içerisinde bulunan katı madde içeriğinin ortadan kaldırılması.

Aşağıda atıksu arıtma sistemi şeması Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Atıksu Arıtma Sistemi Şeması (URL-1)

1.1.2 Kimyasal arıtma

Endüstriyel atıksu bünyesinde bulunan kirletici yük ve kirleticinin miktarları endüstri türünün çeşitliliğine göre bazı farklar barındırır. Endüstride bulunan işletmelerden gelen atıksular evsel atıksulara göre kirletici yükü daha fazla olan ağır metaller siyanürlü maddeler ve sülfürlü maddeler gibi içerikleri bünyesinde bulundurur. Bu maddeler biyolojik arıtma sistemlerinin kimyasal arıtma yöntemleri ile arıtılması uygundur. Atıksuda bulunan toksik ve inhibe edici kirleticilerin arıtımı kimyasal arıtma sistemi ile gerçekleştirilir [18,8].

Endüstriyel atıksuların içerdiği kirletici maddeler ve miktarları kaynaklandığı endüstri türüne bağlı olarak önemli düzeyde farklılık gösterebilmektedir. Endüstriyel atıksular, evsel atıksulardan farklı olarak, ağır metaller, sülfürlü maddeler, siyanürlü maddeler gibi biyolojik arıtmaya elverişli olmayan, toksik, inhibe edici kirleticileri içerebilmektedir. Bununla birlikte, biyolojik sistemler kimyasal arıtma yöntemleri ile azaltılmış inhibe edici/toksik ağır metal konsantrasyonlarına (her bir toksik madde için farklı) uyum sağlayabilmektedir [18,8].

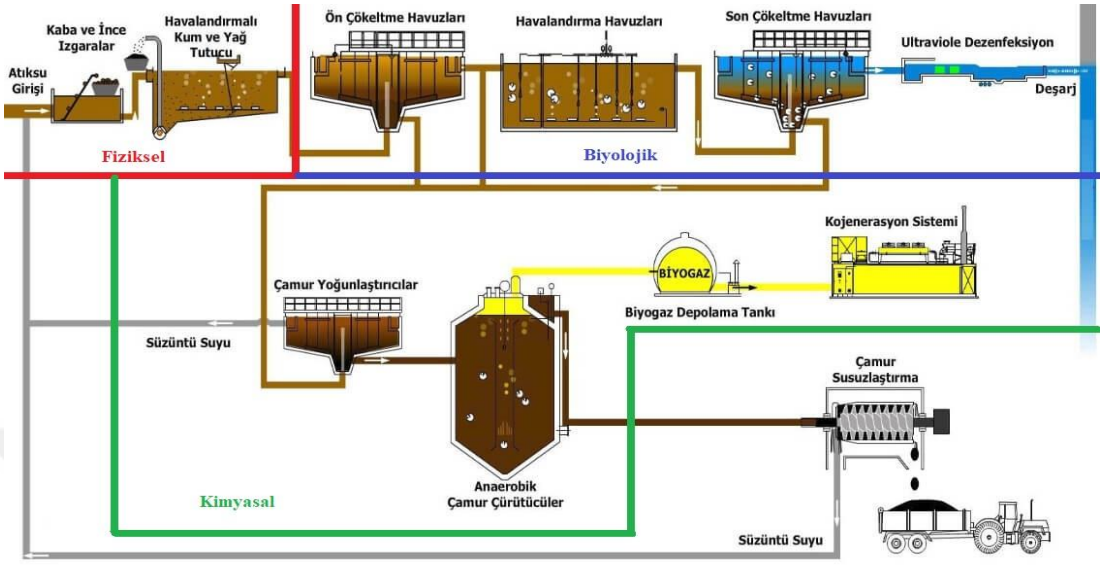
Genel itibariyle bakıldığında kimyasal arıtma proseslerinde, fiziksel arıtma yöntemlerinin sistemden uzaklaştıramadığı kirletici yüklerin belirli yöntemler yardımı ile sistemden uzaklaştırılması temeline dayanır. Bu aşamada kirletici yükler, bazı kimyasal maddeler ile sistem tarafından reaksiyona sokularak; çöktürme yolu ile katı elde edilir, gaz haline getirilerek sistemden atılır ve son olarak zararlı maddelerin etkisizleştirilmesi sağlanır [18].

Kirletici yüke sahip atıksu bünyesinden zararlı maddelerin kimyasal yöntemlerle arıtılması şu işlemler ile yapılır [18];

- Kimyasal Çöktürme
- Kimyasal İndirgeme
- Kimyasal Oksidasyon
- Adsorpsiyon
- İyon Değiştirme
- Elektrodiyaliz

- Evaporasyon

Aşağıda atıksu arıtma tesisi arıtma prosesleri Şekil 1.2'de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Atıksu Arıtma Tesisi Arıtma Prosesleri (URL-2)

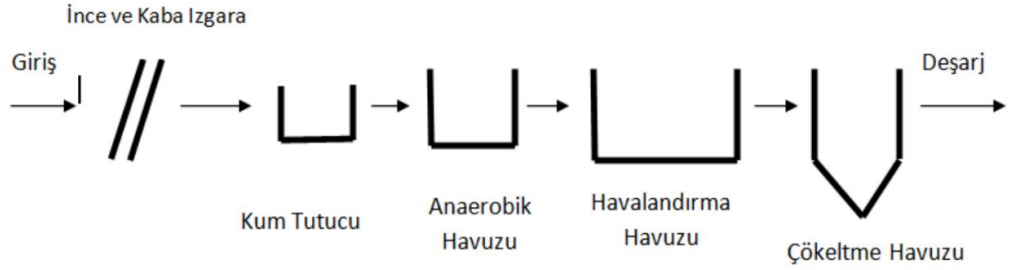
1.1.3 Biyolojik arıtma

Bu metotta atıksu içerisinde bulunan organik ve inorganik kirletici maddelerin atıksu bünyesinden ayrıştırılması, mikroorganizmaların bu maddelerin besin ve enerji kaynağı olarak kullanılmasına biyolojik arıtma denir. Bu işlemde organik maddelerin bir kısmı enerji halini alırken bir kısmı ise mikroorganizma hücresi halini alır. Bu kısımda anlatılan biyolojik arıtmanın temel amaçları şu şekildedir [4];

- Sisteme giren çözünmüş veya çözünebilir durumdaki kirletici maddelerin mikroorganizmalar aracılığı ile arıtılması işlemi sonucu H_20, H_2S, CO_2, CH_4 elde edilir.
- Kolloidal şekilde atıksuda bulunan kirletici birimlerin flok ya da biofilm yapıya tutunarak birleşmesini sağlamak,
- Azot ve Fosfor giderimi yapmak,

Biyolojik arıtma sistemleri aerobik ve anaerobik olmak üzere iki kısımda incelenir.

Aerobik arıtma sistemde havanın bulunması durumunda yapılan arıtma yöntemidir. Anaerobik arıtma sisteminde ise hava bulunmaması durumunda yapılan arıtma yöntemidir [4]. Aşağıda gerçek ölçekli tipik bir evsel atıksu arıtma tesisinin şematik gösterimi Şekil 1.3'de verilmiştir.



Şekil 1.3. Gerçek Ölçekli Tipik Bir Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Şematik Gösterimi

1.2 Evsel Atıksu Arıtımında Temel Prosesler

Atıksu arıtma tesislerinde istenilen verim ve kalitenin elde edilebilmesi için belirli bir seri üzerine konumlandırılmış arıtma proseslerinin kullanımı gerekmektedir. Tesisin tasarımını oluşturan tasarımcının dikkate alması gereken bazı faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerin bir kısmı şu şekildedir [18];

- Kirletici yükü
- Deşarj standartları
- İşletme alan ihtiyacının belirlenmesi
- Akışkan hareketinin kolaylaştırılması amacıyla gerekli kot miktarının belirlenmesi
- Arıtma çamurunun sistemden uzaklaştırılması ihtiyacı
- Sistemde kullanılacak enerji miktarı
- Toplam sistem maliyeti

Birbirinden farklı amaçları bulunan bu proseslerin birbirleri ile sistemli ve mantık çerçevesi içerisinde bir araya getirilmesine proses akım şeması adı verilir. Bu sistemlerin birbirleri ile uygunluğu ve düzenli bir biçimde bir araya getirilmesi kolay bir işlem olmamakla beraber, bu işlemlerin arıtma işlemini sistemli ve düzenli bir

şekilde yapılabilmesi için oluşabilmesi muhtemel sorunların iyi düşünülmesi gerekmektedir. Bu sistemlerin önceden sezilerek veya tahmin yürütülerek öngörülmesi işlemi arıtma proseslerinin bu öngörülere ve çevresel etmenlere göre belirlenmesi, akım şemasının en verimli şekilde tasarlanmasına olanak sağlar. Bu işlemlerin yanı sıra arıtma işleminin tasarımında kirletici yük çeşit ve miktarları da önem arz etmektedir. Bu kirletici yük ve bu yüklerinin arıtma işlem üniteleri aşağıdaki Çizelge 1.1'de gösterildiği gibidir [16-18].

