



T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DENİZLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSU ARITMA TESİSİ
MEVCUT PROSESLERİ VE ALTERNATİFLERİNİN
DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Ahmet CEYLAN

TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi İsmail ŞİMŞEK

AKSARAY, 2022

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 192301001 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi Ahmet CEYLAN tarafından hazırlanan “**DENİZLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSU ARTIMA TESİSİ MEVCUT PROSESLERİ VE ALTERNATİFLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ/OY ÇOKLUĞU ile Çevre Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail ŞİMŞEK

Aksaray Üniversitesi

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

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Gamze SÖNMEZ

Aksaray Üniversitesi

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

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Sezen KÜÇÜKÇONGAR

Konya Teknik Üniversitesi

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

Tez Savunma Tarihi: 01/07/2022

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

.....

Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS

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.

Ahmet CEYLAN

TEŞEKKÜR

Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim dalında hazırlamış olduğum ‘‘Denizli Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisi Mevcut Prosesleri Ve Alternatiflerinin Değerlendirmesi’’ yüksek lisans çalışmamda bana yardımcı olan ve desteklerini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Dr.Öğr. Üyesi İsmail ŞİMŞEK’e, Denizli Organize Sanayi Bölgesi Arıtma Tesisi Müdürü Sayın İbrahim EREŞME Bey’e, Laborant Sayın Gülden EREŞME Hanım’a, Makine Mühendisi Sayın Ahmet TAŞ’a, Denizli Organize Sanayi Bölgesi Müdürlüğü personellerine, değerli arkadaşım Ömer TURĞUT’a ve her konuda bana yardımcı olan eşim Melek ÖZDURAN CEYLAN’a ve aileme teşekkür ediyorum.

Ahmet CEYLAN
AKSARAY, 2022

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1 Organize Sanayi Bölgeleri ve Önemi.....	3
2.2 Denizli Organize Sanayi Bölgesi.....	11
2.3 Endüstriyel Nitelikli Atıksular ve Özellikleri... ..	14
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	16
3.1 Denizli Organize Sanayi Bölgesi Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi.....	16
3.2 Fiziksel Arıtma Ünitesi	20
3.2.1 Atıksu girişi ve su alma yapısı.....	20
3.2.2 Otomatik temizlemeli kaba ızgara ve debi ölçüm kanalı.....	21
3.2.3 Kum ve yağ tutucu.....	22
3.2.4 Dengeleme havuzu.....	22
3.2.5 Terfi istasyonu	23
3.2.6 İnce ızgaralar	23
3.3 Kimyasal Arıtma Ünitesi.....	24
3.3.1 Nötralizasyon.....	24
3.3.2 Koagülasyon	25
3.3.3 Flokülasyon	25
3.3.4 Kimyasal çöktürme havuzu	26
3.4 Biyolojik Arıtma Ünitesi	26
3.4.1 Havalandırma havuzu	27
3.4.2 Biyolojik çöktürme havuzu	28
3.5 Arıtılmış Deşarj Suyu, Deşarj Noktası ve Sürekli İzleme (Sais) Ünitesi.....	28
3.6 Çamur Yoğunlaştırma ve Susuzlaştırma Ünitesi.....	29
3.7 Deneysel Çalışmalar.....	31
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	32
4.1 Atıksu Karakterizasyonu	32
4.2 Fiziksel Arıtma Verimi.....	33
4.3 Kimyasal Arıtma ve Nötralizasyon Verimi.....	39
4.4 Biyolojik Arıtma Verimi	44
4.5 Arıtma Tesisi Genel Verimi ve Deşarj Kriterleri	48
4.6 Arıtma Veriminin Korunması ve Arttırılması İçin Alınması Gereken Tedbirler	55
4.6.1 pH değişimleri	55
4.6.2 Çözünmüş oksijen eksikliği sıcaklık değişimi.....	55
4.6.3 F/M oranı	56
4.6.4 C/N/P oranı	56
4.6.5 Geri devir oranı.....	56
4.6.6 Çamur yaşı.....	57
4.6.7 Mekanik ekipmanlarda oluşabilecek işletme problemleri	57
4.6.8 Çamur kabarması	57

4.6.9 Köpük oluşumu.....	57
4.6.10 Koku problemi	58
4.7 Alternatif Arıtma Proseslerinin Değerlendirmesi.....	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
EKLER.....	63
EK A. 24-25 Kasım, 29-30 Kasım ve 6-7 Aralıkta Yapılan Ölçümler	63
KAYNAKLAR	67
ÖZGEÇMİŞ.....	70



YÜKSEK LİSANS TEZİ

DENİZLİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSU ARTIMA TESİSİ MEVCUT PROSESLERİ VE ALTERNATİFLERİNİN DEĞERLENDİRMESİ

Ahmet CEYLAN

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail ŞİMŞEK

ÖZET

Endüstriyel faaliyetler ekonominin temel yapıtaşıdır. Endüstriyel faaliyetler gerçekleştirilirken birçok doğal kaynağa ihtiyaç duyulmaktadır. Su tüketilen bu kaynakların başında gelmektedir. Sınırlı miktarda bulunan su kaynaklarımızın korunması için endüstriyel faaliyetleri gerçekleştirirken kirliliği ortadan kaldırmak veya asgari düzeye indirmek gerekir. Bu kapsamda endüstriyel atıksular etkin bir şekilde arıtılmalı ve mümkün olan en üst seviyede tesislerde yeniden kullanıma katılmalıdır.

Bu çalışmada Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde endüstriyel ve evsel nitelikli atıksu arıtım faaliyeti gösteren Merkezi Atıksu Arıtma Tesisinde yer alan proseslerin mevcut durumu değerlendirilerek, kirleticilerin gideriminde alternatif olabilecek proses ve temel işlemlerin verimleri hakkında bilgi verilmiştir.

Tesis proseslerinin genel verimini ortaya koymak amacıyla üç farklı tarihte beş farklı noktadan alınan numunelerde KOİ, AKM, TP, TN ve Renk analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre tesis genelinde ortalama %88 KOİ, %83 AKM, %26 TP, %83 TN ve %86 Renk giderim verimi elde edilmiştir.

Sonuç olarak Denizli Organize Sanayi Bölgesi Merkezi Atıksu Arıtma Tesisinde kimyasal arıtım uygulanmadan sadece fiziksel ve biyolojik arıtma prosesleriyle bile mevzuatta belirtilen sınır değerlere rahatlıkla ulaşılabilir. Tesiste yer alan proseslerin arıtma verimleri alternatif olabilecek proses verimleriyle kıyaslandığında oldukça yüksek verimlerine sahip olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Organize Sanayi Bölgesi, Arıtma Tesisi, Proses, Arıtma Verimi.

Haziran, 2022; 70 sayfa

M.Sc. THESIS

DENİZLİ ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE WASTEWATER TREATMENT PLANT EXISTING PROCESSES AND EVALUATION OF ALTERNATIVES

Ahmet CEYLAN

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environment**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. İsmail ŞİMŞEK

ABSTRACT

Industrial activities are the basic building blocks of the economy. Many natural resources are needed while carrying out industrial activities. Water is one of these consumed resources. In order to protect our limited water resources, it is necessary to eliminate or minimize pollution while carrying out industrial activities.

In this context, industrial wastewater should be treated effectively and reused in facilities at the highest level possible. In this study, the current situation of the processes in the central wastewater treatment plant, which carries out industrial and domestic wastewater treatment in Denizli Organized Industrial Zone, is evaluated and information is given about the efficiency of unit operation and processes that can be alternatives for the removal of pollutants.

In order to reveal the overall efficiency of the plant processes, COD, TSS, TP, TN, and Color analyzes were performed on samples taken from five different points on three different dates. According to the analysis results, approximate 88% COD, 83% TSS, 26% TP, 83% TN, and 86% Color removal efficiency were obtained throughout the facility.

As a result, limit values specified in the legislation can be easily achieved even with physical and biological treatment processes without applying chemical treatment in Denizli Organized Industrial Zone Central Wastewater Treatment Plant. When the treatment efficiencies of the processes in the facility are compared with the process efficiencies that can be alternative, it is seen that they have very high efficiencies.

Keywords: Organized Industrial Zone, Treatment Plant, Process, Treatment Efficiency.

June , 2022; 70 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Marmara bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri	6
Şekil 2.2. Ege bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri.....	7
Şekil 2.3. Akdeniz bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri	8
Şekil 2.4. İç Anadolu bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri	8
Şekil 2.5. Karadeniz bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri	9
Şekil 2.6. Doğu Anadolu bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri	10
Şekil 2.7. Güneydoğu bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri	11
Şekil 3.1. Genel vaziyet planı	17
Şekil 3.2. Organize sanayi bölgesi üstten görünüşü	18
Şekil 3.3. Arıtma tesisi idari binası.....	18
Şekil 3.4. Fiziksel arıtma ünitesi akım şeması.....	20
Şekil 3.5. Giriş yapısı ve kaba ızgara.....	21
Şekil 3.6. Parshal savağı ve debimetre.....	22
Şekil 3.7. Tambur ince ızgaralar	23
Şekil 3.8. Kimyasal arıtma ünitesi akım şeması	24
Şekil 3.9. Hızlı karıştırıcılar	26
Şekil 3.10. Biyolojik arıtma ünitesi akım şeması	27
Şekil 3.11. Havalandırma havuzu	27
Şekil 3.12. Biyolojik çöktürme havuzu.....	28
Şekil 3.13. Sürekli atıksu izleme istasyonu (SAİS) kabini	29
Şekil 3.14. Çamur susuzlaştırma ünitesi akım şeması	30
Şekil 3.15. Burgu pres.....	31
Şekil 4.1. Tambur ince ızgara AKM verimleri	33
Şekil 4.2. Yağ tutucu Yağ-Gres verimleri	34
Şekil 4.3. Fiziksel arıtma KOİ verimleri.....	35
Şekil 4.4. Fiziksel arıtma AKM verimleri	36
Şekil 4.5. Fiziksel arıtma TP verimleri	37
Şekil 4.6. Fiziksel arıtma TN verimleri	38
Şekil 4.7. Fiziksel arıtma Renk verimleri	38
Şekil 4.8. Nötralizasyon KOİ verimleri	39
Şekil 4.9. Nötralizasyon AKM verimleri.....	40
Şekil 4.10. Nötralizasyon TP verimleri.....	40
Şekil 4.11. Nötralizasyon TN verimleri.....	41
Şekil 4.12. Nötralizasyon Renk verimleri.....	42
Şekil 4.13. Nötralizasyon T (sıcaklık) verimleri.....	42
Şekil 4.14. Nötralizasyon elektriksel iletkenlik EC verimleri	43
Şekil 4.15. Nötralizasyon pH verimleri	43
Şekil 4.16. Biyolojik arıtma KOİ verimleri	44
Şekil 4.17. Biyolojik arıtma AKM verimleri	45
Şekil 4.18. Biyolojik arıtma TP verimleri.....	46
Şekil 4.19. Biyolojik arıtma TN verimleri	46
Şekil 4.20. Biyolojik arıtma Renk verimleri.....	47
Şekil 4.21. Proseslerinin spesifik ve genel arıtma verimleri.....	48
Şekil 4.22. Genel arıtma KOİ verimleri.....	50
Şekil 4.23. Genel arıtma AKM verimleri.....	50
Şekil 4.24. Genel arıtma TP verimleri	51

Şekil 4.25. Genel arıtma TN verimleri.....	52
Şekil 4.26. Genel arıtma Renk verimleri	52
Şekil 4.27. Genel arıtma T(sıcaklık) verimleri	53
Şekil 4.28. Genel arıtma elektriksel iletkenlik EC verimleri	54
Şekil 4.29. Genel arıtma pH verimleri	54
Şekil 4.30. Atıksu arıtma tesisi teknolojik olgunluk analizi	58



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. Yıllara göre organize sanayi bölgelerinin fiziki boyutları	5
Çizelge 2.2. Denizli organize sanayi bölgesi yerleşimi	13
Çizelge 2.3. Denizli organize sanayi sektörel dağılımı.....	13
Çizelge 3.1. Organize sanayi bölge müdürlüğü merkezi atıksu arıtma tesisi tasarım değerleri	19
Çizelge 3.2. Yapılan analizler ve kullanılan metotlar.....	31
Çizelge 4.1. Arıtma tesisine giriş ve çıkış değerleri	32
Çizelge 4.2. Tambur ince ızgarada (1 Mm) yapılan AKM ölçümler.....	33
Çizelge 4.3. Havalandırılmalı yağ tutucu yapılan Yağ-Gres ölçümler	34
Çizelge 4.4. Organize sanayi bölge müdürlüğü merkezi atıksu arıtma tesisi deşarj değerleri (su kirliliğinin kontrolü yönetmeliği tablo 19. karışık endüstriyel atık suların alıcı ortama deşarj standartları (küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılamayan diğer sanayiler))	49
Çizelge 4.5. Atıksu arıtımında kullanılan temel işlem ve proseslerin arıtma verimleri	59
Çizelge A.1. 24-25 Kasım tarihinde yapılan ölçümler	64
Çizelge A.2. 29-30 Kasım tarihinde yapılan ölçümler	65
Çizelge A.3. 06-07 Aralık tarihinde yapılan ölçümler.....	66

SİMGELER VE KISALTMALAR

AKM	Askıda Katı Madde
API	Uygulama Programlama Arayüzü
BOİ₅	Biyolojik Oksijen İhtiyacı
CO₂	Karbondioksit
DOSB	Denizli Organize Sanayi Bölgesi
EC	İletkenlik
FeCl₃	Demir üç Klorür
H₂SO₄	Sülfürik Asit
KOİ	Kimyasal Oksijen İhtiyacı
kg/gün	Kilogram / gün
KV	Kilo-Volt
KVA	Kilo-Volt-Amper
lt/sn	Litre / saniye
m³	Metreküp
mA	Mili Amper
mg/L	Miligram / litre
m³/h	Metreküp / saat
MVA	Mega-Volt-Amper
MW	Mega-Watt
Mm	Milimetre
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
SAİS	Sürekli Atıksu İzleme Sistemi
T	Sıcaklık
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TN	Toplam Azot
TP	Toplam Fosfor
USD/ m³	United States Dollar / metreküp
°C	Santigrat derece
µm	Mikro metre
µS/cm	Mikro Siemens / santimetre

1. GİRİŞ

Sürekli gelişen dünyada tarımın yanı sıra sanayi ve ağır sanayi üretimi de insanların istekleri doğrultusunda artmaktadır. Üretim prosesleri üretilen ürünlere göre farklılıklar göstermektedir. Bazı prosesler aşırı suya, bazı prosesler aşırı elektriğe, bazı prosesler ise yüksek ısıya ihtiyaç duymaktadır.

Sanayinin gelişmesi hızlı su tüketimi ve kirlilik yükünün artmasını tetiklemektedir. Bu durumun azaltılması çalışmaları bazı ülkelerin gündemlerinde olsa da bazıları için yeteri kadar öneme sahip değildir. Ancak çevrenin temel bileşenlerinden olan suyun kirlenmesi sadece bulunduğu bölgeyi değil kirleticilerin taşınımıyla diğer bölge ve insanları da tehdit eder hale gelebilmektedir.