Çizelge 1.1. Atıksu arıtımında kirletici türleri ve giderilme prosesleri [16]

KİRLETİCİLER	KAYNAKLARI	TÜRLERİ	ARITMA TESİSLERİNDE HANGİ ÜNİTELERDE GİDERİLECEĞİ
Büyük Katı Maddeler	Kanalizasyona atılabilen her türlü büyük katı madde	Poşet, ambalaj atıkları, hayvansal atıkları, zirai atıklar	Kaba ve ince ızgaralarda
Küçük İnorganik Katı Maddeler	Yağmur suları nedeniyle sokaklardan ve konut temizliklerinden	Kum ve silt	Kum tutucu ünitesi
Yüzebilen Maddeler	Mutfaklar, küçük sanayi siteleri, mezbahaneler, banyolar	Köpük, yağ, gres	Havalandırmalı kum tutucu yüzdürme ünitesinde
Çökebilen Organik Maddeler	Organik bazlı çökebilen katı maddeler	AKM, BOİ	Ön Çökeltim Ünitesi
Karbon İçeren Çözünmüş Maddeler	Mutfak atıkları, Kanalizasyon	KOİ ve BOİ	Biyolojik Arıtma Ünitelerinde
Azot İçeren Çözünmüş Maddeler	İnsan üre ve dışkıları, mutfak atıkları	TKN	Nitrifikasyon Denitrifikasyon Ünitelerinde
Fosfor İçeren Çözünmüş Maddeler	Deterjan, şampuan atıkları	Toplam Fosfor	Biyolojik veya Kimyasal Fosfor Giderim Ünitelerinde
Bakteriyolojik Parametreler	Kanalizasyon içindeki patojenler	Fekal Koliform, E. Coli	Dezenfeksiyon Ünitelerinde
Mikrokirleticiler	İlaç kalıntıları, Toksik bileşenler	Herbisit, İnsektisit, Pestisit kalıntıları, Antibiyotik kalıntıları, Endokrin bozucular	Membran Prosesler, Adsorpsiyon, Ozonlama

1.2.1 Ön arıtma

Atıksu arıtma tesislerinin kapasite limitlerinin aşılmaması amacıyla sanayi tesislerinde oluşan atıksuların arıtılması, atıksuda bulunan kirlilik yüklerinin azaltılması ve atıksu arıtma tesislerinin limit değerlerine düşürülerek arıtımın kolaylaştırılması prensibine dayanır [18].

1.2.2 Birincil arıtma

Aynı zamanda fiziksel arıtma olarak da bilinen birincil arıtma atıksu içerisinde bulunan çözünmemiş katı atıkların, ızgara ve kum tutucu sistemleri yardımıyla atıksu bünyesinden ayrıştırılması için yapılan işlemlerin tamamıdır. İşlem öncelikle atıksuyun ızgara sisteminden geçirilmesi ile katı maddelerin tutulması, sonrasında kum ve yüzebilen maddelerin arıtımı için havalandırmalı kum tutucu ile arıtılması ve son olarak askıdaki katı maddelerin çökeltilmesinin yapılması ile tamamlanır. Ön arıtma işlemi ile aynı amaca hizmet eden birincil arıtma prosesleri suda kirliğin oluşmasına sebep olan inorganik maddelerin uzaklaştırılarak AKM değerinin %40-65 ve BOİ değerinin %20-30 oranında düşürülmesini sağlanabilir [16,18].

1.2.3 İkincil arıtma

Bu yöntemde suda çözülmemiş inorganik maddelerden arındırılmış atıksu içerisinde bulanan çözünmüş karbon içerikli organik maddelerin atıksudan ayrıştırılması amaçlanır. Karbon içerikli organik maddeler çökeltme yoluyla ayrıştırılamadığı için burada mikroorganizmalar kullanılır. Mikroorganizmalar atıksu bünyesinde bulunan çözünmüş karbonları besin ve enerji kaynağı olarak kullanırken sisteme verilen oksijeni de kullanır ve bulunduğu ortama CO_2 salınımı yapar (Oksidasyon). Mikroorganizmalar aynı zamanda elde edilen besin ve enerji kaynağı ile üreyerek çoğalır (Sentez). Bu işlemler sonucu oluşan fazla mikroorganizmaların azaltmak amacıyla çökeltim havuzundan çıkan ve geri devir ünitesinde toplanan mikroorganizmaların çamur pompaları yardımı ile dekantör ünitesinden sistemden uzaklaştırılması sağlanmış olur [16,18].

1.2.4 Üçüncül arıtma

Üçüncül arıtmada temel amaç birincil ve ikincil arıtma proseslerinde inorganik ve organik karbon gibi maddelerin arıtımı sağlandıktan sonra atıksuyun bünyesinde bulunan azot ve fosfor gibi maddeleri atıksudan uzaklaştırmaktır. Üçüncül arıtım ileri bir teknoloji anlayışıyla alanında uzman ve eğitimli işletmeciler tarafından yapılır. Bu yöntemde kullanılan sistem sürekli enerji, kimyasal ve spesifik eleman ihtiyacı duyar. Atıksu bünyesinde bulunan patojenik mikroorganizmaların ayrıştırılması işlemi de üçüncül arıtım sınıfında değerlendirilir [16,18].

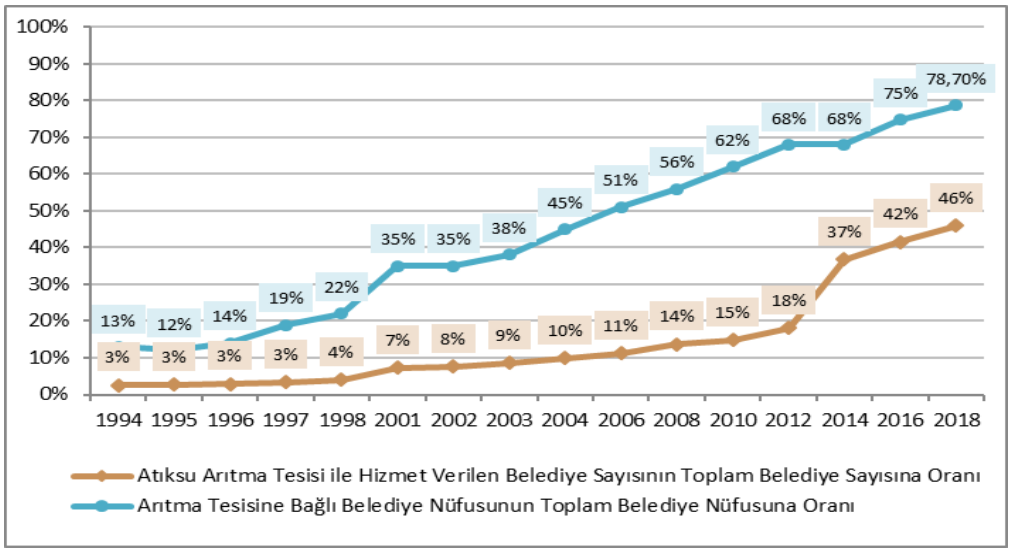
2. ATIKSU MEVZUATI

Ülkemizde bulunan atıksu arıtma tesislerinin; düzenliliği, çevre şartlarının korunması, sistemlerin işletilmesi ve devamlılığı gibi konular üzerine Resmi Gazete'de yayınlanan Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafınca belirlenmiş kanun, yönetmelik ve tebliğler ilgili kişi ve kurumlara bildirilir. Bu kanun, yönetmelik ve tebliğlerden atıksu ve arıtımını kapsayan yayınlar aşağıdaki şekildedir;

- 2872 Sayılı Çevre Kanunu
- Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği
- Çevre Kanunu'nun 29. Maddesi Uyarınca Atıksu Arıtma Tesislerinin Teşvik Tedbirlerinden Faydalanmasında Uyulacak Usul ve Esaslara Dair Yönetmelik
- Çevre İzin ve Lisans Yönetmeliği
- Çevre Denetimi Yönetmeliği
- Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Tebliğ
- Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği İdari Usuller Tebliği
- Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Numune Alma ve Analiz Metodları Tebliği
- Sürekli Atıksu İzleme Sistemleri Tebliği

2.1 Atıksu Arıtma Tesisleri Altyapı Durumu

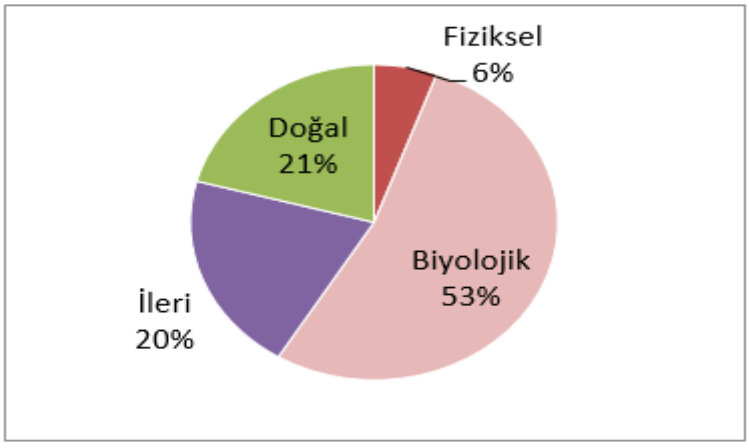
Kirlenmiş suların çevre üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için atıksuların arıtılması büyük bir öneme sahiptir. Bu alanda da ülkemiz ciddi yatırımlar yaparak bu alanda hizmet vermeye devam etmektedir. Bu alanda günümüzde gelinen konum 1994 yılında atıksu arıtma tesisine sahip belediye oranı %3'ten 2018 yılı verilerinde %46 gibi ciddi bir artışa uğramıştır. Atıksu arıtma tesisi bulunan belediyeleri toplam belediye sayısına oranı ise %78.7 değerine ulaşmıştır. Dünyada atıksu arıtma tesislerinin yoğunluğu 2015 verilerine göre incelendiğinde, Birleşik Krallık (%100), Hollanda'da (%99.4), Malta'da (%98.6), Lüksemburg'da (%98.5), İspanya (%94.6) ve Almanya'da (%95.4) olduğu görülmüştür (URL-3). Türkiye'de atıksu arıtma tesisi ile hizmet veren belediyelerin toplam belediye sayısına oranı aşağıda Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Atıksu Arıtma Tesisi İle Hizmet Verilen Belediye Ve Nüfus Oranı (%) (URL-3)

2.2 Mevcut Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Tipleri

Ülkemizde bulunan AAT sayısı 2002 yılında 145 iken 2018 yılında bu sayı 991'e kadar yükselmiştir. Bu tesisler arıtma proseslerine göre farklılık gösterirken %20'si ileri arıtma tesisi, %53'ü biyolojik arıtma tesisi, %6'sı fiziksel arıtma tesisi ve %21'i doğal arıtma tesisi olarak hizmet vermektedir. 2018 yılı itibariyle belirlenen atıksu arıtma tesislerinin dağılımını gösteren grafik aşağıda Şekil 2.2'de gösterilmiştir (URL-3).