Dünya da yaklaşık 200 ülke bulunmaktadır. Dünyada tüketilen suyun yaklaşık %20'si endüstriyel faaliyetler için kullanılmaktadır. Ülkemizde 2020 yılında su kaynaklarından 18,2 milyar m³ su çekilmiştir. Çekilen suyun %56'sı denizden, %44'ü tatlı su kaynaklarından temin edilmiştir. Tatlı su kaynaklarının da %22,5'i yeraltı ve %21,5'i ise yüzey sularından temin edilmiştir. Denizden çekilen suyun yaklaşık %94'lük kısmı soğutma amaçlı kullanılmıştır. Bu suyun %45,4'ü termik santraller, %35,6'sı belediyeler, %14,2'si imalat sanayi, %2,3'ü köyler, %1,5'i maden işletmeleri ve %1'i OSB'ler tarafından kullanılmıştır. Tatlı su kaynaklarından çekilen suyun %80,9'u belediyeler, %7,8'i imalat sanayi işyerleri, %5,2'si köyler, %4,7'si maden işletmeleri ile OSB'ler ve %1,4'ü termik santraller tarafından temin edilmiştir. 2020 yılında 130 milyon m³'ü yeraltı sularından olmak üzere 182 milyon m³ su OSB'ler tarafından kullanılmıştır (TÜİK, 2021).

Günümüz teknik ve ekonomik koşulları çerçevesinde çeşitli maksatlara yönelik olarak tüketilebilecek yerüstü suyu miktarı yıllık 94 milyar m³, güvenli çekilebilecek yeraltı suyu işletme kaynakları yıllık 18 milyar m³ olmak üzere ülkemizin tüketilebilir yerüstü ve yeraltı su varlığı yıllık toplamı 112 milyar m³'tür. Sektörel bazda bakıldığında; %74 tarımsal sulamada, içme-kullanma suyu olarak %13 ve sanayide %13 su kullanılmaktadır. Bu değerler sırası ile Dünya da %70, %22, %8, Avrupa'da ise %33, %51 ve %16'dır (URL 1).

Kullanılan su miktarının fazlalığı beraberinde atıksuyun artışı getirmektedir. Bu durum su kirliliği konusunda kalıcı ve kesin çözümlerin yürürlüğe konulmasını zorunlu kılmıştır. Arıtılmadan deşarj edilen her atıksu öncelikle kendi çevresinden

başlamak üzere ekolojik çevrimle birlikte çok daha geniş alanlarda yaşam standartlarının düşmesine sebep olabilmektedir.

Ekonomi için sürdürülmesi gereken endüstriyel faaliyetleri gerçekleştirirken kirliliği ortadan kaldırmak veya asgari düzeye indirmek gerekir. Endüstriyel atıksular etkin bir şekilde arıtılmalı ve mümkün olan en üst seviyede tesislerde yeniden kullanıma katılmalıdır. Endüstriyel atıksular, üretim yapılan sektörler göre içerik ve hacimsel olarak birçok farklılıklara sahiptir. Bu nedenle arıtma kolaylığı açısından endüstriyel atıksuların özellikleri belirlenmeli, kullanılan hammaddelere ya da üretim proseslerinin ortak özelliklerine göre sınıflandırılmalı ve mümkünse aynı sektörde faaliyet gösteren işletmeler bir araya toplanmalıdır (Ceylan ve Şimşek, 2021).

Bu tezde ülkemizin önemli endüstriyel kuruluşlarının ve özellikle tekstil konusunda dünyada söz sahibi birçok firmanın faaliyet gösterdiği Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde yer alan, Merkezi Atıksu Arıtma Tesisinin mevcut proseslerinin *Su Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği Tablo 19. Karışık endüstriyel atık suların alıcı ortama deşarj standartları*'nda ki parametrelere göre giderim verimleri hem proses bazında hem de tesis genelinde değerlendirilmiştir. Ayrıca bu proseslere alternatif olabilecek günümüzde kullanılan farklı proseslerle ilgili değerlendirmelere de yer verilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Organize Sanayi Bölgeleri ve Önemi

Organize Sanayi Bölgeleri mevzuatta, sanayinin uygun görülen alanlarda yapılanmasını sağlamak, çarpık sanayileşme ve çevre sorunlarını önlemek, şehirleşmeyi yönlendirmek, kaynakları rasyonel kullanmak, bilişim ve bilgi teknolojilerinden yararlanmak, sanayi türlerinin belirli bir plan sürecinde yerleştirilmesi ve geliştirilmesi maksadıyla; sınırları tasdik edilmiş arazi parçalarının imar planlarındaki değerler içinde gerekli sosyal, idari ve teknik altyapı alanlarıyla küçük imalat ve tamirat, ticaret, eğitim ve sağlık alanları, teknoloji geliştirme bölgeleri ile donatılıp planlı bir biçimde ve belirli sistemler dahilinde sanayi için tahsis edilmesiyle oluşturulan ve kanun hükümlerine göre işletilen mal ve hizmet üretim bölgeleri olarak tanımlanmaktadır (T.C. Resmi Gazete, Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu (24021 sayılı) 12.04.2000, 2.) .

19. asrın sonlarında sanayinin belirli bir plan çerçevesinde yerleştirilmesi ve geliştirilmesinin önemine bağlı olarak dünyada ilk örneğinin İngiltere’de görüldüğü OSB uygulamasına, 20. asrın başlarında başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere diğer gelişmiş devletlerce de ilk adımlar atılmıştır. İlk uygulamaların maksadı sanayicilerin altyapılı arsa ihtiyaçlarının karşılanması yolu ile bu bölgeleri inşa eden özel firmaların kazanç elde etmeleri olmuştur. İkinci Dünya savaşıyla birlikte kurulmaya başlayan dönemde OSB’ler devlet eliyle uygulanmaya başlamış ve az gelişmiş veya gelişmekte olan devletlerde küçük ve orta ölçekli fabrikaların güçlenmesi amacına hizmet eder bir durumda düzenlenmiştir (URL-2) .

Ülkemizde sanayileşmenin başlaması Cumhuriyetle birlikte hız kazanarak ekonomik kalkınmanın ve yeni kazanılan siyasi bağımsızlığın başlangıcı olarak görülmüştür. Endüstrileşme Cumhuriyetin ilk zamanlarında özel kesimin çabalarına bırakılmış ancak gerek ekonomik gücünün yetersizliği gerekse deneyim yoksunluğu sebebiyle özel kesim bu görevi beklenen şekilde yerine getirememiştir.

İlk sanayileşme çabaların ardından 1931 senesinde uygulamaya konulan “I. beş yıllık sanayi planı” etrafında sanayi alt yapısının oluşturulması faaliyetlerine başlanmıştır. I. sanayi planı döneminde tamamıyla kamu girişimciliği ön planda tutulmuş Denizcilik bankası, Etibank, Sümerbank gibi bankalar açılmıştır (URL-2).

OSB’lerin amaç ve hedefleri; sanayinin düzene sokulması, kentlerin planlı gelişmesine destek olması, birbirini tamamlayıcı ve birbirinin yan ürününü teşvik eden sanayicilerin bir arada ve bir program içerisinde üretim yapmalarıyla, üretimde verimliliğin ve kar marjının artışının sağlanması, sanayinin az gelişmiş bölgelerde geliştirilmesi, tarım alanlarının sanayide kullanımının düzenlenmesi, sağlıklı, ucuz, güvenilir bir altyapı ve ortak sosyal tesisler kurulması, birçok tesisin atıksularının ortak olarak arıtıldığı arıtma tesisleri ile çevre kirliliğinin önlenmesi, bölgelerin devlet gözetiminde, kendi organlarınca yönetiminin sağlanması adına belirlenmiştir (URL-2).

OSB’ler çok sayıda insanın bir arada çalıştığı ortamlardır. Sektörel dağılımın belirli bir alanda ağırlıklı olması çeşitli avantajlar sağlamaktadır. Bulunduğu alanın yerleşim yerlerine kolay ulaşılabilir olması personel ihtiyacının hızlı bir şekilde karşılanması kolaylaşmakta, çalışma standartlarının, sigorta, servis, yemek vb. durumlarının denetimlerle iyileşmesi sağlanmaktadır. Gelişen teknolojinin uygulamaya konulması çabuklaşmaktadır. OSB’ler poliklinik, kreş gibi sosyal imkânlarının yanında ekonomik teşviklerden de öncelikli yararlanabilmektedir.

Türkiye’de 2017 sene başı itibariyle 298 Organize Sanayi Bölgesi vardır. Bunlar aktif çalışan bölgelerdir. 1962 senesinde ilk temeli atılan OSB kuruluşları halen faaliyetlerine devam etmekte hızla büyümektedir. 1962 - 2016 yılları arasında kurulan OSB sayıları, alanları ve parsel sayıları Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Yıllara göre organize sanayi bölgelerinin fiziki boyutları.

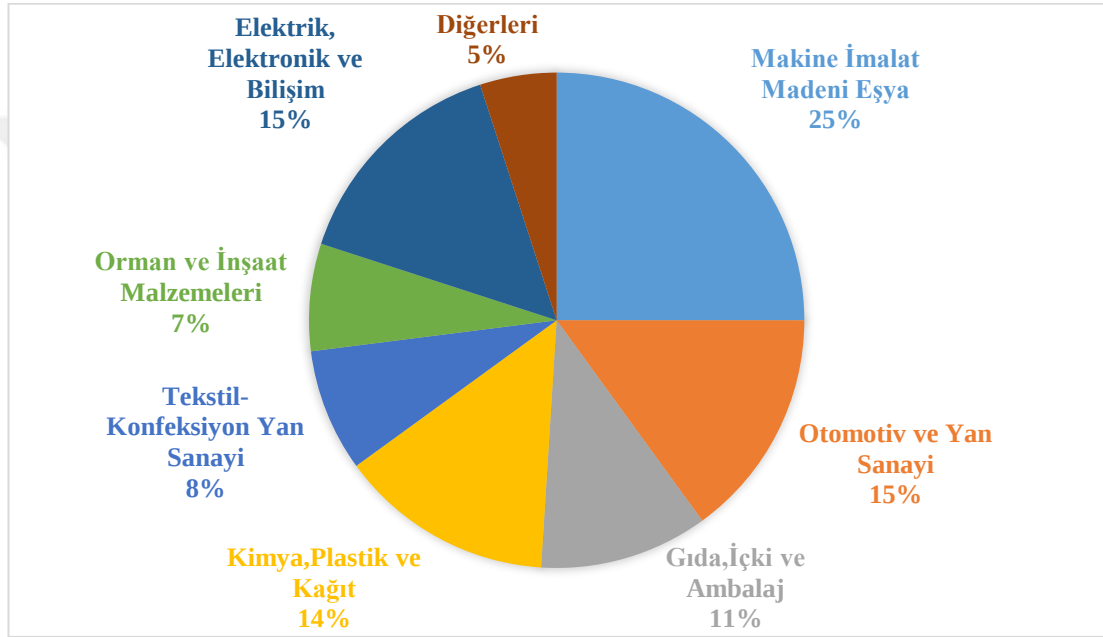
Yıllar	Adet	Alan (hektar)	Parsel sayısı
1962-1987	9	1550	1005
1988	4	1900	1077
1989	3	1100	611
1990	2	240	107
1992	6	1420	806
1993	5	1205	935
1994	6	1017	747
1995	1	150	85
1996	0	0	0
1997	5	1122	622
1998	2	456	376
1999	5	1679	318
2000	3	1080	457
2001	14	3220	1967
2002	5	993	266
2003	6	1005	606
2004	1	150	92
2005	11	1486	676
2006	9	1579	756
2007	10	1370	513
2008	16	12406	4066
2009	17	14460	4971
2010	21	3735	6917
2011	27	4074	10331
2012-2016	110	32135	11934
TOPLAM	298	89625	50241

Bölgeler itibariyle hâlihazırdaki OSB'ler incelendiğinde sektörel dağılımlar aşağıdaki gibi saptanmıştır:

Marmara Bölgesi; 84 adet OSB bulunmaktadır. Bunların arasında Türkiye’de sektörün en çok yükünü çeken Bursa (18), Kocaeli (14) ve İstanbul (8) yer almaktadır.

İhtisas OSB’lerinin dışında sektörel dağılım Şekil 2.1’deki gibidir (Bayülken, 2017).

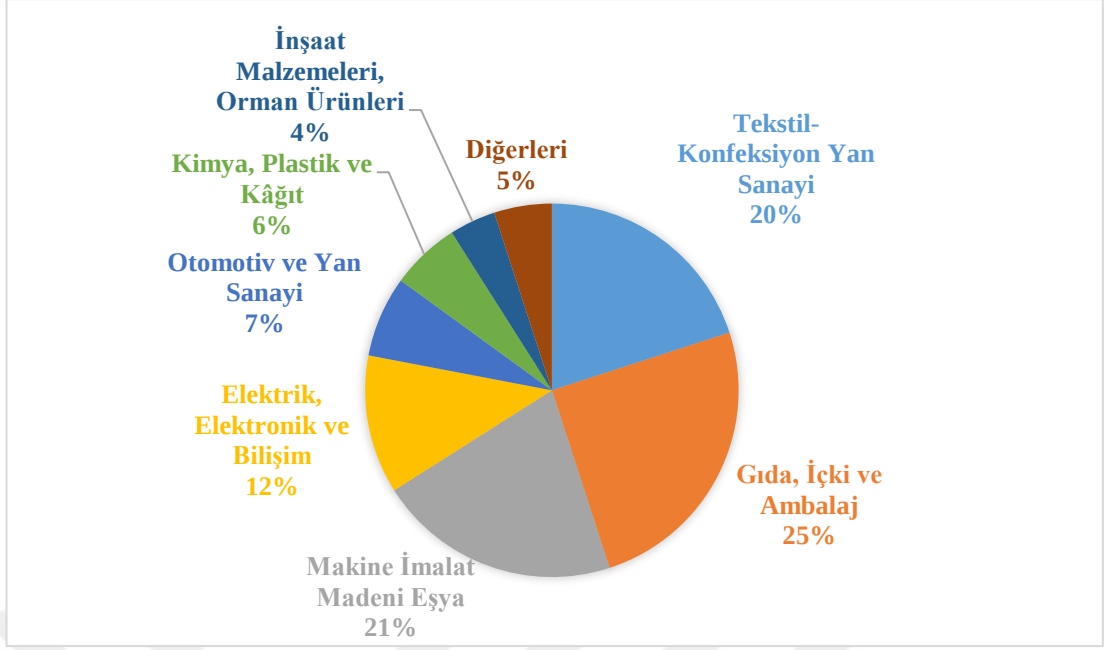
Marmara bölgesinde makine imalat, madeni eşyalar OSB’lerdeki sektörlerin dörtte birini oluşturmakta ve üretimde önemli bir rol oynamaktadır. Bölgede otomotiv ve yan sanayisi sektörü de ön plana çıkmaktadır.



Şekil 2.1. Marmara bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri.

Ege Bölgesi; bu bölgede 49 OSB bulunmakta ve İzmir (13) başta olmak üzere diğer büyükşehirlerde büyük katkı sağlamaktadır. Ege bölgesindeki OSB’lerin sektörlere göre yüzdesel dağılımı Şekil 2.2’de göstermektedir (Bayülken, 2017).