Şekil 2.2. 2018 Yılı Sonu İtibariyle Atıksu Arıtma Tesislerinin Tiplerine Göre Dağılımı (URL-3)

3. ORGANİK YÜKÜ YÜKSEK ATIKSULAR

Endüstriyel tesis ve işletmelerde yapılan üretim sonucu oluşan atıksular endüstriyel atıksu olarak adlandırılır. Üretimde uygulanan yıkama, pişirme, ısıtma, ekstraksiyon, reaksiyon ürünleri, ayırma, taşıma ve kalite kontrol işlemleri sonucu endüstriyel atıksu oluşur. Üretim sonucu meydana gelen kirletici yüklerin suyun yapısını bozacak ve temizliğini ortadan kaldıracak durumda olması sonucu su kirliliği meydana gelir [17,20].

Endüstriyel tesislerin türü, hizmet verdiği alan ve kullanılan hammaddeye göre meydana gelen kirletici yükler farklılık gösterir. Endüstriyel tesislerde meydana gelen atıksuların bazıları aşırı organik olabilirken bazıları ise inorganik içeriklere sahip olabilir. Bu durumda farklı atıksu arıtma prosesleri kullanılarak atıksu arıtımı yapılabilmektedir. Burada atıksuyun karakterizasyonu büyük etken olurken değerlendirilmesi gereken en önemli parametreler toplam askıda katı madde (TAKM), biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) olarak örneklendirilebilir [17,20].

Endüstriyel atıksular bünyesinde barındırdığı içeriklere göre değerlendirildiğinde arıtma işlemi için yüksek veya düşük sonuçlar elde edilebilir. Atıksu arıtma tesislerinin parametre kabul kriterlerinden biri pH değerinin 6-9 arası olması gerekirken endüstriyel atıksu bu kritere uygun olmayabilir. Endüstriyel tesis içerisinde meydana gelen atıksuyun karakterizasyonu, kullanılan üretim proseslerine göre farklılık gösterebilir [17,20].

Atıksu arıtma tesisleri tasarım aşamasında iken endüstriyel atıksuların karakterizasyonu hesaba katılmalıdır. Bu sebeple arıtımda kullanılacak prosesler belirlenmelidir. Bu endüstriyel atıksuların bulundukları veya gönderildikleri ortama zarar vermemeleri için belirlenen standart değerler aralığına getirilmesi amaçlanır. Böylece doğa ve çevrede oluşabilecek olumsuzluklar engellenmiş olur [17,20]. Organik yükü yüksek olan zeytin karasu ve süt endüstrisi alanları dikkate alınmıştır.

3.1 Zeytin Karasuyu

Zeytin üretiminde dünya genelinde önemli bir konumda bulunan Türkiye'de üretimin büyük kısmı zeytinyağı üretimi amacıyla kullanılır. Bu üretim aşaması sürecinde endüstriyel atıksu olarak zeytin karasuyu meydana gelir. Arıtma işlemi oldukça zor olan zeytin karasuyu yüksek KOİ, yüksek BOİ, yüksek AKM, yüksek yağ oranları ile karakterize olmuş durumdadır [15]. Bunların haricinde yüksek fenol bileşik ve lipitlere de içeren zeytin karasuyu, içerdiği yüksek organik madde içeriği, inhibe edici özellikler ve kompleks bileşiklerin yüksek konsantrasyonu nedeniyle bu endüstriyel atıksuların arıtılması işleminin zorlaşmasına neden olur. Zeytin karasuyu sebebiyle oluşan atıksuların arıtımı için birçok farklı yöntem ve proses denenmiş olup ve literatürde bununla ilgili kaynak ve raporlara rastlanmıştır [13,14,22]. Zeytin karasuyu aşağıdaki Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Zeytin Karasuyu (URL-6)

Literatürde zeytin karasuyu nedeniyle meydana gelen endüstriyel atıksuların arıtılması işlemi için fiziksel kimyasal, biyolojik ve kombine arıtma metotları üzerine birçok proses denenmiş ve raporlanmıştır. Bu kaynaklar incelendiğinde bu tip endüstriyel atıkların arıtılması birçok proseste dezavantajlarının fazlalığı nedeniyle arıtma işleminden daha çok bu endüstriyel atıkların ayrıştırılarak hayvan yemi, fenolik bileşikler, biyogaz eldesi amacı ile işlendiği gözlenmiştir. Zeytin karasuyunun gerekli

parametrelerinin elde edilmesi amacıyla yapılan araştırmalar sonucu elde edilen bazı değerler aşağıdaki Çizelge 3.1 ‘de belirtilmiştir [13,14,22].

Çizelge 3.1. Zeytin Karasuyunun Özellikleri [19]

Ölçülen Parametre	Birim	Ham Atıksu
Toplam KOİ	mg/L	55730
Çözünmüş KOİ	mg/L	33070
Partiküler KOİ	mg/L	22660
BOİ (Nihai BOİ)	mg/L	35693
$BOİ_5$	mg/L	29930
Fenol	mg/L	197
Toplam Fenol	mg/L	2439
Toplam Katı Madde	mg/L	36580
Askıda Katı Madde	mg/L	14080
NH_4	mg/L	3.45
NO_3	mg/L	108
Yağ Gres	mg/L	115
Biyolojik kolay parçalanan	mg/L	7156
Biyolojik yavaş parçalanan	mg/L	26093
İletkenlik	mS/cm	11.3
pH	-	4.85
Toksisite	%	28.65

3.2 Süt Endüstrisi

Gıda endüstrisinin önemli unsurlarından biri olan süt ve süt ürünleri üretimi alanında çalışan endüstriyel tesislerde üretim sonucu endüstriyel atıksular meydana gelir.

Burada belirtilen atıksular genellikle peynir altı suyu (PAS) ve kirlilik yükü PAS'a göre daha düşük olan yıkama sularıdır. Süt ve süt ürünleri endüstrisi, endüstriyel atıksu oluşumunda yüksek oranlara sahiptir. Burada üretim sonucu meydana gelen endüstriyel atıksular arıtma işlemine tabi tutulmadan alıcı ortama deşarj edilmemelidir. Literatür kaynakları araştırıldığında ülkemizde süt ve süt ürünleri endüstrisinin büyük çoğunluğu endüstriyel atıksularını herhangi bir arıtma işlemine tabi tutmadan alıcı ortama deşarj etmektedir [9,12,23].

Süt ve süt ürünleri endüstrisinde hammadde olarak süt kullanılmasının yanı sıra farklı üretim proseslerinde su kullanımı beraberinde endüstriyel atıksuların oluşumuna da neden olur. Bu endüstride atıksu oluşumuna neden olan etkenler aşağıda belirtildiği gibidir [9,12,23].

- Süt alımında kullanılan tank veya güğümlerin yıkanması işlemi
- Süt ve süt ürünleri üretiminde kullanılan alet, ekipman ve dolum makinelerinin yıkanması işlemi
- Peynir altı suyu gibi bazı yan ürünlerin deşarjı
- Tesisin genel temizliği amacıyla kullanılan suların deşarj edilmesi
- Pastorizasyon, seperasyon, ısıtma, buharlaştırma vb. prosesler sonucu oluşan su ve süt karışımlarının deşarj edilmesi
- Kullanılan ekipmanların yetersiz veya eksik olması sonucu sızıntı yağlar
- Üretim alanında meydana gelen evsel nitelikli atıksular

Bir süt ve süt ürünlerimi üretimi yapan işletmelerden alınan peynir altı suyu parametre değerlerinin ortalamaları aşağıdaki Çizelge 3.2'de belirtildiği şekildedir [11,12,23].

Çizelge 3.2. Peynir Altı Suyunun (PAS) Karakterizasyonu [12]

Parametre	**Peynir Altı Suyu (PAS)**
KOİ (mg/L)	18400-70000
$BOİ_5$ (mg/L)	8300-40000
AKM (mg/L)	7000
Yağ-Gres (mg/L)	4095
TKN (mg/L)	280-1100
PO4-P (mg/L)	110-135
pH	5-9.5