Hava şartlarının ılıman olması bitkisel çeşitliliğin fazla olduğu Ege bölgesinde gıda, içki, ambalaj sektörü diğer sektörlerle göre biraz daha gelişme göstermektedir. Ayrıca makine imalat ve tekstil sektörü pastanın büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

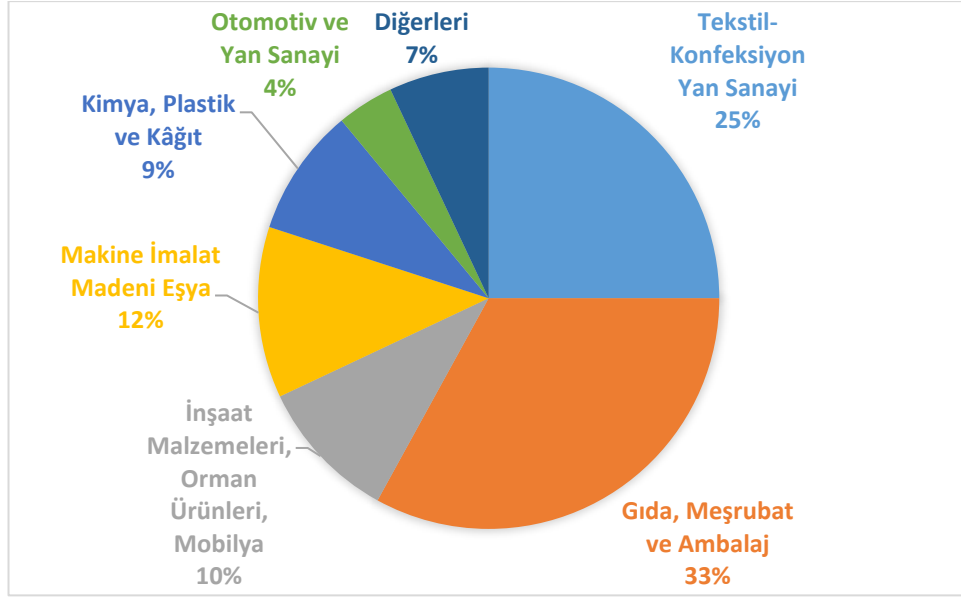


Şekil 2.2. Ege bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri.

Akdeniz Bölgesi; 26 OSB'ye sahiptir. Güneşli gün sayısının fazla olması ve turizmin gelişmiş olması ağır sanayinin belli alanlarda yoğunlaşmasını tetiklemiştir. Bu sanayi liman kenti olan Hatay (7) da yoğunluk göstermiştir. Diğer illerde sırasıyla Adana (3), Burdur (3), Isparta (3), Antalya (2), Mersin (2), Osmaniye (2) şeklindedir (Bayülken, 2017).

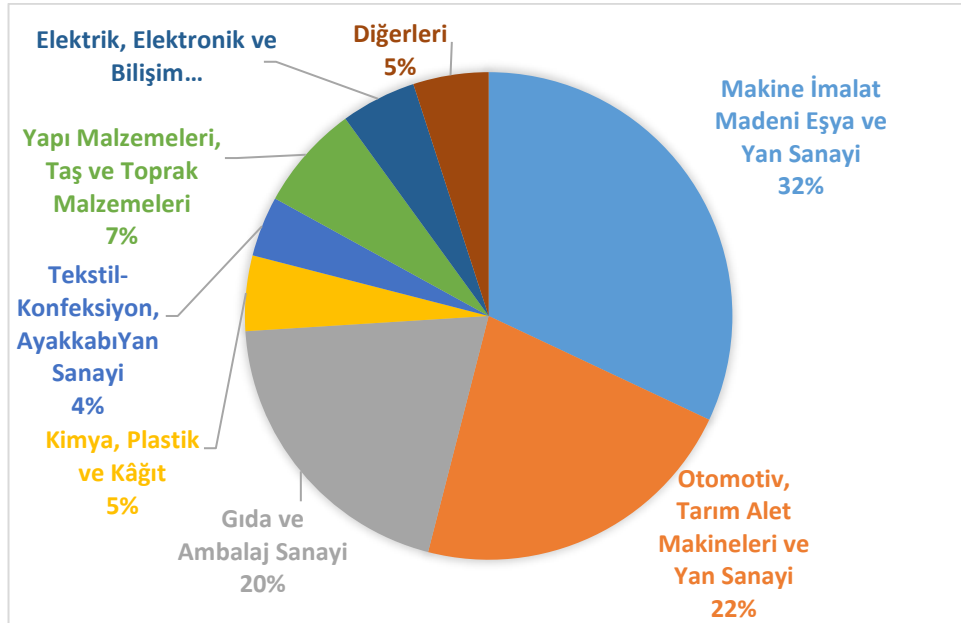
Akdeniz bölgesinde gıda, meşrubat ve ambalaj sektörleri sanayinin üçte birini oluşturmaktadır. Giyim sanayisi yetişen ham madde ile gelişme göstermiştir. Diğer sektörler fazla gelişme sağlayamamıştır.

Akdeniz bölgesi organize sanayi bölgesi sektörel yüzde dağılımları Şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Akdeniz bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri.

İç Anadolu Bölgesi; 50 OSB'ye sahip bu bölgede yükü Ankara (11) ve Konya (9) çekmektedir. Konya ve Ankara da makine imalat, tarım alet, makineleri ve yan ürünleri imalatında ülkenin ihtiyacını karşılamaktadır. İhtisas organizeler haricindeki OSB'lerde iş koluna göre dağılımı Şekil 2.4'te verilmiştir (Bayülken, 2017).

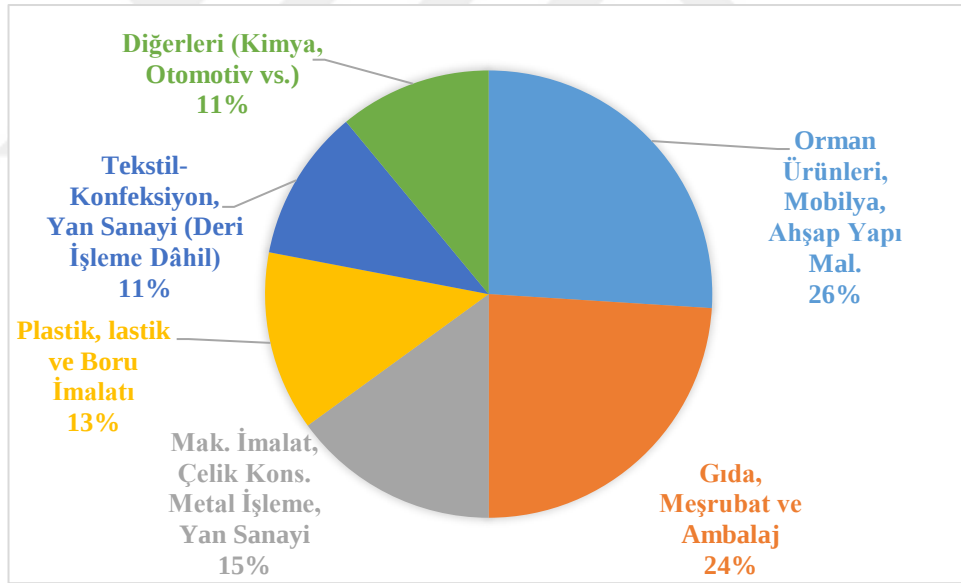


Şekil 2.4. İç Anadolu bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri.

Ankara'nın başkent olması, Konya'nın merkezi konumda ve yüz ölçümünün en fazla olan il olması tarımsal faaliyetlerin artmasına sonucunda da bölgede yetişebilen ürünlerin makineleşme ile kolay hasat edilmesi gerekliliğinden tarımsal makine sektörü gelişmiştir.

Karadeniz Bölgesi; 50 Organize Sanayi Bölgesi mevcuttur. Dağınık yerleşimin ve ani yükseltilerin olduğu bölge de sanayileşme fazla gelişme gösterememiştir. Yağışlı gün sayısının fazla olması bitki örtüsünün ormanlık alanlarla kaplı olmasında burada rol oynamıştır. Sanayileşme liman kenti olan Samsun (5) 'nun gelişmesini sağlamıştır. Diğer illerdeki OSB'ler şu şekildedir. Tokat (5), Ordu (4), Trabzon (4), Bolu (4), Kastamonu (4), Düzce (4), Amasya (3), Zonguldak (3), Giresun (2), Sinop (2), Gümüşhane (1), Bartın (1), Bayburt (1), Karabük (1) (Bayülken, 2017).

Bölgenin sanayisinin orman ürünleri, mobilya, ahşap imalatı ve gıda, meşrubat sanayisi %50'lik kısmını oluşturmaktadır (Şekil 2.5.).

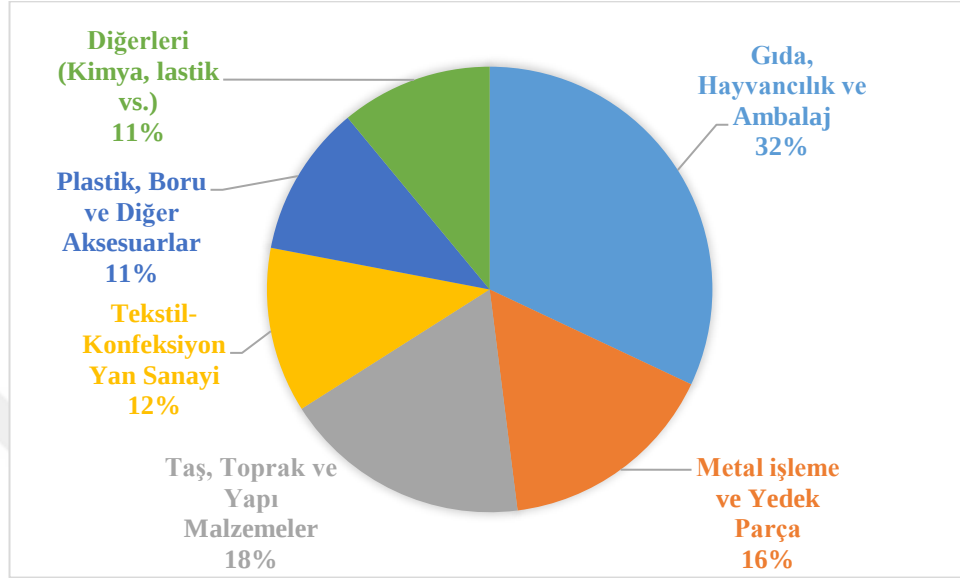


Şekil 2.5. Karadeniz bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri.

Doğu Anadolu Bölgesi; 21 OSB mevcuttur. Bunlar Malatya (4), Erzurum (3), Van (2), Bingöl (1), Kars (1), Erzincan (1), Bitlis (1), Muş (1), Elazığ (1), Iğdır (1) şeklinde dağılım göstermektedir (Bayülken, 2017).

Karasallığın hüküm sürdüğü bölge genelinde nüfus yoğunluğunun az olmasına rağmen bazı bölgelerde yoğunlaşmanın olduğu dikkat çekmektedir. Bu bölgede genel

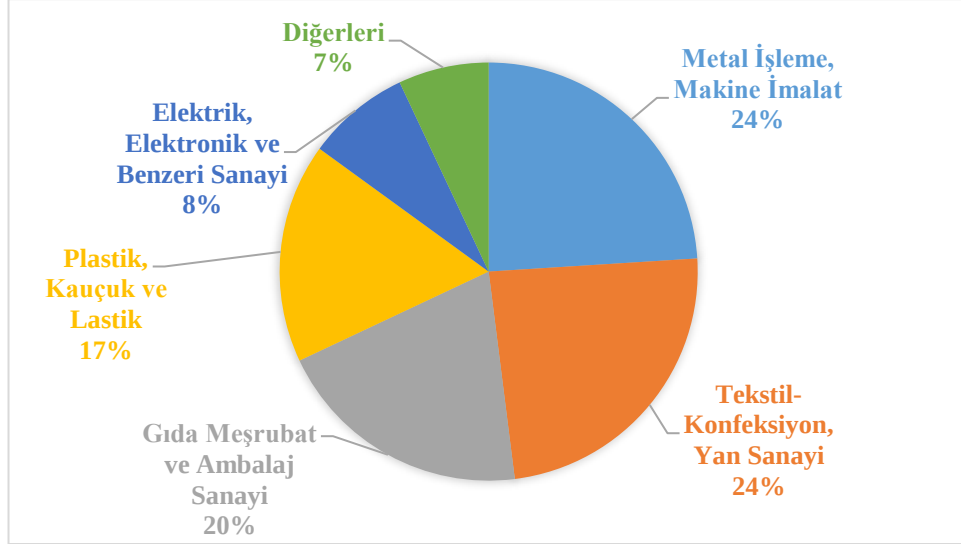
itibariyle ağır sanayinin gelişme gösteremediği gözlenmektedir. Tarım ürünlerin çeşitliliğini sıcaklık ortalamasının düşük olması, karlı gün sayısının fazla olması olumsuz etkilemektedir. Sanayi sektörü hayvancılık, taş, toprak ve yapı malzemeleri konularında gelişme sağlamıştır (Şekil 2.6.).



Şekil 2.6. Doğu Anadolu bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi; 20 adet Organize Sanayi Bölgesi faaliyettedir. Gaziantep (4), Şanlıurfa (4), Adıyaman (4), Kahramanmaraş (3), Kilis (2), Diyarbakır (2), Mardin (2), Batman (1) olarak dağılmıştır (Bayülken, 2017).

Yükseltinin düşük olduğu, ılıman ve sıcaklık değerlerin yüksek olması, Fırat ve Dicle gibi önemli akarsuların bölgeden geçmesi tarımsal çeşitliği arttırmaktadır. Bu bağlamda tekstil sektörü, gıda meşrubat sanayisi bu durumdan etkilenmiştir, ayrıca metal sektöründe de gelişme sağlanmıştır (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Güneydoğu Anadolu bölgesi sektörel dağılım yüzdeleri.

2.2 Denizli Organize Sanayi Bölgesi

Denizli Organize Sanayi Bölgesi, Denizli'ye 18. km mesafede Denizli – Ankara karayolu üzerinde yaklaşık 5.179.480 m² büyüklüğünde bir alanda bulunmaktadır. Bölgede büyüklükleri 5.000 m² ile 110.000 m² arasında değişen tekstil ağırlıklı diğer sektörlerinde bulunduğu toplam 213 adet sanayi parseli ile ülke ekonomisine katkıda bulunmaktadır.

Denizli sanayi odası'nın mali ve hukuki sorumluluğunda kurulan Organize Sanayi Bölgesinin kamulaştırılması, Arsa Ofisi Genel Müdürlüğü tarafından yapılan 3 milyon m²'lik bir alanı kaplamaktadır. 1996 yılında bölgenin güneyinde yer alan 641.216 m²'lik bir alan istimlak edilmiş ve toplam alan 3.641.216 m²'ye çıkmış ve parsel sayısı 159'a yükselmiştir.