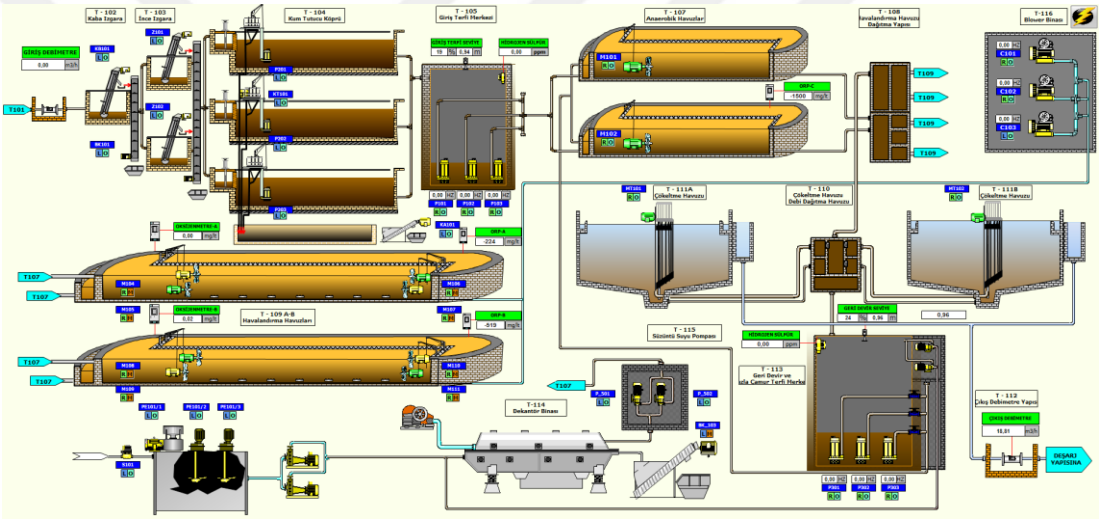
4. MATERYAL VE METOT

Tipik gerçek ölçekli bir atıksu arıtma tesisi atıksu giriş bölümünde saptanan süt ve süt ürünleri endüstrisine ait peynir altı suyu ve benzeri organik yükü yüksek olduğu bilinen maddelerin atıksuya karışarak tesise girdiği gözlemlenmiştir. Bu durumda tesis giriş suyu incelemeye alınarak gerekli değerlendirilmelerin yapılması amacıyla ölçüm yapılmaya başlanmıştır. Bu ölçümler otomatik numune alma cihazı ile 24 saatlik kompozit numune alınmıştır. Buradan alınan numunelerin incelenmesi sonucu kirlilik yükleri yüksek değerlere sahip olan süt ve süt ürünleri endüstrisi kaynaklı maddelerin (Pas vb.) atıksu arıtma tesisi giriş suyuna katılarak tesis çalışmasını olumsuz yönde etkileyeceği öngörülmüştür. Bu problemin oluşumundan önce engellenmesi amacıyla süt ve süt ürünleri endüstrisine hizmet eden iki farklı özel firma ziyaret edilerek, kanalizasyon numune bacalarından 2 saatlik kompozit numune alınmıştır. Çalışmada değerlendirilen süt endüstrisi atıksuları ve tipik evsel atıksu analizleri Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından akredite edilmiş laboratuvarda standart metotlara göre yapılmıştır. Bu çalışmalar yapılırken uygulanan yöntemler standart metotlar olup, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) değeri belirlenirken SM 5220 C, Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ) SM 5210 D, Askıda Katı Madde (AKM) SM 2540 D, Yağ ve Gres SM 5520 D, pH SM 4500 H B, Toplam Azot SM 4500 Norg B-SM 4110 B, Toplam Fosfor EPA 200.7 metotları ile analizlenmiştir [26].

4.1 Gerçek Ölçekli Atıksu Arıtma Tesisi Teknik Bilgileri ve Kirlilik Yükü Kabul Kriterleri

Gerçek ölçekli atıksu arıtma tesisi iki kademe şeklinde tasarlanmıştır. 1. kademe hizmet süresi 2031 yılına kadar ve 5966m3/gün kapasiteli 2. Kademe ise 2046 yılına kadar ve 8237m3/gün kapasitelidir. Şu an tesisin 1. Kademesi yapılmış olup 04.01.2016 tarihinde hizmet vermeye başlamıştır. Arıtma tesisi uzun havalandırmalı aktif çamur sistemidir. İlçenin kanalizasyon hattı ile toplanarak arıtma tesisine gelen atıksular önce tesis girişinde bulunan ızgaralardan geçerek atıksu içindeki katı maddeler giderilir. İçerisinden katı atıkları alınan atık sular yatay akışlı kum tutucusuna gelerek atık suyun içerisinde bulunan kum, silt, çakıl gibi sudan ağır olan maddelerin çöktürmesi sağlanarak atık sudan uzaklaştırılmaktadır. Fiziksel arıtımı gerçekleştirilen atık sular terfi istasyonuna iletilerek buradaki üniteden de anaerobik

arıtma ünitesine iletilerek burada atık suyun içerisindeki fosfor giderimi yapılmaktadır. Anaerobik üniteden sonra atıksular dağıtım yapılarına gelerek buradan havalandırma havuzlarına iletilirler. Havalandırma havuzunda bulunan mikroorganizmalar atıksuyun içerisindeki organik maddeleri oksijeni kullanarak giderirler. Bu havuzdaki amaç atıksuyun içerisindeki organik maddeleri mikroorganizmalar yardımıyla gidermektir. Havalandırma havuzundan çıkan sular çöktürme havuzlarına alınarak burada bekletme işlemi ile su ve çamurun birbirinden ayrılması sağlanır. Dibe çöken çamur pompalar vasıtası ile dipten alınarak anaerobik havuzlara iletilir. Çöktürme havuzunun üzerinde kalan su ise arıtılmış su olarak deşarj noktasına iletilir. İncelenen gerçek ölçekli atıksu arıtma tesisi akış şeması aşağıda Şekil 4.1'de gösterildiği gibidir.



Şekil 4.1. Gerçek Ölçekli Atıksu Arıtma Tesisi İş Akış Şeması

Evsel nitelikli atıksu arıtma tesislerinin bünyesine alabileceği atıksu kirlilik yükü değerleri genellikle birbirine yakındır. Gerçek ölçekli atıksu arıtma tesisine ait kirlilik yükü kabul kriterleri aşağıda Çizelge 4.1'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 4.1. Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Giriş Kirlilik Yükü Kabul

Parametre	Konsantrasyon (mg/L)
BOI_5	286
AZOT	57
FOSFOR	8
AKM	568

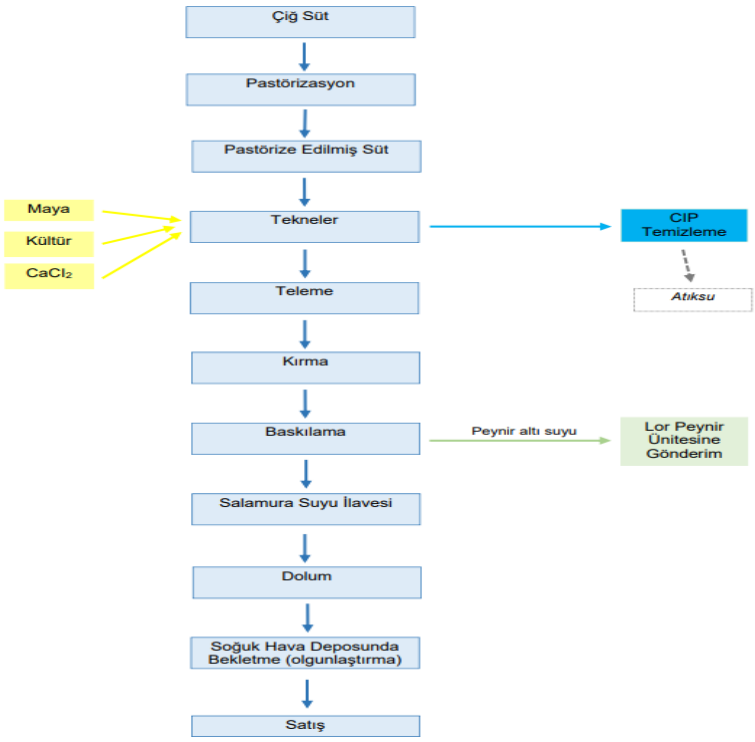
4.2 Gerçek Ölçekli Süt ve Süt Ürünleri Endüstrisine Ait Kapasite ve Atıksu Kirlilik Yükü Bilgileri

Gerçek ölçekli bir süt ve süt ürünleri üretimi yapan özel iki firmanın işleme kapasitesi ve toplam atıksu değerleri incelenmiştir. Bu firmalar Fabrika-1 ve Fabrika-2 olarak değerlendirilip belirlenen üretim miktarları aşağıda gösterilen Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Gerçek Ölçekli Süt Endüstrisi Firmalarına Ait Üretim Miktarları

Fabrika İsimleri	Günlük İşlenen Süt Miktarı (Ton)	Firmaların Kapasite Raporlarına Göre İşlenen Süt Miktarı (Ton)	Süt Firmalarından Çıkan Tahmini Atıksu Miktarı (m^3/gün)
Fabrika-1	80	51	100
Fabrika-2	60	40	80

Süt ve süt ürünleri endüstrisinde yapılan üretimler sonucu ortaya çıkan organik yükü yüksek atıksular iş akış şemasında belirtilmiştir. Aşağıda süt ve süt ürünleri endüstrisinde hizmet veren bir fabrikaya ait beyaz peynir üretimi iş akış şeması Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2. Beyaz Peynir Üretimi İş Akış Şeması (URL-5)

Gerçek ölçekli süt endüstrisi işletmelerinde (Fabrika-1 ve Fabrika-2) yapılan 24 saatlik kompozit numune alma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu numuneler bakanlık tarafından akredite edilmiş laboratuvarda incelenerek aşağıda Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4'de gösterilen değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Gerçek Ölçekli Fabrika-1 Süt ve Süt Ürünleri İşletmesine Ait Atıksu Numune Analiz Sonucu

NUMUNE ANALİZ SONUÇLARI		
Parametreler	**Birim**	**Analiz Sonuçları**
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	13200
Askıda Katı Madde	mg/L	3250
Yağ ve Gres	mg/L	796.25
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	31680
pH	-	12.45

Çizelge 4.4. Gerçek Ölçekli Fabrika-2 Süt ve Süt Ürünleri İşletmesine Ait Atıksu Numune Analiz Sonucu

NUMUNE ANALİZ SONUÇLARI		
Parametreler	**Birim**	**Analiz Sonuçları**
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	11300
Askıda Katı Madde	mg/L	2600
Yağ ve Gres	mg/L	670
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	30400
pH	-	12.17

4.3 Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Atıksu Girişinin Gözlemlenmesi

Süt ve süt ürünleri endüstrisi tarafından oluşan atıksuların kirlilik parametreleri düşürülmeden kanalizasyon yolu ile evsel atıksu arıtma tesisine gelmesi sonucu evsel atıksu arıtma tesisine ait kabul kriterlerinin aşıldığı ve kirlilik parametrelerinin Pas vb. atıksular nedeniyle yükseldiği gözlemlenmiştir. Süt ve süt ürünleri endüstrisinde bulunan gerçek ölçekli işletmelerden alınan numunelerin değerlendirilmesinden sonra, evsel atıksu arıtma tesisine gelen atıksulardan 24 saatlik kompozit numune alınarak süt ürünleri endüstrisinden gelen atıksuların, tesis içerisindeki atıksular üzerindeki olumsuz etkileri incelenmiştir. Gerçek ölçekli evsel atıksu arıtma tesisinden alınan numuneler bakanlık tarafından akredite edilmiş laboratuvarda analiz edilerek, analiz sonucu aşağıda verilen Çizelge 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Giriş Atıksuyu 24 Saatlik Kompozit Numune Analiz Sonuçları

NUMUNE ANALİZ SONUÇLARI		
Parametreler	**Birim**	**Analiz Sonuçları**
Askıda Katı Madde	mg/L	285
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	1248
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	3120
pH	-	9.14
Toplam Azot	mg/L	55.05
Toplam Fosfor	mg/L	14.28
Yağ ve Gres	mg/L	106.25

Numune sonuçlarının evsel atıksu arıtma tesisinin kirlilik yükü kabul kriterlerinin üstünde olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun evsel atıksu arıtma tesisine fiziksel ve biyolojik olarak zarar meydana getirdiği görülmüştür.

5. EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNDE TEMEL İŞLETME SORUNLARI

5.1 Bakım Yönetiminin Sağlanmamasından Kaynaklı Sorunlar

Atıksu arıtma tesisleri bakım yönetiminden kaynaklanan sorunlar tesisin koruyucu bakımlarının zamanında ve düzenli bir şekilde yapılmaması sebebiyle oluşur. Bunun yanı sıra tesislerin işletiminde sadece arıza giderimi yapılıp, ekipman bakımlarına gereken önemin verilmemesi bu sorunun çözülememesini destekler. Burada çözüm tesiste bulunan ekipmanların bakım yönetimi ve mekanik ekipmanların bakımı ile sağlanır. Mekanik ekipman bakımları yağlama, temizlik vb. olgular ile sağlanırken bu bakımların periyodik yapılmasına özen gösterilmesi gerekmektedir. Bu bakımların yanı sıra tesis bünyesinde bulunan ve arıtma işlemine doğrudan veya dolaylı olarak etki eden tüm ekipmanların temizliği, yağlanması, aşınmış veya arızaya sebebiyet verme potansiyeline sahip parçaların değişimi ya da rektifiyesi, yedek parça ve yakıt depolanması gibi kalemlerin üzerinde durulması gerekmektedir. Bu işlemlerin nizami bir şekilde yapılmaması durumunda atıksu arıtma tesisinin herhangi bir bölümünde meydana gelecek arıza bölümün by-pass işlemi ile boşaltılmasına neden olur. Sonrasında arıza giderilerek tesis tekrar arıtma işlemine hazır hale getirilerek tekrar devreye sokulur. Bu süreçte oluşan maliyet, zaman, iş gücü gibi kayıplar periyodik bakımların zamanında ve düzenli bir şekilde yapılmamasının bir sonucudur [4,6,7].

5.2 Operatörden Kaynaklı Sorunlar

Atıksu arıtma tesislerinde oluşan temel işletme sorunlarından biride tesis bünyesinde çalışan elemanların yeterli seviyede bilgiye sahip olmaması ve çalışan sayısının az olmasıdır. Bu süreçte oluşan problemin giderilmesi amacıyla tahsis edilen çalışan sayısının yeterli seviyede tutulması ve çalışanları bilgilendirmek amacıyla gerekli eğitimlerin verilmesi gerekmektedir [4].

5.3 Arıtma Tesisi Yöneticisinden Kaynaklı Sorunlar

Atıksu arıtma tesislerinin temel işletme problemlerinden biri de tesis sorumlusu olarak görev yapan bireylerin deneyim ve bilgi birikimi açısından yeterli düzeyde olmaması durumudur. Bu durumda ortaya çıkan gerekli parametre değerlerinin belirlenmemesi,

laboratuvar çalışmalarının yapılmaması, tesis ünitelerinin takibinin yapılmaması ve arıtma prosesleri üzerindeki etkileri tesis bünyesinde olumsuzluğa neden olur. Aynı zamanda gerekli bilgi birikimine sahip olmayan tesis sorumlularının önceki konularda bahsi geçen yeterli eğitime sahip olmayan elemanların bilgilendirilmesinin de sağlanamamasına neden olur. Tesis sorumlusunun yeterli bilgiye sahip olmaması proses takibi işleminde önem arz eden ORP ve çözünmüş oksijen değerlerinin ölçülmemesi veya ölçülen değerlerin kayıt altına alınmaması nedeniyle tesis bünyesinde arıtma veriminde düşüşe neden olur. Bunların yanı sıra tesis sorumlusunun son çöktürme havuzu olarak adlandırılan arıtma ünitesinin çamurun bekletme süresi, resirkülasyon ve geri devir oranları gibi olguların arıtma verimi üzerindeki etkilerini göz önünde bulundurması gerekmektedir [4,6].

Bu sorunun çözülmesi amacıyla Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı tarafından Resmî Gazete de yayınlanan 30782 sayılı 23.05.2019 tarihli Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Tebliğ yayımlanmıştır. Bu tebliğe göre atıksu arıtma tesisleri bünyesinde teknik personel çalıştırılması zorunlu hale getirilmiştir. Tesisler kapasitelerine göre A, B, C, D sınıflarına ayrılmıştır. Atıksu arıtma tesisi yeterlilik eğitimi için A sınıfı 5 yıl, B sınıfı 3 yıl, C sınıfı 1 yıl atıksu arıtma tesisi sorumlusu tecrübesine sahip olması gerekirken D sınıfı için tecrübe gerekmemektedir. Bu tebliğ ile atıksu arıtma tesislerinde görev yapan tesis sorumlusu ve teknik elemanların belirli bir bilgi birikimine sahip olması ve bu birikimin bakanlık tarafından denetlenerek daha kaliteli bir işletme sağlanması amaçlanmıştır [4,21].

6. EVSEL ATIKSU ARITMA TESİSLERİNE ORGANİK YÜKÜ YÜKSEK OLAN ATIKSULARIN OLASI ETKİLERİ

Fiziksel ve biyolojik olmak üzere iki ana başlıkta incelenen evsel atıksu arıtma tesislerinde genel amaç inorganik katı maddeler ve organik kirletici maddelerin atıksu bünyesinden uzaklaştırılmasıdır. Fakat arıtma işlemi için gelen atıksu her zaman sabit ve aynı değerlere sahip değildir. Bu anlamda oluşan farklılıklar arıtma işleminde farklı uygulama ve yöntemlerin de ihtiyacını doğurmaktadır. Farklı endüstrilerden gelen atıksuların kullanılabilir suya dönüşümü sırasında atıksu değerlerinin arıtılabilir durumda olması ve arıtma işlemini sağlayan tesisin kullanım yapısına zarar vermemesi gerekmektedir. Şekil 6.1'de gerçek ölçekli evsel atıksu arıtma tesisine kabul kriterlerine uygun atıksu girişi gösterilirken, Şekil 6.2'de ise gerçek ölçekli bir evsel atıksu arıtma tesisine karışan süt endüstrisi atıksuyunun girişte oluşturduğu durum yer almaktadır.



Şekil 6.1. Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Kabul Kriterlerine Uygun Atıksu Girişi



Şekil 6.2. Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Karışan Süt Endüstrisi Atıksuyunun Girişi

Organik yükü yüksek atıksular bulundukları tesislerde bulunan ön arıtma işlemine tabi tutulsalar dahi yüksek kirletici değerlere sahip olmaları durumunda atıksu arıtma

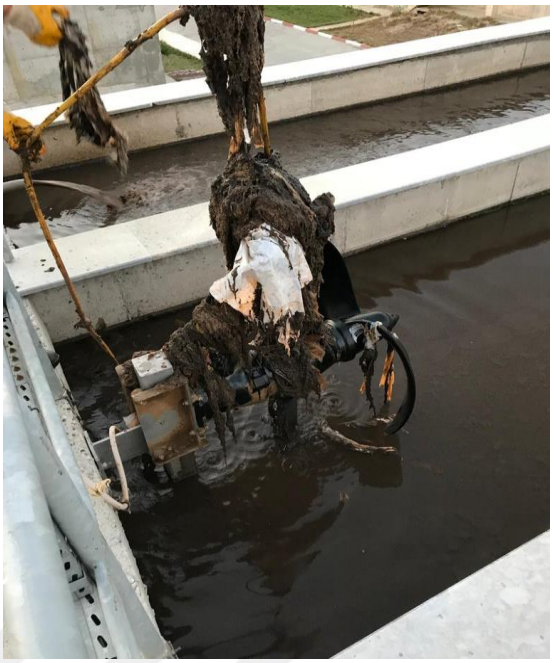
tesisinin işleyişine zarar verebilir. Bu zarar maliyet, zaman, ekipman vb. konularda etkin bir rol oynamaktadır. Bu durum genel olarak işletme sorunları olarak değerlendirilir. Süt ve süt ürünleri endüstrisindeki işletmelerden (Fabrika-1, Fabrika-2) gelen organik yükü yüksek atıksular tek bir alanda değil, birçok alanda olumsuz etkiye sebep olabilir. Bunlardan başlıcaları organik yükü yüksek atıksuların işletmelerde maliyet etkileri, işletme verimine etkileri, işletme fiziksel parametrelerine etkileri, tesis ekipmanlarına olan etkileri, işletmede enerji verimliliğine etkileri, alıcı ortama (deşarj sonrası) etkileri vb. olarak değerlendirilir. Bu anlamda atıksu arıtma tesisleri dayanmış oldukları amaç olan atıksuyun kullanılabilir suya dönüştürülmesi işleminde büyük kayba uğrarken, bu kayıpların ortadan kaldırılması amaçlanır.

6.1 Fiziksel Parametreler Üzerindeki Etkileri

Fiziksel arıtma işleminde genellikle problem ızgaralar, kum tutucular veya çöktürme havuzları ünitelerinde oluşmaktadır. Organik yükü yüksek atıksuların özellikle kanalizasyon hattına verilmesi debi artışına sebep olur. Organik yükü yüksek atıksuların fiziksel parametreler üzerindeki bir diğer olumsuz etki ise tesiste oluşan kötü kokulardır. Aynı zamanda kirletici parametrelerin yüksek değerlere ulaşması, ızgaralarda tıkanmalar, seviyenin yükselmesine ve ızgaraların zincirlerinde aşınmaya sebep olur. Kum tutuculardа yüksek debinin gelmesi sonucu kum birikmelerine ve Organik yükü yüksek atıksularda özellikle süt endüstrisinden çıkan yağ-gres parametresinin yüksek olması kum tutucu pompalarında deformasyona neden olur. Çöktürme havuzları ünitesinde meydana gelen problem ise yüzücü çamur, siyah ve kokan çamur, aşırı köpüklenme, sıyırıcıların arızalanmasına, çamur toplama çukurları, çamurların sertleşmesi, süspansiyon maddelerin çökelememesi şeklinde sıralanabilir [3]. Atıksuların atıksu arıtma tesislerinde bulunan ekipmanlar üzerindeki etkileri aşağıda verilen Şekil 6.3 ve Şekil 6.4 belirtilmiştir.