İmar planı ve istimlak çalışmalarına 2003 yılında başlanmış ve bölgenin güneyinde kalan TEİAŞ'tan itibaren Honaz ilçesine giden yolun sağında ve solunda kalan tahmini 70 dönümlük bir bölümde ek OSB ve düzenleme imar planı T.C. Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nca 13.09.2005 tarihinde müsaade edilmiştir. Böylece 4.360.000 m²'lik alanda 184 sanayi parseline ulaşılmıştır. 2020 yılında yeni OSB, bölge sınırlarına karışarak toplam alan 5.179.480 m²'ye ulaşmış, parsel sayısı 213 olmuş ve biraz daha genişlemiştir.

Altyapı, kanalizasyon ve su alma yapılarının inşasına 1985 senesinde başlanılmış ve 1988'de bitirilmiştir. 18 Mayıs 1990 tarihinde ise altyapı inşaatlarının kesin kabulü

olmuştur. Tarıma elverişsiz ve endüstriyel yerleşim için uygun bir yer olarak seçilen bölgede, tüm altyapı çalışmaları (yol, kanalizasyon, içme ve kullanma suyu, yağmur suyu drenajı ve elektrik şebekesi) tamamlanmıştır. 1993 yılında başlanan 16 km. beton asfaltlama işlemi aynı sene içerisinde tamamlanmış ve kullanıma açılmıştır.

Kullanma suyu, bölgeye 7 km. uzaklıkta bulunan Kızılyer- Kocabaş mahalleleri arasındaki havzadan karşılanmakta ve cazibe ile ulaşmaktadır.

Organize Sanayi Bölgesinin kullanma suyu ihtiyacını karşılayan 66.300 m²'lik parsel satın alınmıştır. Kullanım hakkı bölgeye verilmiş ve çevresi tel çit ile çevrilerek güvenli hale getirilmiştir.

Kullanma suyunun özellikle sıcak yaz aylarında ihtiyacı karşılamaması neticesinde bölgenin içinde muhtelif yerlerde 7 tane, kaptaj mahallinde ise 3 tane olmak üzere toplam 10 tane sondaj yapılarak su kuyusu açılmıştır. Günümüzde su deposu ve açılan sondaj kuyularıyla beraber toplam 420 lt/sn'lik kullanma suyu OSB şebekesine verilmektedir.

Kaptaj mahallinde açılan su kuyularının elektrik ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla 700 metre uzunluğunda enerji nakil hattı tesis edilmiş ve 160 KVA'lık direk tipi trafo kurularak su pompaj bölümüne enerji sağlanmaktadır.

DOSB'de aktif halde olan tesislerin bugün için kurulu elektrik gücü 205 MW ve tüketilen fiili güç ise 80 MW'dir. Organize Sanayi Bölgede alçak ve yüksek gerilim enerji nakil hatları parsellerin arka sınırlarını takip ederek yayılmakta, tesislerin kuruluş sırasında gerekli alçak gerilim ihtiyacı karşılandıktan sonra her kuruluş, kendi tekniği ve ihtiyacına göre 31,5 KV'lık kendi enerji transformatör merkezini yapmak suretiyle enerjiyi kullanmaktadır.

Organize Sanayi Bölgesinde bütün parsellerin önünden yağmursuyu drenaj şebekesi, kullanma suyu, kanalizasyon, doğalgaz ve içme suyu şebekesi, kablolu iletişim şebekesi geçmektedir.

Bölgenin toplam yüzölçümü 5.179.480 m², sanayi parseli alanı 3.838.480 m², Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi alanı 28.836 m²'dir. Geri kalan 1.312.164 m² alan ise yol, yeşil alan, park ve sosyal tesislerden oluşmaktadır (URL-5) .

Denizli OSB'nin yerleşimi Çizelge 2.2'de verilmiştir.

Çizelge 2.2. Denizli organize sanayi bölgesi yerleşimi.

BÖLGE BÜYÜKLÜĞÜ	SANAYİ PARSELİ OLARAK PLANLANAN ALAN BÜYÜKLÜĞÜ	BÖLGE PARSEL SAYISI	TAHSİSİ YAPILAN PARSELLERİN		BOŞ PARSEL LERİN		TAHSİS EDİLEN PARSELLER İLE İLGİLİ BİLGİLER				İŞYERİ AÇMA ÇALIŞMA RUHSATI ALAN FİRMA SAYISI	ÜRETİME GEÇEN TESİSLERDE ÇALIŞAN İŞÇİ SAYISI
			SAYISI	BÜYÜKLÜĞÜ	SAYISI	BÜYÜKLÜĞÜ	ÜRETİME GEÇEN	İNŞAAT HALİNDE	PROJE SAHASI	TOPLAM PARSEL SAYISI		
555	503	215	214	502,3	1	0,7	178	2	35	215	155	24.480

Denizli Organize Sanayi Bölgesinin sektörel bazdaki firma sayıları ve yaptıkları işler incelenmiş ve gerekli bilgiler Çizelge 2.3'te verilmiştir.

Çizelge 2.3. Denizli organize sanayi sektörel dağılımı.

SEKTÖR ADI	ÜRETİMDEKİ PARSEL SAYISI	FABRİKA SAYISI	İSTİHDAM SAYISI
Gıda ürünleri üretimi	3	3	90
Tekstil ürünleri üretimi	123	123	20093
Giyim eşyaları üretimi	1	1	10
Deri ile ilgili ürünlerin üretimi	1	1	41
Kâğıt ve kâğıt ürünleri üretimi	3	3	320
Kimyasalların ve kimyasal ürünlerin üretimi	3	3	40
Kauçuk ve plastik ürünlerin üretimi	2	2	18
Diğer metal olmayan ürünlerin üretimi	16	16	2149
Ana metal sanayi	3	3	405
Fabrikasyon metal ürünleri üretimi	7	7	382
Başka yerde sınıflandırılmamış makine ve ekipman üretimi	5	5	49
Diğer ulaşım araçları üretimi	1	1	33
Diğer üretimler	10	10	1220
Toplam	178	178	24850

2.3 Endüstriyel Nitelikli Atıksular ve Özellikleri

Atıksular miktarları, içerikleri ve kaynaklarına göre değişim göstermektedir. Günümüzde bu özelliklerine bağlı olarak birçok sınıflandırma yapılmasına rağmen kaynaklarına göre evsel ve endüstriyel atıksular olarak gruplandırabiliriz.

Evsel atıksularda koloidal, askıda ve çözünmüş halde inorganik ve organik maddeler bulunur. İklimsel değişiklikler, insanların yaşam standartları ve alışkanlıklar atıksu özelliğini oldukça fazla değiştirmektedir. Kentlerin kanalizasyon şebekesine endüstriyel atıksuların kabulü, mevcut evsel atıksu özelliklerini büyük nispette değişmesine sebep olmaktadır (Öztürk vd., 2005).

Evsel bir atıksuyun çözünmüş kısmının yaklaşık %40'ı ile askıda maddelerin %75'i organikdir (Sarı, 2005).

İnsanların yaşamsal faaliyetlerini sürdürmek için kurmuş oldukları atölye, işletme, fabrika vb. yerlerde kullandıkları proses suyu, soğutma suyu, yıkama suyu vb. suların bütünü endüstriyel atıksu olarak tanımlanmaktadır.

Endüstriyel faaliyetler, bir ürünün imal edilmesinden atık haline gelmiş ürünlerin geri dönüşümü veya geri kazanımına kadar geniş bir yelpazeyi ifade etmektedir. Endüstriyel atıksular evsel atıksulara oranla daha kirli olabilmekte ve daha fazla kirletici madde içerebilmektedir. Doğal olarak atıksu içerisindeki kirlilik parametrelerinin artması suyun arıtılması için gerekli olan işlem basamaklarını arttırmaktadır (Çiğdem, 2019).

Evsel atık sular ticari işletmelerden, kurumlardan, evlerden vb. binalardan boşaltılan atık sulardır. Bu sular özellikle insan ve hayvan dışkısı ve idrarı ile gri su denilen banyo, lavabo ve yıkamadan gelen ve çözünebilir, çözünemeyen maddeler içeren sulardır. Bakteri, virüs gibi birçok patojeni içlerinde bulundurabilirler. Bu atıksuların doğal su kaynaklarının kirlenmesini engelleyecek ve insan sağlığını riske atmayacak şekilde arıtılması gerekir. Evsel atık suların arıtılmasında uzun zamandır biyolojik, fiziksel ve bazen de kimyasal arıtma sistemleri uygulanmaktadır (Yıldırım, 2016).

Kentsel atıksular genellikle evsel, endüstriyel ve yağmur sularının karışımı ile oluşan sular olarak sınıflandırılabilir. Şehirlerde artan insan sayısı ve ticaret faaliyetleri

kentlerde kullanılan suların kirlenmesinin en büyük nedenlerindendir. Sürdürülebilir bir kalkınma için kirliliği kontrol edilebilir bir çevre olması gerekmektedir (Köymen, 2019).

Endüstriyel atıksular; organik ve inorganik malzemelerin işlenmesi sonucunda proseslerden oluşmaktadır. Bu oluşum sektörel bazda ilaç, kâğıt, tekstil, zeytin işleme, süt işleme, petrokimya, deri endüstrisi, metal endüstrisi gibi geniş bir ağı sahiptir. Bu nedenle atıksu içerisinde sektörel olarak farklı karakterde su ile karşılaşmaktadır. Karma sektörlerin fazlalaşması arıtma tesislerine ekstra yük getirmektedir. Verimli arıtım için birbirine yakın sektörlerin aynı bölgede yoğunlaşması bir avantaj olarak görünmektedir.

Atıksuların karakteristik özelliklerini belirlemede sıklıkla kullanılan bazı parametreler vardır. Bunlardan katı madde, sıcaklık ve renktir fiziksel parametrelerdir. Kimyasal parametreler ise şu şekildedir. KOİ, evsel ve endüstriyel atık sularda organik kirlilik derecelerinin belirlenmesinde kullanılan en önemli parametrelerden birisi KOİ'dir. pH; atık sulardaki hidrojen iyonu konsantrasyonu parametresidir. Alkalinite; atık suda alkalinite sodyum, potasyum, magnezyum, kalsiyum gibi elementlerin karbonat, bikarbonat ve hidroksitlerin varlığından oluşmaktadır. Ağır metaller ve zehirli bileşikler; bakır, kadmiyum, nikel, çinko, kurşun, krom ve cıva gibi ağır metallerin ve reaksiyonlarla oluşturdukları bileşikler canlı organizmalar için oldukça toksiktir. Çözünmüş oksijen; aerobik mikroorganizmaların ve başka aerobik canlıların yaşamsal faaliyetleri için gerekli özelliklerdendir (Yazıcı, 2016).

3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde, Denizli Organize Sanayi Bölgesi Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi yetkililerinden edinilen bilgi ve belgelerden faydalanılarak tesiste yer alan proseslerin özellikleri, işleyişi ve yapılan analizler hakkında bilgiler verilmiştir.

3.1 Denizli Organize Sanayi Bölgesi Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi

Denizli Organize Sanayi Bölgesi Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi; 28.836 m² yüzölçümlü alan üzerinde, 910 m² kapalı, 16.450 m² açık alanda yer almaktadır. İşletme; endüstriyel ve evsel nitelikli atıksuların arıtılması konularında faaliyet göstermektedir. OSB’ sinde kurulan arıtma tesisinin amacı, bölgede yer alan sanayi kuruluşlarından kaynaklanan evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuların arıtılarak, su kirliliği kontrolü yönetmeliği standartlarında alıcı ortam olan kuru dere yatağına deşarj edilmesini sağlamaktır.

OSB Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi yapımı 20 Ocak 1997 tarihinde başlamış 01.01.1998’de işletmeye alınmıştır. Arıtma tesisi havuzlarının yüzeyleri epoksi boya ile kaplanmıştır.

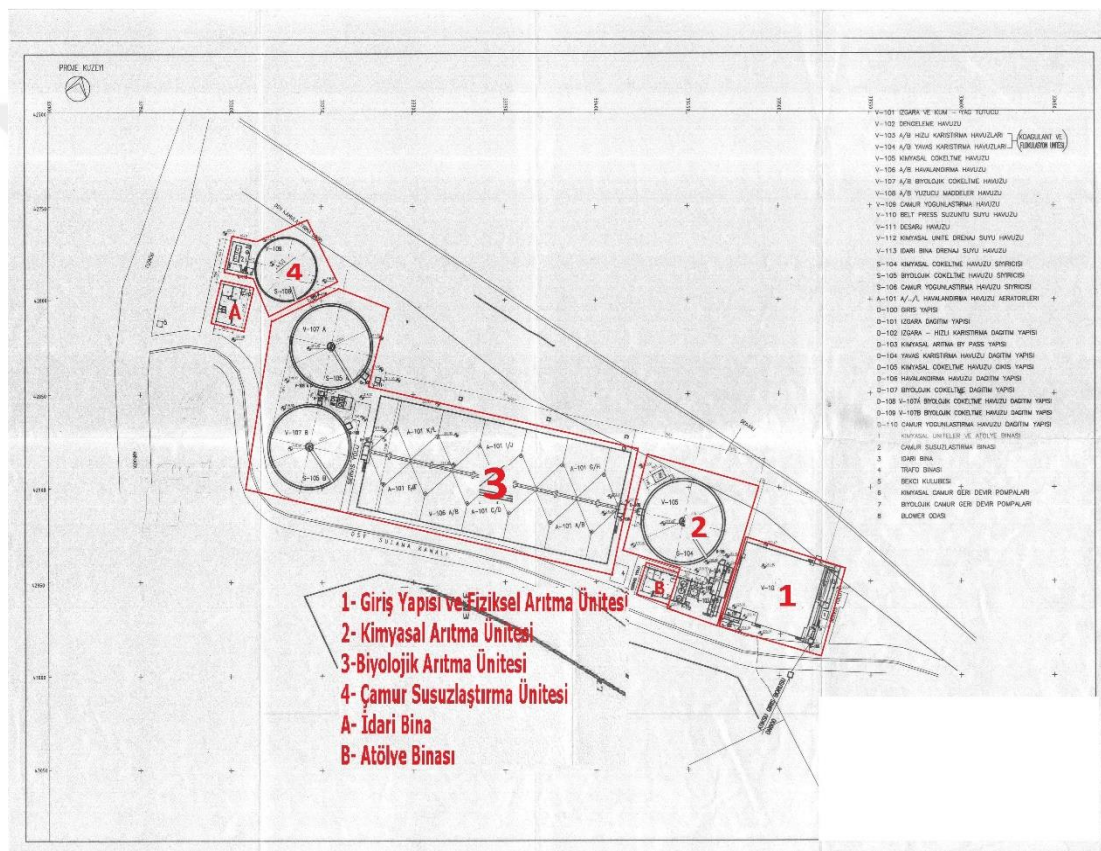
Bölgede kurulan Merkezi Atıksu Arıtma Tesisinin kapasitesi 42.000 m³/gündür.

Arıtma tesisinde işletme sonucu açığa çıkan arıtma çamurları, burgu pres’te katyonik polimer ve kireçle susuzlaştırılarak ilgili yönetmeliklere uygun olarak bertaraf edilmektedir.

Çevre izin ve lisans yönetmeliği kapsamında arıtma tesisimizin “geçici faaliyet belgesi” ile arıtılmış atıksu deşarj konulu “çevre izin belgesi” alınmıştır. Çevre izin belgesi, 23.10.2018 tarihinde yenilenmiş olup 23.10.2023 tarihine kadar geçerlidir.

Denizli OSB Merkezi Atıksu Arıtma Tesisinin işletme giderleri ile ilgili bütün çalışmalar 42.000 m³/gün atıksu debisine göre hesaplanmıştır. Birim arıtım maliyeti proseslere göre yaklaşık 0,23 USD/m³ gün ile 0,15 USD/m³ gün arasında değişmektedir (URL-4).

Arıtma tesisinin yerleşimi planlanırken arıtma tesisinin coğrafi konumu, kaç tane arıtma tesisi yapılacağı, eni, boyu, çapı, yüksekliği belirlenen ünitelerin ve makine ekipmanları ile iletim hatlarının ve kanallarının ne şekilde yerleştirileceğine karar verilmiştir. Bu kapsamda idari bina, işletme binalarının konumu, tesis içindeki yollar, yeşil sahalara ve yardımcı tesisler düşünülerek uygulamalar değerlendirilmiştir.



OSB Müdürlüğü Merkezi Atıksu Arıtma Tesisi, fiziksel, kimyasal, biyolojik arıtma ve çamur susuzlaştırma bölümlerinden oluşmaktadır (Şekil 3.1.). Fiziksel arıtma ünitesi, giriş yapısı, kaba ızgara, parshal savağı, kum ve yağ tutucu, dengeleme havuzu ve ince ızgara bölümlerinden oluşmaktadır. Kimyasal arıtma ünitesi, nötralizasyon, hızlı ve yavaş karıştırma havuzları, kimyasal çöktürme havuzu ve kimyasal çamur pompaları bölümlerinden oluşmaktadır. Biyolojik arıtma ünitesi, havalandırma havuzu, terfi pompaları, biyolojik çöktürme havuzu ve geri devir

bölümlerinden oluşmaktadır. Çamur susuzlaştırma ünitesi, çamur yoğunlaştırma havuzu, çamur ve polimer pompaları ve burgu pres bölümlerinden oluşmaktadır.

OSB'nin üstten görünüşü Şekil 3.2'de, idari bina Şekil 3.3'te verilmiştir.



Şekil 3.2. Organize sanayi bölgesi üstten görünüşü.



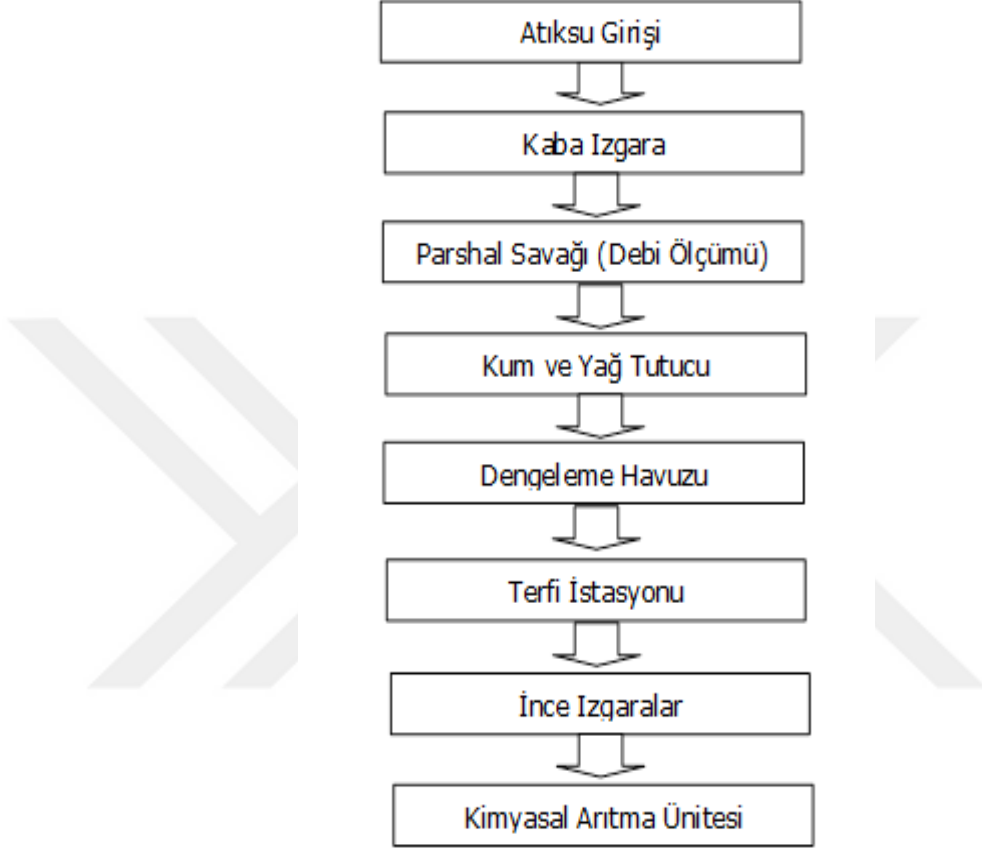
Şekil 3.3. Arıtma tesisi idari binası.

Çizelge 3.1. Organize sanayi bölge müdürlüğü merkezi atıksu arıtma tesisi tasarım değerleri.

PARAMETRE	BİRİM	MİKTAR
Atıksu Debisi	m ³ /gün	42.000
	m ³ /h	1.750
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	1.500
	kg/gün	63.000
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	mg/L	350
	kg/gün	14.700
BOİ ₅ Eşdeğer Nüfus (EN)	Kişi	250.000
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	1.500
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅)	mg/L	350
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	320
Yağ ve Gres	mg/L	60
Toplam Fosfor	mg/L	7
Toplam Krom	mg/L	1
Krom (Cr ⁺⁶)	mg/L	0,5
Kurşun (Pb)	mg/L	1
Toplam Siyanür (CN ⁻)	mg/L	0,5
Kadmiyum (Cd)	mg/L	0,1
Demir (Fe)	mg/L	5
Florür (F ⁻)	mg/L	5
Bakır (Cu)	mg/L	15
Çinko (Zn)	mg/L	3
Civa (Hg)	mg/L	0,10
Sülfat (SO ₄)	mg/L	2.000
Toplam Azot	mg/L	40
Balık Biyodeneyi (ZSF)	---	---
Sıcaklık	°C	40
pH	---	8,5-10,5

3.2 Fiziksel Arıtma Ünitesi

Fiziksel arıtma ünitesi, işletmede 1.910 m² alanda (60 m² kapalı 1.850 m² açık alan) yer almaktadır. Bu ünite de fiziksel arıtma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Fiziksel arıtma akım şeması Şekil 3.4’te verilmiştir.



Şekil 3.4. Fiziksel arıtma ünitesi akım şeması.

3.2.1 Atıksu girişi ve su alma yapısı

OSB işletmelerinden gelen endüstriyel ve evsel nitelikli atıksular kanalizasyonun birleştiği en alt noktadan arıtma tesisi giriş yapısına cazibe ile doğal akış sağlanmaktadır. Denizli Organize Sanayi Bölgesi Merkezi Atıksu Arıtma Tesisine gelen atıksu, elektrik tasarrufu yapmak amacıyla ayırık sistem (yağmur ve atıksu ayrı) kanalizasyon hattından arıtmaya alınmaktadır. Tesiste terfi pompa bölümü yoktur (URL-4).

3.2.2 Otomatik temizlemeli kaba ızgara ve debi ölçüm kanalı

Bu ızgara ile atıksuyun içinde kalan bölge naylon, iplik, kâğıt, elyaf vb. katı tanelerin arıtma ünitelerinde tıkanma gibi sorunlara yol açmaması, ince ızgaraların korunması ve kaba malzemelerin uzaklaştırılması için 3 cm çubuk aralıklı, otomatik temizlemeli kaba ızgara takılmıştır. Izgaranın önünde ve arkasında bulunan seviye ölçerler su seviyesini ölçerek ayarlanan fark değerinin üzerine ulaştığında ızgaranın motorunu çalıştırarak temizleme işlemi başlamaktadır. Bunun takibinde yer alan debi ölçüm kanalında ultrasonik debimetre ile tesise giren atıksu debisini ölçülmektedir (URL-4).

Organize Sanayi Bölgesi Merkezi Atıksu Arıtma Tesisine ilk suyun giriş yapısı ve kaba ızgara Şekil 3.5’te, Parshal savağı ve debimetre ise Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.5. Giriş yapısı ve kaba ızgara.



Şekil 3.6. Parshal savağı ve debimetre.

3.2.3 Kum ve yağ tutucu

Kum ve yağ tutucu, kanalizasyon sistemi ile taşınabilecek yağ-gres, kum ile diğer yüzücü maddelerin atıksudan ayrılması için yapılmıştır. Atıksu içerisindeki kum uygun seçilmiş hazne genişliği boyunca tabana çökecek, yağ-gres ise tabandan verilen hava ile su yüzeyinde toplanmaktadır. Hareketli bir köprüdeki pompa ile kum haznesi tabanından çekilen kum bir siklondan geçirilerek katı sıvı ayrımı gerçekleştirilmekte ve konteynere alınarak götürülmektedir. Yüzücü maddeler ise; yine köprüdeki sıyırıcıyla yağ çukurlarına dökülerek uzaklaştırılmaktadır (URL-4).

3.2.4 Dengeleme havuzu

Kum ve yağ tutucu bölümünden geçen atıksular, dört saat bekleyeceği ve 7.000 m³ büyüklüğünde, kare şeklinde dengeleme havuzuna geçmektedir. Bu havuzda çökelmeleri engellemek ve homojen olması amacıyla üç tane dalgıç karıştırıcı yerleştirilmiştir (URL-4).

3.2.5 Terfi istasyonu

Terfi istasyonundaki pompalar (2 aktif, 1 yedek, her biri 1.050 m³/saat gücünde) dengeleme havuzu içerisinde. Dengeleme havuzunda bulunan ultrasonik, 4-20 mA sinyal çıkışlı, seviye ölçer terfi pompalarının devreye girip çıkmalarını gerçekleştirmektedir. Dengeleme havuzunda su seviyesi yükseldiğinde ikinci pompa otomatik olarak devreye almaktadır (URL-4) .

3.2.6 İnce ızgaralar

Atıksuda bulunan elyaf gibi küçük boyutlu ve arıtmanın yükünü artıran katı maddeler, 1 mm elek aralığı bulunan ince ızgaralar ile tutulmaktadır. Böylece, atıksudaki askıda katı maddelerin tutulmasıyla, tesisin ileriki aşamalarında ekipmanlara zarar verebilecek maddeler ayrılarak AKM'den kaynaklanan kirliliğin arıtılması ve hızlı-yavaş karıştırma ünitesinde kullanılacak olan kimyasal maddelerin miktarında azalma sağlamaktadır. İnce ızgaradan çıkan katı maddeler yedekli olarak tesis edilen konteynerde toplanarak bertaraf tesisine taşınmaktadır (URL-4).

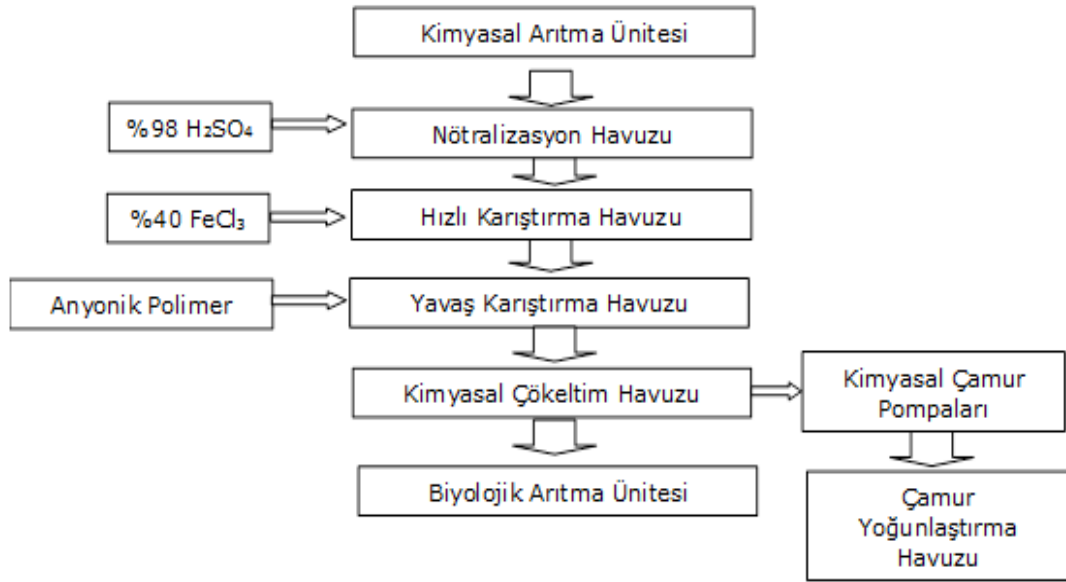
Tambur ince ızgaralar Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Tambur ince ızgaralar.

3.3 Kimyasal Arıtma Ünitesi

Kimyasal arıtma, atıksularda kirliliğe neden olan çözünmüş, koloidal ve askıdaki maddelerin uzaklaştırılmasını hızlandırmak amacıyla, çeşitli kimyasal reaksiyonlardan faydanılması temeline dayanan bir metottur. Kimyasal arıtma ünitesi, işletmede 2.400 m² alanda (400 m² kapalı 2.000 m² açık alan) yer almaktadır. Bu ünite kimyasal arıtma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Kimyasal arıtma ünitesi akım şeması Şekil 3.8’te verilmiştir. Biyolojik arıtmanın yeterli olduğu ve mevzuatta belirtilen sınır değerlere ulaşıldığı durumlarda kimyasal arıtma ünitesinde yalnızca nötralizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir.



Şekil 3.8. Kimyasal arıtma ünitesi akım şeması.

3.3.1 Nötralizasyon

İnce ızgaradan iletilen atıksu pH ayarlaması amacıyla nötralizasyon havuzuna alınmaktadır. Burada kimyasal arıtmaya uygun pH aralığını sağlayabilmek için atıksuya—dozaj pompasıyla asit (%98’lik H₂SO₄) dozlanmaktadır. Nötralizasyon havuzunda istenilen pH seviyesine getirilen atıksu hızlı karıştırma ünitesine gider. Denizli OSB içerisindeki işletmelerin üretim proseslerine ve sipariş modülüne bağlı olarak asit tüketimi aylık 40 – 60 ton arasında değişmektedir.

3.3.2 Koagölasyon

Hızlı karıştırma havuzunda, suya kireç ve %40'lık Fe_3Cl dozajlanarak kimyasalların suya eşit karışması sağlanır. 1 litre atıksu için 0,6 ml %20'lik FeCl_3 dozajlanmaktadır. Arıtma tesisimizde ortalama aylık 360 ton FeCl_3 , günlük 120 kilogram toz kireç kullanılmaktadır (URL - 4).

Koagölasyon kimyasal bir proses, kararsız haldeki negatif yüklü kolloidlerin kimyasal eklenmesiyle nötrale olmasıdır. Bu kimyasallara koagölant denir ve yüksek değeriği sahip katyonik tuzlardır.

3.3.3 Flokülasyon

Hızlı karıştırmadan sonra atıksu; floklaşmanın oluştğı yavaş karıştırma havuzuna geçer.