Şekil 6.3. Gerçek Ölçekli Havalandırma Havuzunda Temiz Mikser



Şekil 6.4. Gerçek Ölçekli Havalandırma Havuzunda Kirlenmiş Mikser

6.2 Arıtma Verimine Etkileri

Organik yükü yüksek atıksuların (Fabrika-1, Fabrika-2) kanalizasyon hattına sürekli verilmesi evsel atıksu arıtma tesislerinde anormal şartları oluşturur. Havalandırma havuzlarında istenmeyen çeşitli köpük oluşumu, çamurun yükselmesi, oksijen seviyesinin düşmesi, çamurda renk değişimi olması, koku oluşumu, ölü bakterilerin çoğalarak havuz yüzeyinde katman oluşturmasına sebep olur. Bu şartlar bakterilerin yaşam kriterlerine uygun değildir. Anaerobik bir ortam oluşmasına sebep olur. Organik maddelerin parçalanmadan çöktürme havuzlarına geçiş yapması çöktürme havuzlarından çamur kabarmasına sebep olur. Çöktürme havuzundan deşarj noktasına bakteri sızıntısı oluşur. Organik yükü yüksek atıksuya (Fabrika-1, Fabrika-2) maruz kalmış bir gerçek ölçekli evsel atıksu arıtma tesisinde bulunan havalandırma havuzlarının bazı noktaları Şekil 6.5, Şekil 6.6, Şekil 6.7 ve çöktürme havuzunun maruz kaldığı etki Şekil 6.8'de gösterilmiştir [20].



Şekil 6.5. Peynir Altı Suyuna Maruz Kalmış Bir Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Havalandırma Havuzu Ünitesi 1



Şekil 6.6. Peynir Altı Suyuna Maruz Kalmış Bir Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Havalandırma Havuzu Ünitesinin Çıkış Hattı



Şekil 6.7. Peynir Altı Suyuna Maruz Kalmış Bir Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Havalandırma Havuzu Ünitesi 2



Şekil 6.8. Peynir Altı Suyuna Maruz Kalmış Bir Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisine Ait Çöktürme Havuzu Ünitesi

Mikroorganizmalara ani yüklemeler sonucu büyük oranda bakteri ölümüne sebep olurken arıtma işlemi organik yükü yüksek atıksu değerleri nedeniyle arıtma verimi büyük oranda düşer. Bu düşüş atıksu arıtma tesisinin birçok alanda zarara uğramasına neden olur. Buna göre atıksu arıtma tesisleri tasarım aşamasında iken tesisin atıksuların arıtılabileceği kirlilik parametreleri belirlenir. Atıksu arıtma tesislerinin düzenli işletilmesi için bu kriter değerlere uyulması gerekmektedir [25].

Organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu arıtma tesislerine ulaşması sonucu tesisin birçok ünitesinde yer alan ekipmanların etkilenmesi kaçınılmazdır. Burada ekipman maliyeti, bakım sürelerinin kısalması, zaman, iş gücü gibi alanlarda tesis işletmesinde olumsuz etkiler meydana gelmiş olur. Organik yükü yüksek atıksular kum tutuculardaki kum birikmesi sonucu kum tutucu köprüsünün ileri ve geri hareketinin sağlanması engellenmiş olur. Kum tutucu pompaları sistem içerisinde hareket eden atıksularda bulunan kumlar nedeniyle aşınır ve olası bir arızaya neden olabilir. Havalandırma havuzunda oluşan çamur kabarması ve havuzun yüzeyinde oluşan katman mikserlerin krom halatlarını aşındırarak kopmalarına sebep olmaktadır. Havalandırma havuzunda bulunan mikserlerin bakımı da bu nedenle oldukça zorlaşır. Bu durumun görüldüğü bir gerçek ölçekli havalandırma havuzunda bulunan deformasyona uğramış mikser krom halatı aşağıda bulunan Şekil 6.9'da gösterildiği gibidir.



Şekil 6.9. Gerçek Ölçekli Havalandırma Havuzunda Bulunan Deformasyona Uğramış Mikser Krom Halatın Kopması

Çöktürme havuzunda sıyırıcı köprülerin tekerlerinin aşınmak suretiyle bağlantılarının kopması ve köprü hareketinin sağlıklı olarak sağlanmamasına neden olur. Burada genel olarak ele alınan konu süt ve süt ürünleri tesislerinden gelen atıksuların evsel atıksu arıtma tesisi içerisindeki atıksuyun değerlerini değiştirmesinin sistem bünyesinde bulunan ekipmanlara zarar vermesidir. Bu zararın engellenmesi için yapılması gereken başlıca önemli husus atıksu arıtma tesisine gelen organik yükü yüksek atıksuların gerekli şartları sağlamaması durumunda tesis içerisine alınmamasıdır. Bu anlamda tesis bünyesinde bulunan ekipmanların zarar görmesi malzeme tedarik bütçesini zorlarken bu arızaların onarımında ise zaman, iş gücü ve insan gücü kaybına neden olur. Bu durumda zarar gören tesis ekipmanlarına örnek aşağıda Şekil 6.10 ve Şekil 6.11'de gösterilmiştir.



Şekil 6.10. Gerçek Ölçekli Çöktürme Havuzundaki Sıyırıcı Köprünün Tekerlekleri



Şekil 6.11. Gerçek Ölçekli Çöktürme Havuzundaki Sıyırıcı Köprünün Deformasyona Uğramış Tekerlekleri

6.3 Enerji Verimliliğine Etkileri

Evsel atıksu arıtma tesislerinde bulunan makineler enerji kaynağı olarak elektrik enerjisi kullanırken bu kaynağın verimli kullanılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Evsel atıksu arıtma tesisi bünyesine giren organik yükü yüksek atıksuların tesisin birimlerini normalde çalışması gereken süreden daha uzun süre çalıştırarak bir enerji israfını da beraberinde getirir. Organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu arıtma tesislerine ulaşması sonucu en çok enerji sarf eden ünite olan havalandırma havuzlarında oksijen değerinin düşmesi sonucu blower adı verilen makinelerin çalışma saatlerinin artmasına neden olur. Evsel atıksu arıtma tesisine giren atıksuların arıtılması işleminin sağlıklı ve kayıpsız bir şekilde sağlanabilmesi amacıyla tesis bünyesine gönderilen organik yükü yüksek atıksuların gerekli parametrelere uymasına özen gösterilmesi gerekmektedir [2].

6.4 Maliyete Etkileri

Evsel atıksu arıtma tesislerine gelen organik yükü yüksek atıksuların doğurduğu sonuçlardan yukarıdaki konularda bahsedildi. Bu konuların tamamı doğrudan veya dolaylı olarak maliyet olgusuna bağlıdır. Atıksu arıtma tesisleri yüksek enerjiye ihtiyaç duyan ve sistemleri oldukça pahalı olan bir işletmedir. Bunun yanı sıra bu maliyetlerin daha da artmasına sebep olan başlıca sebep evsel atıksu arıtma tesisine dahil edilen organik yükü yüksek atıksulardır. Burada fiziksel parametreleri etkileyerek zaman kaybına sebep olurken bu zaman kaybı tesisin çalışmasını verimsiz kılar. Bu da tesise o süre için yapılan mali ve fikri yatırımların boşa çıkmasına neden olur. Evsel atıksu arıtma tesisi bünyesinde bulunan ekipmanların organik yükü yüksek atıksular sebebiyle doğrudan ya da dolaylı olarak aşınması veya bozulması olası yedek parça ihtiyacını doğururken aynı zamanda yedek parça maliyetlerini de beraberinde getirir. Evsel atıksu arıtma tesislerine giren organik yükü yüksek atıksuların tesisin kullanması gereken enerji miktarını artırarak enerji maliyetini ve dolayısıyla tesis harcamalarını da artırmış olur. Evsel atıksu arıtma tesislerindeki birçok alanda olumsuz etkiye sahip olan organik yükü yüksek atıksular maliyete olan etkilerde de benzer olumsuz etkileri doğurmaktadır [2].

6.5 Alıcı Ortama Etkileri

Evsel atıksu arıtma tesisleri bünyesine giren organik yükü yüksek atıksular, yüksek kirletici yüklere ve yüksek değerlere sahip olması nedeniyle arıtma işlemini oldukça zorlaştırır hatta neredeyse imkansız hale getirir. Her atıksu arıtma tesisinin tasarımı aşamasında belirlenen değerlere uymayan organik yükü yüksek atıksular atıksu arıtma sisteminin arıtma amacıyla düzenlenen ünitelerine zarar verirken aynı zamanda arıtma işleminden de etkilenmezler. Böylece evsel atıksu arıtma tesislerinin son aşamalarından biri olan deşarj suyundaki değerlerin kullanılabilir su olmaktan çıkararak tesisin asıl amacını yerine getirememesine neden olur. Deşarj sularının kirlilik parametrelerini yükselterek bu değerlerin olması gereken deşarj kriterlerinden uzaklaştırılır. Böylece istem dışında insan sağlığı tehlikeye atılmış olurken aynı zamanda ülkemiz bakanlığı ve çevre müdürlüklerince yapılan denetimlerde ise sağlanması gereken değerlerin sağlanamamasına ve tesise cezai işlem uygulanmasına neden olur. Bu nedenle organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu arıtma tesislerine alınması deşarj suyunun parametrelerini olması gerekenin dışına çıkarır [10].