Flokülasyon kararsız haldeki parçacıkların topaklaştırılarak flok olarak bilinen büyük boyutlu parçacıkların oluşturulmasıdır. Floklar sedimantasyon ve flotasyonla etkili bir şekilde uzaklaştırılabilir. Yavaş karıştırma veya flokülasyon kararsız kolloid kümelerinin oluşmasına yol açar. Topaklaşmanın artırılması için başka bir metot, organik polimer eklenmesidir.

İki kademeli olarak yapılan flokülasyon havuzunda yavaş ve daha yavaş olarak belli bir hız gradyanı sağlanarak karıştırılan atıksu içinde floklaşma gerçekleştirilmektedir. Son kademeye verilen anyonik polielektrolit ile floklar irileştirilerek çökelmeye hazır duruma gelir. 1 litre atıksu için 1/1000'lik Anyonik polimer çözeltisinden 1 ml dozlanmaktadır. Arıtma tesisine günlük 42.000 m³ atıksu gelmesi durumunda 42 kg/gün anyonik polimer sarfıyatı oluşmaktadır.

Yavaş karıştırma havuzunun ilk aşamasında atıksuya anyonik polielektrolit dozlanarak flokların birbirine yaklaşması gerçekleşir. Yavaş karıştırma havuzunda çökebilir boyuta ulaşan floklar kimyasal çöktürme havuzuna gönderilir (URL-4) .

Kimyasal arıtma ünitesi hızlı karıştırıcılar Şekil 3.9'da gösterilmiştir.



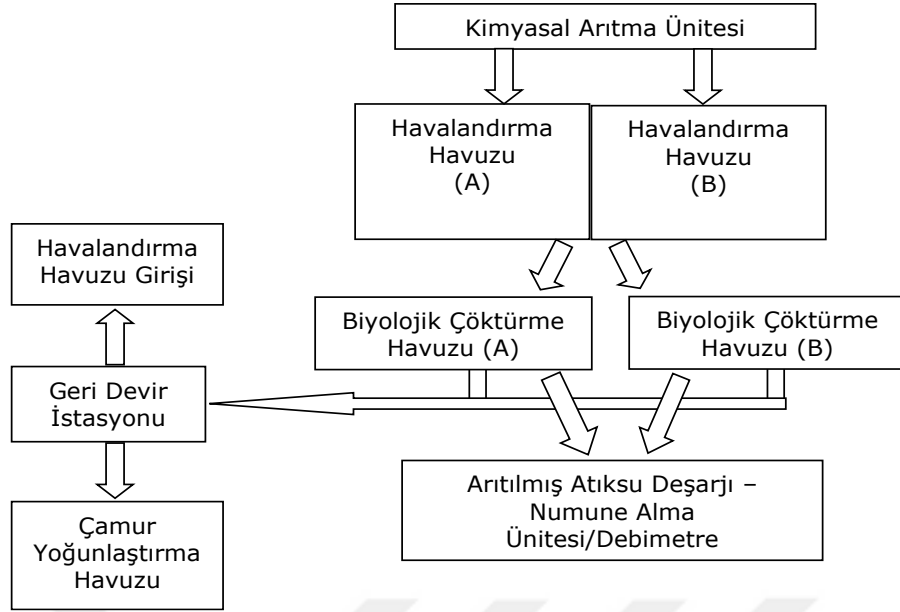
Şekil 3.9. Hızlı karıştırıcılar.

3.3.4 Kimyasal çöktürme havuzu

Çökmeye hazır hale gelen floklar 42 metre çapında 3.750 m³ hacminde dairesel radyal akışlı çöktürme havuzunda çöktürülmektedir. Tabandaki çamurlar, döner bir köprüye takılmış sıyrıcılarla tabandan sıyrılarak merkezde birikmekte ve pompalar vasıtası ile çamur yoğunlaştırma havuzuna basılmaktadır.

3.4 Biyolojik Arıtma Ünitesi

Biyolojik arıtma ünitesi, 11.700 m² (100 m² kapalı 11.600 m² açık alan) alan kaplamaktadır. Bu ünite de biyolojik arıtma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Biyolojik arıtma ünitesi akım şeması Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10. Biyolojik arıtma ünitesi akım şeması.

3.4.1 Havalandırma havuzu

Dikdörtgen kesitli bir yapıya sahip iki gözlü olan havalandırma havuzu 140m x 60m x 5m ebatlarında, 42.000 m³ hacminde. Havalandırma havuzunda aerobik mikroorganizmaların yardımı ile organik maddelerin CO₂ ve H₂O'ya dönüşmesi gerçekleşir. Bu proses için gerekli olan oksijen; oksijen ölçüm cihazı ile kumanda edilen yüzeysel tip dubalı aeratörlerle (havalandırıcılar) karşılanır (Şekil 3.11.).



Şekil 3.11. Havalandırma havuzu.

3.4.2 Biyolojik Çöktürme Havuzu

Çökeltim havuzları 42 metre çapında, 4.100 m³ hacminde dairesel radyal akışlıdır. Aktif çamur, tabana yerçekimi etkisi ile kendiliğinden çökerek ayrılır. Döner bir köprüye birlikte hareket eden sıyrıcılarla tabandan sıyrılan çamur, merkezde çamur haznesine alınır ve buradan pompalarla çekilerek havalandırma havuzlarında aktif çamur konsantrasyonunu istenilen değerde tutmak için büyük kısmı (%85-95) geri devir ettirilir. Kalan çamur ise çamur yoğunlaştırma havuzuna pompalanmaktadır. Döner köprüdeki yüzey sıyrıcı ile yüzücü maddeler bir havuzda biriktirilerek, pompayla çamur yoğunlaştırma havuzuna iletilmektedir. Çökeltim havuzundan savaklanan arıtılmış su Sürekli Atıksu İzleme Sistemi (SAİS) ünitesine geçişi sağlanmaktadır (URL-4).

Şekil 3.12’de biyolojik çöktürme havuzu görülmektedir.



Şekil 3.12. Biyolojik çöktürme havuzu.

3.5 Arıtılmış Deşarj Suyu, Deşarj Noktası ve Sürekli Atıksu İzleme Sistemi (Sais) Ünitesi

Arıtma Tesisinde son çökeltim havuzlarından deşarj edilen sular son deşarj öncesi toplama haznesinde toplanmaktadır. Sürekli Atıksu İzleme Sistemi (SAİS) istasyonu kurulması zorunluluğu gelmiştir. Buna istinaden arıtma tesisinin çıkış noktasına; “SAİS” kurularak; Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), çözülmüş oksijen, debi,

iletkenlik, Askıda Katı Madde (AKM), sıcaklık, pH parametreleri, çevrimiçi olarak Bakanlık API ağına devamlı iletilmektedir (Şekil 3.13.).

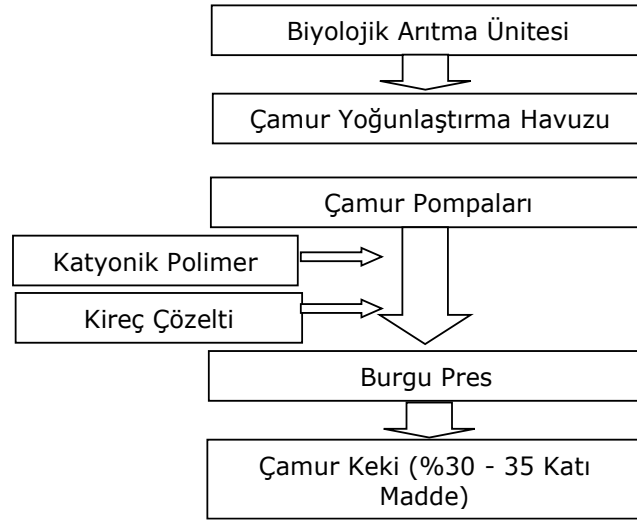


Şekil 3.13. Sürekli atıksu izleme istasyonu (SAİS) kabini.

3.6 Çamur Yoğunlaştırma ve Susuzlaştırma Ünitesi

Çamur susuzlaştırma ünitesi, işletmede 1.350 m² alanda (350 m² kapalı 1.000 m² açık alan) yer almaktadır. Bu üniteye sulu haldeki aktif çamur, 34 metre çapında 2.900 m³ hacmindeki çamur yoğunlaştırma havuzunda yoğunlaştırıldıktan sonra burgu presten geçirilerek yüksek katı madde içerikli çamur keki elde edilmektedir.

Çamur susuzlaştırma ünitesi akım şeması Şekil 3.14'te verilmiştir.



Şekil 3.14. Çamur susuzlaştırma ünitesi akım şeması.

Atıksu arıtımı sonucu oluşan yarı katı, yarı sıvı halde, kokulu, uygulanan arıtma işlemine bağlı olarak ağırlıkça %0,25 ile %12 katı madde içeren atıklar arıtma çamuru olarak adlandırılmaktadır. Çamur yoğunlaştırma havuzunda aktif çamur içerisindeki %0,5-1 katı madde miktarı %3-5 seviyesine arttırılmaktadır. Sıyırıcılarla çamur çukuruna aktarılan çamur monopompalarla susuzlaştırılmak üzere Burgu Prese (Huber SE) pompalanır. Yoğunlaştırmadaki fazla su ise havalandırma havuzu girişine giden geri devir ünitesine gönderilmektedir (URL-4).

Çamur yoğunlaştırma havuzundan çıkan çamur, hacmi düşürülmek ve uzaklaştırma işlemini basitleştirmek için, burgu pres ünitesinde mekanik olarak susuzlaştırılmaktadır. Susuzlaştırmanın oranını yükseltmek için çamura polielektrolit dozlama ünitesinde hazırlanan katyonik polielektrolit, bir pompa ile birlikte dozlanmaktadır. %35-39 arası kuru madde içeriğinde elde edilen çamur keki üstü açık kamyonu dökülerek arıtma tesisi alanı içerisinde bulunan geçici depolama alanında depolanmaktadır. Burada %30-39 oranındaki kuru madde içeriğine sahip arıtma çamuru %48-60 kuru madde oranına çıkmaktadır (URL-4) .

Şekil 3.15'te burgu pres gösterilmiştir.



Şekil 3.15. Burgu pres.

3.7 Deneysel Çalışmalar

Arıtma tesisinde yer alan proseslerin her birinin ayrı ayrı ve genel verimi belirlemek amacıyla üç farklı tarihte (24.11.2021-29.11.2021-06.12.2021) Giriş, ince ızgara çıkışı, nötralizasyon çıkışı, havalandırma çıkışı ve deşarj olmak üzere beş farklı noktadan numuneler alınarak AKM, KOİ, TN, TP, iletkenlik, sıcaklık, pH, renk analizleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca kum-yağ tutucu giriş ve çıkışı ile deşarj çıkışı olmak üzere üç noktadan 08.12.2022- 14.12.2022 arasında beş farklı tarihte numune alınarak yağ-gres analizleri yapılmıştır. Deneylerde kullanılan metotlar Çizelge 3.2’te belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Yapılan analizler ve kullanılan metotlar.

PARAMETRE	METOT
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	Hach Analiz Kiti LCK 514
Askıda Katı Madde (AKM)	SM-2540 D
Toplam Fosfor	Hach Analiz Kiti LCK 349
Toplam Azot	Hach Analiz Kiti LCK 238
Sıcaklık	SM-2550 B
İletkenlik	SM-2510 B
Renk	SM-2120 B,C
pH	SM-4500 H+ B
Yağ-Gres	SM-5520 B

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Atıksu Karakterizasyonu

Atıksu karakterizasyonu belirlemek amacıyla tesis giriş ve çıkışından alınan numunelerin analizler sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Arıtma tesisine giriş ve çıkış değerleri.

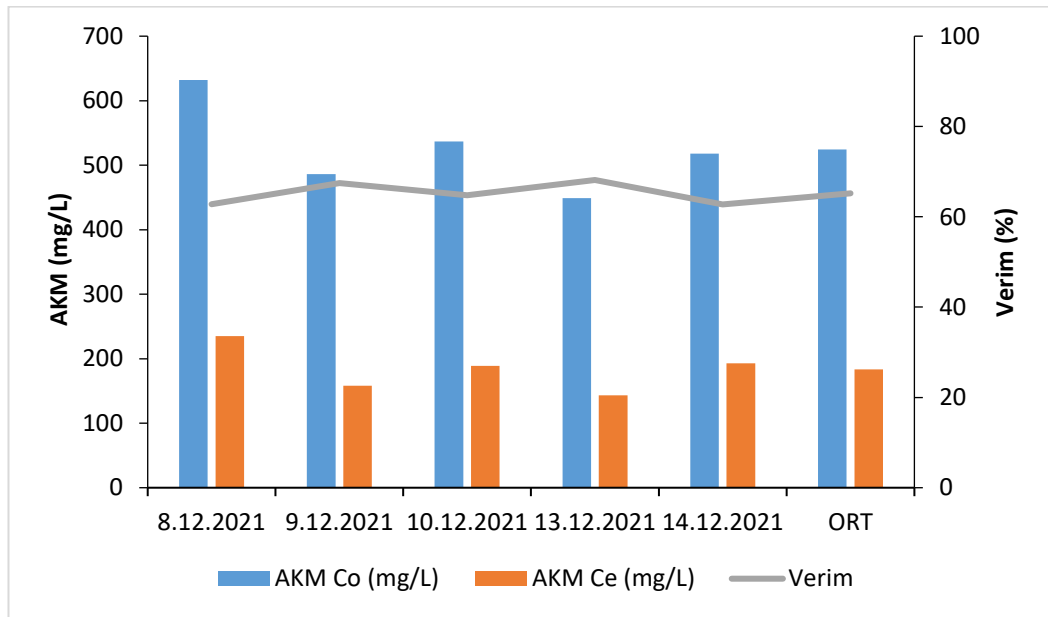
Analizi Yapılan Parametreler	Birim	Giriş	Çıkış	Sınır değer (2 Saatlik)
Askıda Katı Madde	mg/L	537	36	200
Bakır (Cu)	mg/L	0,039	0,028	3
Çinko(Zn)	mg/L	0,947	0,795	5
Demir (Fe)	mg/L	0,06	0,055	10
Florür (F)	mg/L	3,4	2,047	15
Kadmiyum (Cd)	mg/L	<0,010	<0,010	0,1
Kimyasal Oksijen İhtiyacı	mg/L	1241	161,28	400
Krom (Cr ⁺⁶)	mg/L	<0,050	<0,050	0,5
Kurşun (Pb)	mg/L	0,050	0,035	2
pH		9,15	8,16	6-9
Renk	Pt-Co	1084	248,15	280
Sülfat (So ₄)	mg/L	1421	1238,14	1500
Toplam Fosfor (P)	mg/L	0,91	0,314	2
Toplam Kjeldahl Azotu	mg/L	17	10,92	20
Toplam Siyanür	mg/L	<0,030	<0,030	1
Yağ Ve Gres	mg/L	31,25	14,800	20
Toplam Krom (Cr)	mg/L	<0,010	<0,010	2
Antimon (Sb)	mg/L	<0,200	<0,200	-
Arsenik (As)	mg/L	0,050	0,040	-
Baryum (Ba)	mg/L	<0,040	<0,040	-
Berilyum (Be)	mg/L	<0,100	<0,100	-
Bor (B)	mg/L	0,832	0,691	-
Civa (Hg)	mg/L	<0,001	<0,001	-
Gümüş (Ag)	mg/L	<0,010	<0,010	-
Kalay (Sn)	mg/L	<0,040	<0,040	-
Kalsiyum (Ca)	mg/L	213,2	154,6	-
Kobalt (Co)	mg/L	<0,020	<0,020	-
Lityum (Li)	mg/L	0,30	0,25	-
Magnezyum (Mg)	mg/L	143,2	115,6	-
Mangan (Mn)	mg/L	<0,100	<0,100	-
Molibden (Mo)	mg/L	<0,040	<0,040	-
Nikel (Ni)	mg/L	<0,040	<0,040	-
Potasyum (K)	mg/L	48,32	44,83	-
Selenyum (Se)	mg/L	<0,100	<0,100	-
Sodyum (Na)	mg/L	2850	1827	-
Talyum (Tl)	mg/L	<0,040	<0,040	-
Vanadyum (V)	mg/L	<0,100	<0,100	-
Alüminyum (Al)	mg/L	<0,100	<0,100	-

4.2 Fiziksel Arıtma Verimi

Fiziksel arıtma ünitesi kaba ızgara, kum ve yağ tutucu, dengeleme havuzu, terfi istasyonu ve ince ızgara proseslerinden oluşmaktadır. Fiziksel arıtmanın önemli bileşenlerinden olan ince ızgara ile kum ve yağ tutucunun performansını doğrudan ortaya koymak amacıyla beş farklı tarihte numuneler alınarak AKM ve yağ-gres analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2. ve Çizelge 4.3. ile Şekil 4.1. ve Şekil 4.2’de verilmiştir. Ortalama 524 mg/L AKM değeriyle ince ızgaraya gelen atıksu yaklaşık %65’lik katı madde giderimi sonrasında 184 mg/L seviyelerine düşmektedir.