Evsel atıksu arıtma tesislerinde deşarj edilen endüstriyel atıksu deşarj ortamında bulunan çevresel etmenlere de olumsuz etkilerde bulunur. Bu durumda deşarj ortamında bulunan toprak ve bitkiler kirlilik parametreleri yüksek olan atıksulara maruz kalır. Evsel atıksu arıtma tesislerinden çıkan organik yükü yüksek atıksular hayvan ve insan sağlığını da tehlikeye atmaktadır. Deşarj edilen atıksu, içerisinde barındırdığı bakteri ve zararlı mikroorganizmaların ortama yayılması ve bu zararlı yapıların dokunma veya solunum yoluyla bulaşması sonucu hastalıklara neden olabilmektedir [10]. Aşağıda organik yükü yüksek atıksuya maruz kalmış gerçek ölçekli evsel atıksu arıtma tesisinden deşarj edilen atıksu Şekil 6.12 ve Şekil 6.13'de gösterilmiştir.



Şekil 6.12. Organik Yükü Yüksek Atıksuya Maruz Kalmış Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisinden Deşarj Edilen Atıksu 1



Şekil 6.13. Organik Yükü Yüksek Atıksuya Maruz Kalmış Gerçek Ölçekli Evsel Atıksu Arıtma Tesisinden Deşarj Edilen Atıksu 2

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gerçek ölçekli evsel atıksu arıtma tesisinin çalışma döngüsü devam ederken arıtma veriminin düştüğü görüldü. Bu nedenle arıtma verimini etkileyen faktörler araştırıldı. Evsel atıksu arıtma tesisinin giriş suyuna organik yükü yüksek atıksuların karıştığı görüldü. Arıtma veriminin düşmesine neden olan faktörün, süt ve süt ürünleri üretimi yapan işletmelerden gelen kirlilik yükü yüksek atıksular olduğu anlaşıldı. Bu sorunu etkileyen başlıca sebebin işletmelerin üretim sonrası oluşan atıksuları herhangi bir arıtma işlemine tabi tutmadan kanalizasyon sistemine tahliye etmeleri olduğu saptandı.

Gözlemlenen ve araştırması yapılan bu çalışmada genel olarak atıksu arıtma tesislerinin çalışma prensipleri, bölümleri ve evsel atıksu arıtma tesislerinde yapılan arıtma işlemine etki eden faktörlerden bahsedildi. Bu faktörlerin içerisinde genel olarak organik yükü yüksek atıksular ele alınırken bu organik yükü yüksek atıksuların içinde ise peynir endüstrisinde oluşan organik yükü yüksek atıksular incelendi. Bu inceleme yapılırken Fabrika-1 ve Fabrika-2 olarak isimlendirilen süt ve süt ürünleri üretimi yapan gerçek ölçekli iki adet işletme ele alındı. Bu işletmeler ziyaret edilerek atıksu bacalarından 24 saatlik kompozit numune alındı. Bu numuneler bakanlık tarafından akretide edilmiş laboratuvarda incelenerek analiz sonuçlarına ulaşıldı. Sonrasında gerçek ölçekli evsel atıksu arıtma tesisi giriş suyundan alınan numuneler bakanlık tarafından akretide edilmiş laboratuvarda incelenerek analiz sonuçları elde edildi. Bu değerlendirmeler sonucu bu organik yükü yüksek atıksulara ve evsel nitelikli atıksu arıtma tesisi giriş suyuna ait veriler materyal ve metot bölümünde paylaşıldı. Sonrasında atıksu arıtma tesisleri bünyesinde oluşan işletme sorunları ele alındı. Daha sonra çalışmanın kilit noktalarından birini oluşturan organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu arıtma tesislerine farkı alanlarda oluşturduğu etkileri gözlemlendi ve değerlendirildi.

Evsel atıksu arıtma tesisleri, günümüzde küreselleşen ve iklim değişikliğine maruz kalan, doğal afetlerin yaşandığı ve birçok etkenin çevreye zarar vermeye devam ettiği bu dönemde üzerinde durulması gereken bir konudur. Atıksuyun arıtılması doğanın en önemli unsurlarından biri olan suyun israf edilmemesi açısından çok önemlidir. Atıksuların arıtılmak suretiyle doğaya ve insan kullanımına tekrar kazandırılması

gelecekte bizi bekleyen bir temiz su kıtlığının önüne geçmek için atılacak adımların temelini oluşturur.

Evsel atıksu arıtma tesislerinin en temel sorunlarından biri giriş suyuna karışan organik yükü yüksek atıksulardır. Organik yükü yüksek atıksuların arıtılması evsel atıksu arıtma tesislerinde mümkün değildir ve organik yükü yüksek atıksular, evsel atıksuların arıtımı işleminin de engellenmesine neden olur.

Organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu arıtma tesisine girmemesi ve bu anlamda atıksu arıtma tesislerinin yüksek verimle çalışabilmesi için oldukça önemli bir husustur. Bu anlamda organik yükü yüksek atıksuların etkisizleştirilmesi için bazı öneriler aşağıda belirtildiği gibidir.

Organik yükü yüksek atıksuların oluştuğu endüstriyel işletmelerde oluşan atıksular kanalizasyona verilmeden önce gerekli arıtmaların işletme bünyesinde yapılması işlemine paket arıtma adı verilir. İşletmelerin kendi bünyesinde paket arıtma işlemi uygulayarak oluşan organik yükü yüksek atıksuların yüksek kirletici yüklerinin ve yüksek parametre değerlerinin düşürülerek kanalizasyona gönderilmesi gereklidir. Bu işlem evsel atıksu arıtma tesislerine gelen giriş atıksuyundaki gerekli parametre kriterlerinin sağlanmasını ve atıksu arıtma tesisine gerekli kirletici yükte atıksu girmesini sağlar. Böylece organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu arıtma sistemi üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler ortadan kaldırılarak verimli bir arıtma elde edilmiş olur.

Organik yükü yüksek atıksuların endüstriyel işletmelerde oluşması sonucu bu atıksuların sanayi bölgelerine yakın bir bölgeye konumlandırılan endüstriyel atıksu arıtma tesisleri bünyesinde arıtılması sağlanarak kanalizasyona verilir. Böylece endüstriyel ve evsel atıksuların aynı parametrelere sahip olmaması nedeniyle birbiri ile karıştırılmadan arıtılmaları sağlanmış olur. Bu anlamda belirli bir hazırlık ile organik yükü yüksek atıksu üreten firmaların oluşturdukları atıksuların arıtımı sağlanarak evsel atıksu arıtma tesislerine verilen zarar ve olumsuz etkilerin tamamen ortadan kaldırılması mümkündür.

Endüstriyel işletmeler tarafından oluşan organik yükü yüksek atıksuların evsel atıksu giriş suyuna katılmasını engellemek amacıyla izlenebilecek yollardan biride foseptik çukurudur. Bu çukurlar genel olarak atık, kirletici ve hastalığa sebebiyet verebilecek atıkların bir yer altı bölgesinde saklanması ve dışarı ile temasının kesilmesi prensibine dayanır. Buna göre endüstriyel tesislerde oluşan atıksular kanalizasyona verilmeden bir foseptik çukuruna aktarılır ve orada depolanır. Depolanan organik yükü yüksek atıksuların endüstriyel atıksu arıtma tesislerine transfer ederek arıtılması mümkündür. Böylece evsel atıksu arıtma tesisi giriş suyuna organik yükü yüksek atıkların katılması engellenir.

Endüstriyel atıksular kanalizasyona karıştırılması yasal kanun çerçevesinde yasaktır. Fakat işletmeler oluşturdukları organik yükü yüksek atıksuları kanalizasyona verme yolunun daha basit ve maliyetsiz olması nedeniyle yasadışı olarak bu işlemi yaparlar. Bu anlamda işletmeler üzerindeki denetlemeler sıkılaştırılmalı ve caydırıcı cezai işlemler uygulanarak su rezervinin korunması sağlanmalıdır. İşletmelerin kanalizasyon ile olan fiziki bağlantılarının kesilmesi de caydırıcı bir işlem olabilir.

Evsel atıksu arıtma tesislerinin tasarım ve fizibilite etütlerinde önemli unsurlardan biri bölge nüfusudur. Nüfusa göre tasarlanan atıksu arıtma tesislerinin bünyesinde hesaplananın dışında veya hesaplanandan fazla atıksu gelmesi evsel atıksu arıtma tesisini zorlanması ve olumsuz etkilerin oluşmasına neden olur. Bu anlamda organik yükü yüksek atıksuların ve yağmur sularının farklı kanalizasyon sistemleri ile taşınması atıksu arıtma tesisinin verimli çalışabilmesi açısından önemlidir. Atıksu arıtma tesisleri bünyesine gelen atıksuların organik yükü yüksek atıksulardan oluşmaması gerekmektedir. Bir diğer husus ise yağmur sularının giriş sularındaki debiyi yüksek oranda artırarak kanalizasyon borusunda biriken pislik ve katı inorganik maddelerin tesis ünitelerine taşınmasına neden olmaktadır. Giriş debisi ortalama olarak hesaplanan ve bu hesap üzerine tasarlanan atıksu artıma tesisinin verimli çalışabilmesi için gerekli giriş debileri gerekli seviyelere indirilerek tesise girişi sağlanmalıdır. Böylece atıksu arıtma tesisi bünyesinde bulunan ızgaralarda pislik toplanması problemi de ortadan kaldırılmış olur.

Atıksu arıtma tesisleri için alınabilecek önemli tedbirlerden biride kalifiye teknik eleman ihtiyacının karşılanmasıdır. Atıksu arıtma tesisleri geniş ve mesleki riskler

taşıyan bir çalışma sahasıdır. Atıksu arıtma tesislerinde oluşabilecek problemlerin öncelikle insan sağlığı olmak üzere tesis sisteminde oluşabilecek arızalara ivedilikle ve çözümleyici olarak müdahale edilmesi gibi problemlerin ortadan kaldırılması için önemlidir. Atıksu arıtma tesisleri bünyesinde çalışan teknik elemanların bilgilendirilmesi için gerekli eğitimlerin zamanında yapılması ve çalışanların tecrübe sahibi olması tesis işletiminde büyük önem arz etmektedir.

Atıksu arıtma tesisleri büyük yoğunlukta mekanik, elektronik vb. ekipmanlar barındırmaktadır. Atıksu arıtma tesislerinin düzenli ve yüksek verimde çalışabilmesi için ekipman bakımlarının düzenli olarak yapılması gerekmektedir. Atıksu arıtma tesisi bünyesinde ekipman bakımlarının aksatılması olası arızaları da beraberinde getirir. Bu bakımlar temizlik, yağlama, filtre değişimleri, tekerlek veya taşıyıcı sistem değişiklikleri, yedek parça tedariki, enerji kaynağı tedariki ve yakıt tedariki şeklinde yapılabilir. Oluşabilecek arızalar için gerekli bakım onarım ekibinin bilinçli ve tecrübeli olması da büyük önem arz etmektedir.

Atıksu arıtma tesislerinde önemli hususlardan biri de enerji verimliliğidir. Ülkemizin enerji konusunda büyük oranda yurtdışı temelli kaynaklara bağımlı olması nedeniyle enerji maliyetleri yüksektir. Atıksu arıtma tesislerinin bazı ünitelerinde bulunan makineler yüksek akım veya yüksek gerilime ihtiyaç duyar. Bu anlamda arıtma işleminin sağlanmasında minimum enerji kaybı ile optimum atıksu arıtma verimi sağlanmalıdır. Tesisin tasarlanırken hesaplanan değerlerin dışına çıkmaması gerekmektedir. Bu nedenle oluşabilecek herhangi bir arıza veya fazla yüklenme makinelerin olması gerekenden daha uzun süre çalışmasına neden olur. Bu da büyük oranda enerji kaybına neden olur.

Atıksu arıtma tesislerinde önemli etkenlerden biri de maliyettir. Atıksu arıtma tesislerinin sürekliliği için maliyet önemli bir yere sahiptir. Bu anlamda tesis içerisinde gereksiz masraflardan kaçınmak için gerekli yollar izlenmelidir. Atıksu arıtma tesislerine giren atıksuyun organik yükü yüksek atıksular içermesi durumu tesisin uzun süre çalışması ve arıtma işlemini sağlıklı bir biçimde gerçekleştirememesi demektir. Böylece atıksu arıtma tesisi çalışılan süre içerisinde amacına hizmet edememiş ve mali yükünü artırmış olur. Bunun önlenmesi için tesise giren atıksuyun değerleri takip edilmeli ve kontrol edilmelidir. Atıksu arıtma tesisinde ana arıtma prosesinin düzenli

işlemesi maliyetin ideal konumda kalmasını sağlar. Bu düzenin sağlanması içinde bakım, tecrübeli teknik ekip, enerji verimliliğinin korunması vb. durumların sağlanması gereklidir.

Atıksu arıtma tesislerinin denetimi ülkemizde devlet kurumlarınca sağlanmaktadır. Bu anlamda atıksu arıtma tesislerinin uygun olması gereken standartları sağlayabilmek adına yürürlüğe giren yeni maddeler, arıtma tesisi ve işletmesi ile ilgili yasal faaliyetler, yasal işlemler ve cezai işlemler hakkında bilgi sahibi olunmalıdır. Bunların yanı sıra devlet kurumlarınca sağlanan Çevre İzin Lisans Belgesi gibi belgeler için gerekli şartların sağlanması ve gerekli diğer belgelerin ve izinlerin üzerinde durulması gerekmektedir. Aynı zamanda çevre izin lisans belgesine sahip olan atıksu arıtma tesislerinin gerekli şartları sağlaması durumunda %50 enerji ücreti iadesi sağlanmaktadır. Bu anlamda atıksu arıtma tesisi maliyetlerini düşürmek adına bu fırsattan yararlanılabilir.

KAYNAKLAR

1. Erdoğan O., Zengin E. ve Orhan D., 2005. Türkiye'de Evsel Atıksu Oluşum Miktarları ve Karakterizasyonu, itüdergisi/ e su kirlenmesi kontrolü, 15, 1-3, 57-69.

2. Arslan A. ve Ayberk S., 2005. İzmit Endüstriyel ve Evsel Atıksu Arıtma Tesisi Atıklarının Konvansiyonel Karakterizasyonu ve Değerlendirilmesi, Ekoloji, 14, 54, 7-12.

3. Kınık Z. ve Aykaç Z, 2021. Atıksu Arıtma Tesislerinde Karşılaşılan Problemler ve Çözüm Önerileri, Türk Hidrolik Dergisi, 5, 1, 59-65.

4. Turan G., 2014. Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri ve İşletme Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacıbektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.

5. Özalp N., 2005. Ankara Aski Atıksu Özellikleri ve Arıtma Sisteminin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

6. Akyüz İ., 2011. Osmanbey Atıksu Arıtma Tesisinin İşletilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

7. Boyacı Y., 2017. Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisleri İşletim Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.

8. Öz A., 2009. Atıksu Arıtma Tesislerinde Verimlilik Kontrolü ve İşletme Sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.

9. Turan Bayram T. ve Nuhoğlu A., 2013. Süt Endüstrisi Atıksularının Biyolojik Arıtımında Mikroorganizma Konsantrasyonu ile Akı Profilinin Değişimi ve Kullanılan Membranın Temizlenmesi, Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2, 2, 9-20.

10. Koyuncu M. ve Tunçtürk Y., 2014. Sütçülük Atıksularının Arıtılma Gereksinimi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 19, 1-2, 88-93.

11. Kavaz Yüksel A., Yüksel M. ve Ürüşen H., 2019. Peyniraltı Suyunun Çeşitli Özellikleri ve Kullanım Olanakları, KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi, 22, 3.

12. Altunışık İ., İleri R. ve Artır R., 2002. Küçük ve Orta Ölçekli Süt Endüstrisi Atıksularının Önarıtılmasında Bentonit ve Sepiyolitin Kullanılabilirliği, SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6, 2.

13. Erdem S., Yarımtepe C. ve Öz N., 2015. Zeytin Karasuyunun Arıtım Yöntemleri, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1, 81-110.

14. Kırmacı A., 2019. Zeytin Karasuyunun Kimyasal Arıtma ve İleri Oksidasyon Prosesleri Kullanılarak Arıtılabilirliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

15. Torun F., Cengiz İ. ve Kul S., 2020. Zeytin Karasuyunun İleri Oksidasyon Prosesleri ile Arıtımının İncelenmesi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10, 3.

16. T.C. Çevre Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2020. Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Eğitim ve Sertifika Programlarının Araştırılması ve Ülkemize Özgü Modelin Geliştirilmesi Projenin Geliştirilmesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 1.

17. T.C. Çevre Şehircilik Bakanlığı Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2020. Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Eğitim ve Sertifika Programlarının Araştırılması ve Ülkemize Özgü Modelin Geliştirilmesi Projenin Geliştirilmesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 14.

18. Koyuncu İ., Öztürk İ., Aydın A. ve diğ., 2013. Atıksu Arıtma Tesisleri Tasarım Rehberi, T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü.

19. Kul S., Nuhoğlu A. ve Değirmenci N., 2014. Zeytin Karasuyunun Respirometrik Analizi, Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 4, 3, 35-40.

20. Beşkat M., 2019. Evsel Atıksu Arıtma Tesisleri İşletim Problemleri Siverek Atıksu Arıtma Tesisi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfaç.

21. T.C. Resmi Gazete, Atıksu Arıtma Tesislerinde Çalışan Teknik Personele İlişkin Tebliğ, 30782, 23.05.2019, 12-19.

22. Gogate, P. R. and Pandit, A. B. 2004(a). A Rewiev of Imperative Technologies for Wastewater Treatment I: Oxidation Technologies at Ambient Conditions. Advances in Environmental Research, 8, 501-551.

23. Schneider, I.,Topalova, Y., 2010. Bioaugmentaive Approaches for Dairy Wastewater Treatment. American Journal of Agricultural and biological Sciences, 5, 4, 459- 467.

24. Sonune, A., & Ghate, R. 2004. Developments in wastewater treatment methods. Desalination, 167, 55-63.

25. Pons, M. N., Spanjers,ve diğ., 2001. Wastewater characteristics in Europe, a survey, Cost 624.

26. Eaton, A., 2017. Standard Methods For The Examination Of Water and Wastewater, 23rd Edition, American Public Health Association, New York, USA.

URL-1: <http://atiksuaritmasistemi.com/atiksu-aritma-cihazi-nasil-calisir.html >, Erişim Tarihi : 20.08.2021

URL-2: <https://www.kentharita.com/biyolojik-aritma-tesisi-nedir/ >, Erişim Tarihi : 23.08.2021

URL-3: <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/atiksu-aritma-tesisi-ile-hizmet-verilen-belediyeler-i-85746> , Erişim Tarihi : 06.09.2021

URL-4: < https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/yuksel.ardali/110670/1.%20Hafta-End%C3%BCstriyel%20at%C4%B1ksu%20karakterizasyonu,%20De%C5%9Farj%20standartlar%C4%B1.pptx > , Erişim Tarihi:06.09.2021

URL-5: <http://eced.csb.gov.tr/ced/jsp/ek1/33386>, Erişim Tarihi: 29.01.2022

URL-6: <https://noktahaberyorum.com/zeytin-fabrikalarinda-aciga-cikan-karasuyun-tarima-zarari-ali-makal.html>, Erişim Tarihi: 29.01.2022

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı **:** Osman Mustafa TUĞ

Adres **:**

E-posta adresi **:**

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans **:** Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 2011-2016

Yüksek Lisans(Tezsiz) **:** Aksaray Üniversitesi, , Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, İş Sağlığı ve Güvenliği, 2017-2018

Yüksek Lisans **:** Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 2018-

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Sultanhanı Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi, Tesis Sorumlusu – Çevre Mühendisi (2016-2017)
2. Ortaköy Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi, Tesis Sorumlusu – Çevre Mühendisi (2017-)

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

Kongrelerde Sunulan Makaleler

1. Kirlilik Yükü Yüksek Zeytinyağı ve Süt Endüstrisi Atıksularının Evsel Atıksu Arıtma Tesislerine Etkileri