Çizelge 4.2. Tambur ince ızgarada (1 Mm) yapılan AKM ölçümleri.

Parametre	Birim	08.12.2021	09.12.2021	10.12.2021	13.12.2021	14.12.2021	Ortalama
İnce Izgara Giriş	mg/L	632	486	537	449	518	524
İnce Izgara Çıkış	mg/L	235	158	189	143	193	184
Verim	%	62,82	67,49	64,80	68,15	62,74	65,20



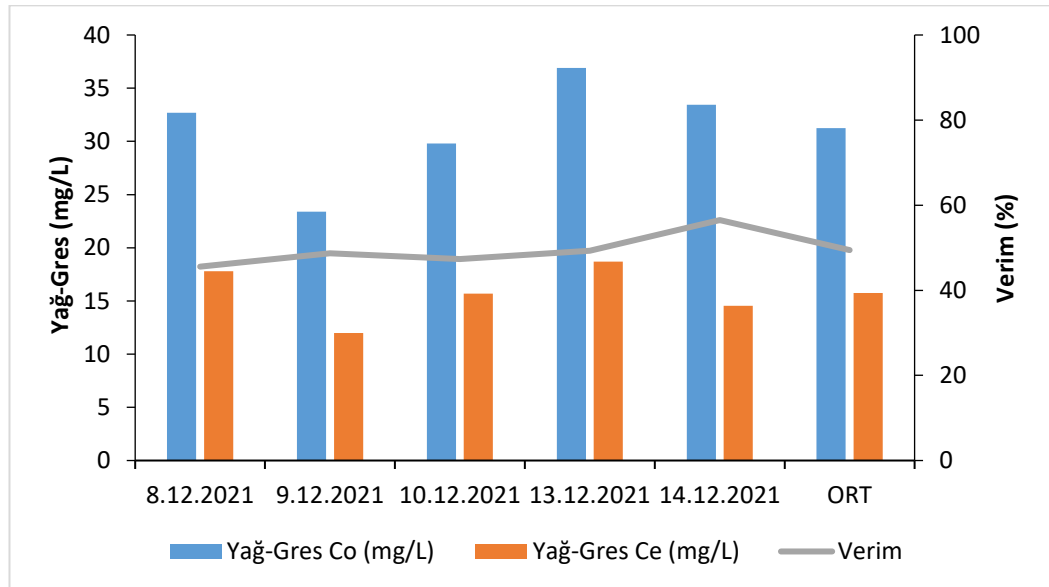
Şekil 4.1. Tambur ince ızgara AKM verimleri.

Ortalama 15 dakika alıkonma süresine sahip havalandırmalı kum ve yağ tutucuya 23,40 mg/L ile 36,9 mg/L arasında değişen yağ-gres konsantrasyonlarında gelen atıksu yaklaşık %50 giderim verimi ile birlikte 16 mg/L seviyelerine kadar düşmektedir. Fiziksel arıtma sonrasında biyolojik arıttımdan da geçen atıksu tesis çıkışında 6 mg/L yağ-gres konsantrasyonuna kadar düşmektedir ve tesis genelinde yaklaşık %80 oranında yağ gres giderim verimi elde edilmektedir.

2019 yılında mezbaha atıksuyunda yapılan bir çalışmada kaba ızgara giriş AKM konsantrasyonu 1200 mg/L ‘den 1080 mg/L’ye düşerek %10’luk, İnce ızgaradan 1080 mg/L’den 960 mg/L düşerek %11’lik giderim gözlenmiştir (Moustafa, 2019). Buna göre ilk aşamada elde edilen %65’lik verimin oldukça yüksek olduğu söylenebilir.

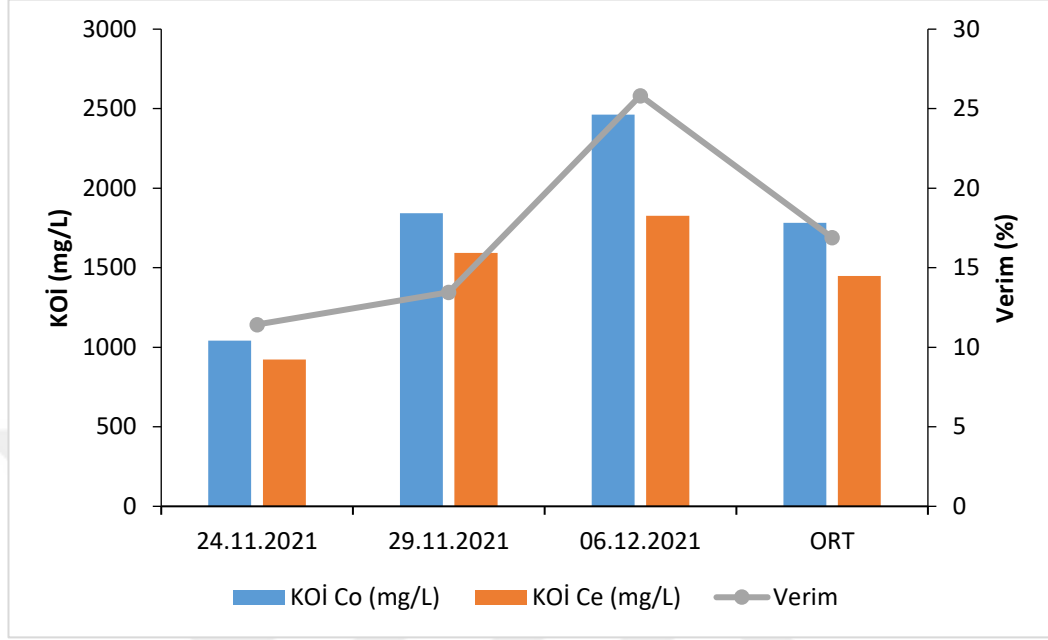
Çizelge 4.3. Havalandırmalı yağ tutucuda yapılan Yağ-Gres ölçümler.

Parametre	Birim	08.12.2021	09.12.2021	10.12.2021	13.12.2021	14.12.2021	Ortalama
Kum-Yağ Tutucu Giriş	mg/L	32,70	23,40	29,80	36,90	33,45	31
Kum-Yağ Tutucu Çıkış	mg/L	17,80	12	15,70	18,71	14,55	16
Arıtma Çıkış	mg/L	6,82	4,64	6,06	7,67	5,67	6,17
Kum-Yağ Tutucu Verim	%	45,57	48,72	47,32	49,30	56,5	49,48



Şekil 4.2. Yağ tutucu Yağ-Gres verimleri.

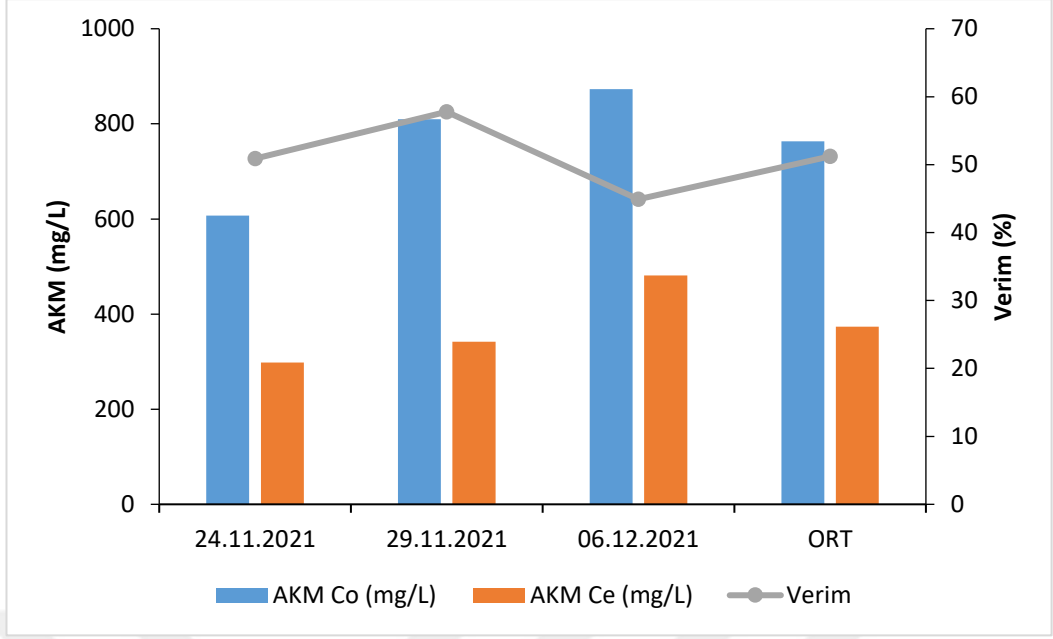
Fiziksel arıtmanın genel verimini ortaya koymak amacıyla üç farklı tarihte Arıtma Girişi ve İnce Izgara Çıkışından alınan numunelerde KOİ, AKM, TP, TN ve Renk analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.3 - 4.7’te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Fiziksel arıtma KOİ verimleri.

Şekil 4.3. incelendiğinde giriş KOİ değerleri 1000 ile 2500 mg/L gibi oldukça yüksek ve geniş bir aralıkta salınım göstermektedir. Bu durum üretimde kullanılan proseslere bağlı olarak karakteristiği değişen endüstriyel atıksuların genel özelliğidir. Fiziksel arıtma sonrasında KOİ gideriminde ortalama %17’lik bir arıtma verimi elde edilmektedir.

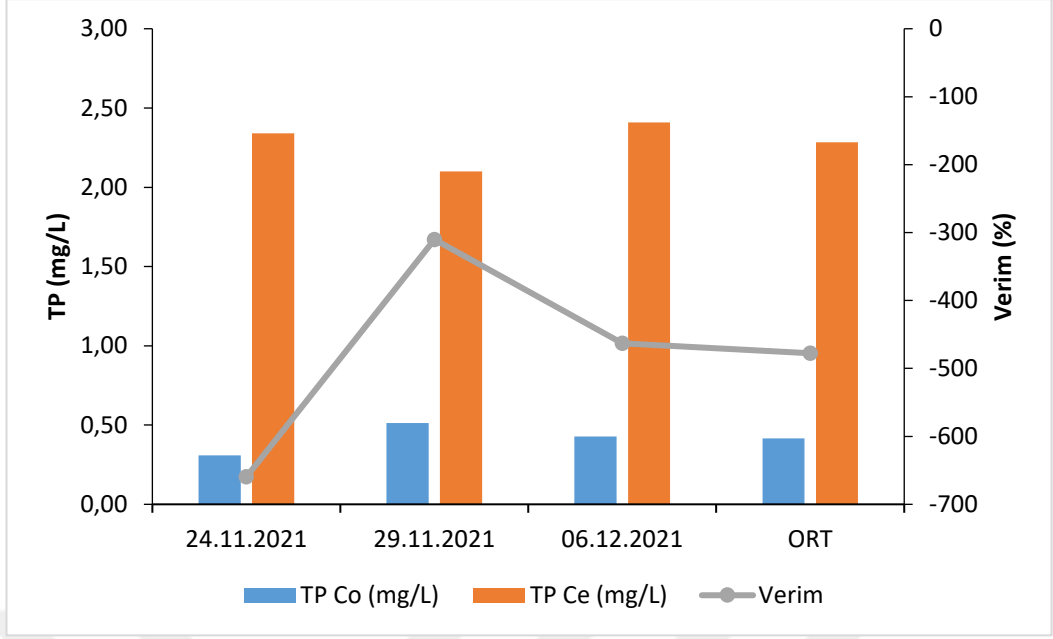
Moustafa ‘da (2019) yaptığı çalışmada benzer şekilde kaba ızgara girişten alınan numune KOİ 3450 mg/L ‘den 3105 mg/L’ye %10’luk, İnce ızgara girişten alınan numune 3105 mg/l’den 2760 mg/L’ye %11’lik giderim elde etmiştir. Mekanik süzme işleminin dışında farklı dolgu maddeleriyle birlikte yapılan filtrasyon işlemlerinde adsorpsiyon prosesi de dahil edilerek giderim verimi %63’lere kadar çıkarılabilmektedir (Bulut, 2011).



Şekil 4.4. Fiziksel arıtma AKM verimleri.

Şekil 4.4’de görüldüğü KOİ ye göre daha az salınım göstere AKM konsantrasyonu fiziksel artıma sonucunda ortalama %51 giderim verim ile 370 mg/L seviyelerine düşmektedir.

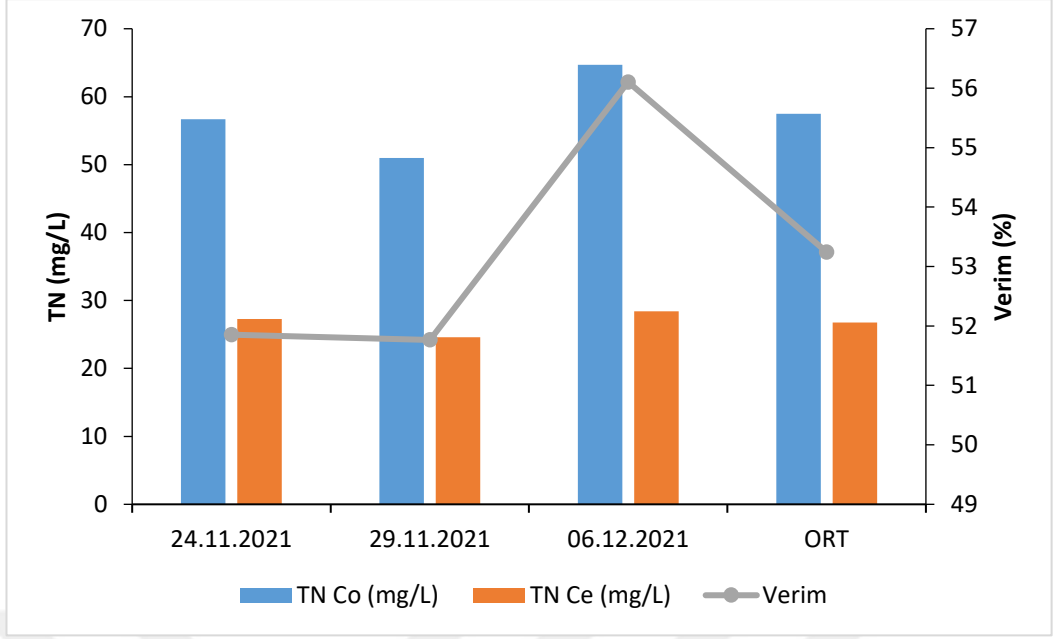
Fiziksel arıtmada gözenek çapı düşürüldüğünde arıtım veriminin artacağı bilinmektedir. Ancak bu durum tıkanma problemlerine de yol açmaktadır. 20 µm gözenek çapındaki kartuş filtreden geçirilen zeytin karasuyu numunesinin filtrasyonu sonunda maksimum %49,9 AKM giderimi gözlenmiştir (Oktav ve Özer, 2014).



Şekil 4.5. Fiziksel arıtma TP verimleri.

Diğer parametrelerin aksine TP konsantrasyonu fiziksel arıtma prosesleri çıkışında artış göstermektedir (Şekil 4.5.). Bu artış yüzdesel olarak yüksek görünse de konsantrasyon olarak değerlendirildiğinde 2 mg/L seviyesindedir. TP konsantrasyonundaki artışın dengeleme havuzunda numune alınmadan önce gelen ve daha yüksek TP içeriğine sahip atıksudan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bu duruma dengeleme havuzunda oluşabilecek anaerobik koşullarında mikrobiyal faaliyetler neticesinde de katkı sunulabileceği bilinmektedir.

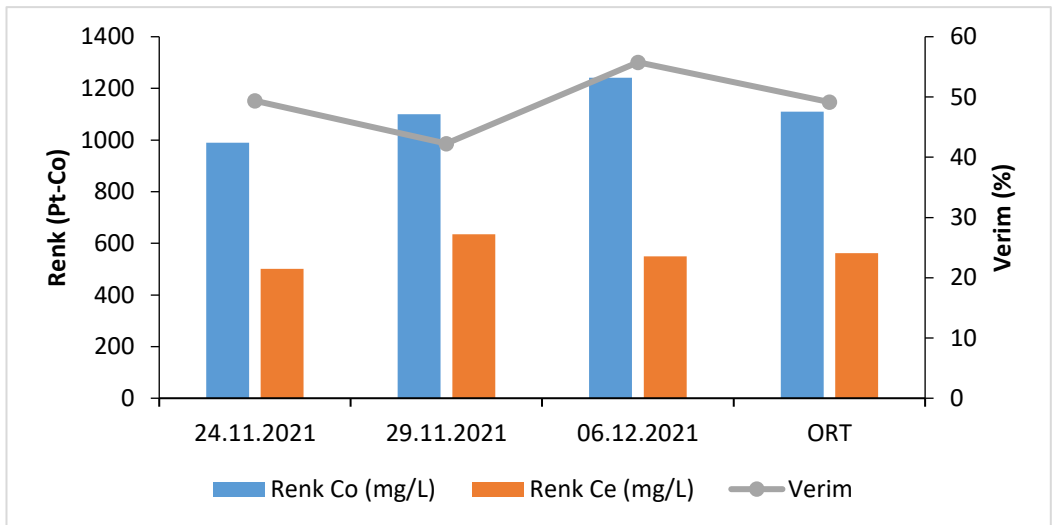
Ön çöktürme havuzlarında bekletme süresine bağlı olarak azot ve fosforun %10 seviyelerinde giderilebileceği Nas ve Kocamemi (2021) tarafından belirtilmiştir.



Şekil 4.6. Fiziksel arıtma TN verimleri.

Şekil 4.6. ve Şekil 4.7. incelendiğinde fiziksel arıtma sonucunda TN ve Renk yaklaşık %50’lik bir verim elde edilmektedir. Bu giderimin fiziksel arıtma prosesleri arasında yer alan havalandırmalı kum ve yağ tutucudaki biyolojik aktiviteden kaynaklandığı düşünülmektedir.

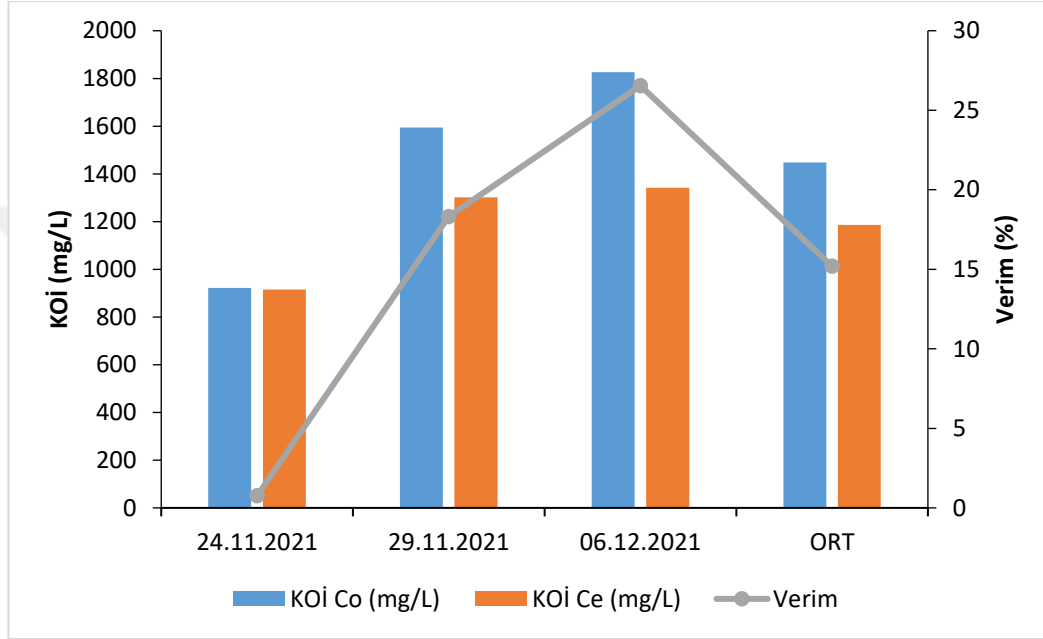
AKM gideriminde olduğu gibi Renk gideriminde de gözenek çapındaki değişime bağlı olarak renk giderimleri %30 ile %90 arasında değişim gösterebilmektedir (Baburşah, 2004; Bulut 2011).



Şekil 4.7. Fiziksel arıtma Renk verimleri.

4.3 Kimyasal Arıtma ve Nötralizasyon Verimi

Kimyasal arıtma ünitesi nötralizasyon havuzu, hızlı karıştırma havuzu, yavaş karıştırma havuzu ve kimyasal çöktürme havuzu proseslerinden oluşmaktadır. Kimyasal arıtmanın genel verimini ortaya koymak amacıyla üç farklı tarihte ince ızgara çıkışı ve nötralizasyon çıkışından alınan numunelerde KOİ, AKM, TP, TN ve Renk analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.8.- 4.15'te gösterilmiştir.

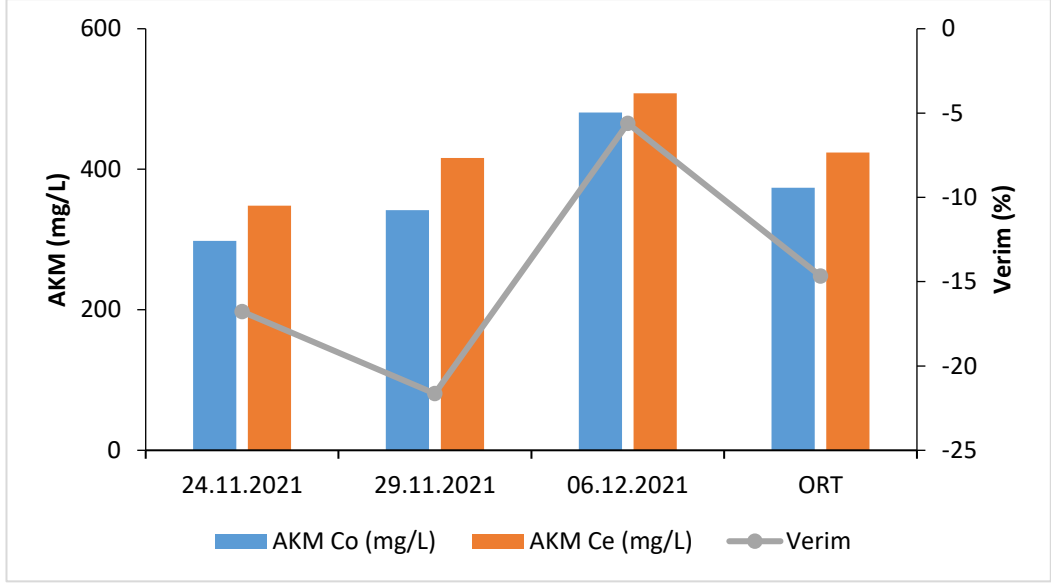


Şekil 4.8. Nötralizasyon KOİ verimleri.

Şekil 4.8. incelendiğinde giriş KOİ değerleri 900 ile 1800 mg/L aralığında salınım göstermektedir. Nötralizasyon ünitesinde prosese sadece asit ilavesi yapılmasından dolayı KOİ veriminde aşırı bir arıtım verimi görülmemiştir. Bu oran kimyasal arıtma sonrasında KOİ gideriminde ortalama %15 'dir.

Polialüminyum klorür ve demir üç klorürün koagülant olarak kullanıldığı çalışmada polialüminyum klorürle %85, $FeCl_3$ ile %80 KOİ giderim verimi gerçekleşmiştir (Yavaş, 2021).

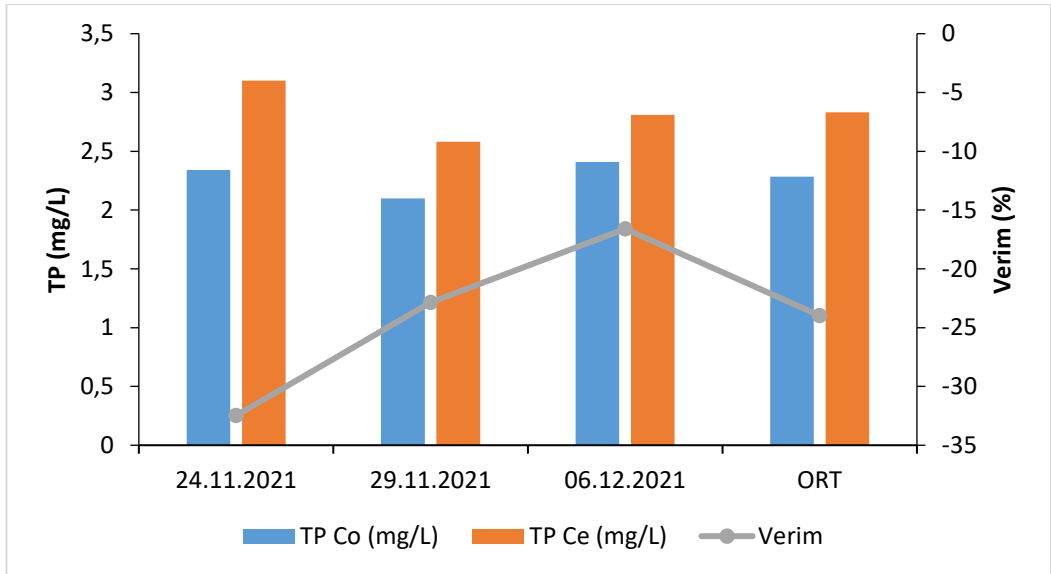
Canbaz'ın ön çöktürmeden geçmiş atıksuda elektrokoagülasyon uygulanmış ve %60-85 AKM, %30-35 oarında KOİ giderim verimi elde edilmiştir (Canbaz, 2015).



Şekil 4.9. Nötralizasyon AKM verimleri.

Şekil 4.9’de görüldüğü gibi AKM konsantrasyonu nötralizasyon çıkışında ortalama %14 civarında bir artış göstermektedir. Bunun sebebi uzun süreler kullanılan dengeleme havuzunun içerisinde belli bir seviye katı madde birikimi olması, zamanla katılaşma ve septikleşme oluşması düşünülmektedir.

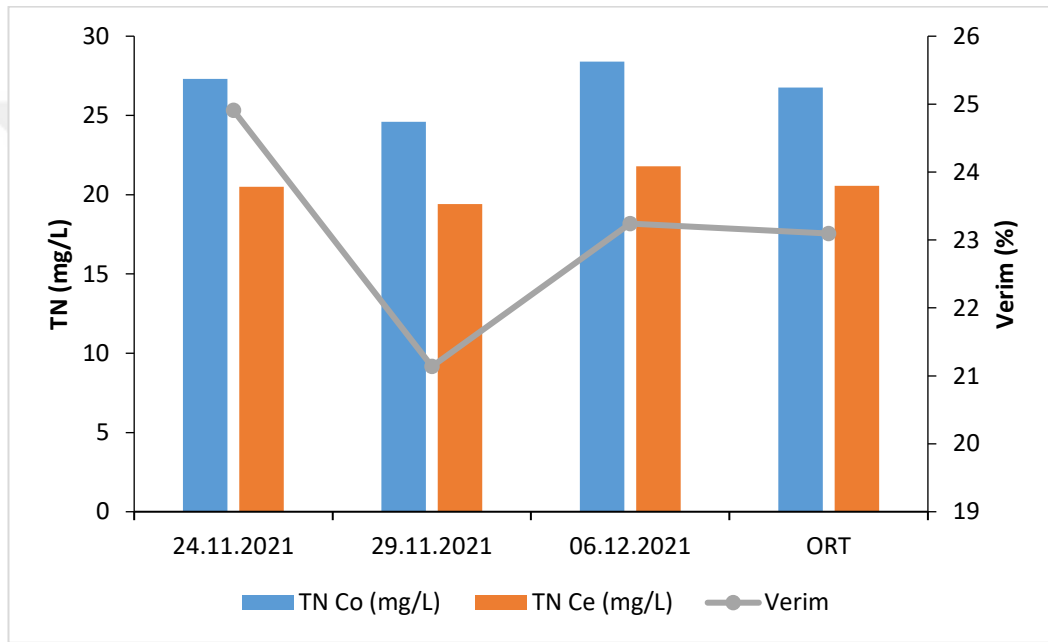
Üstün ve Solmaz (2007), kimyasal çöktürme işleminde optimum giderim verimini pH 11’de sağlamış olup askıda katı madde parametresinde %96 giderim verimleri elde etmişlerdir.



Şekil 4.10. Nötralizasyon TP verimleri.

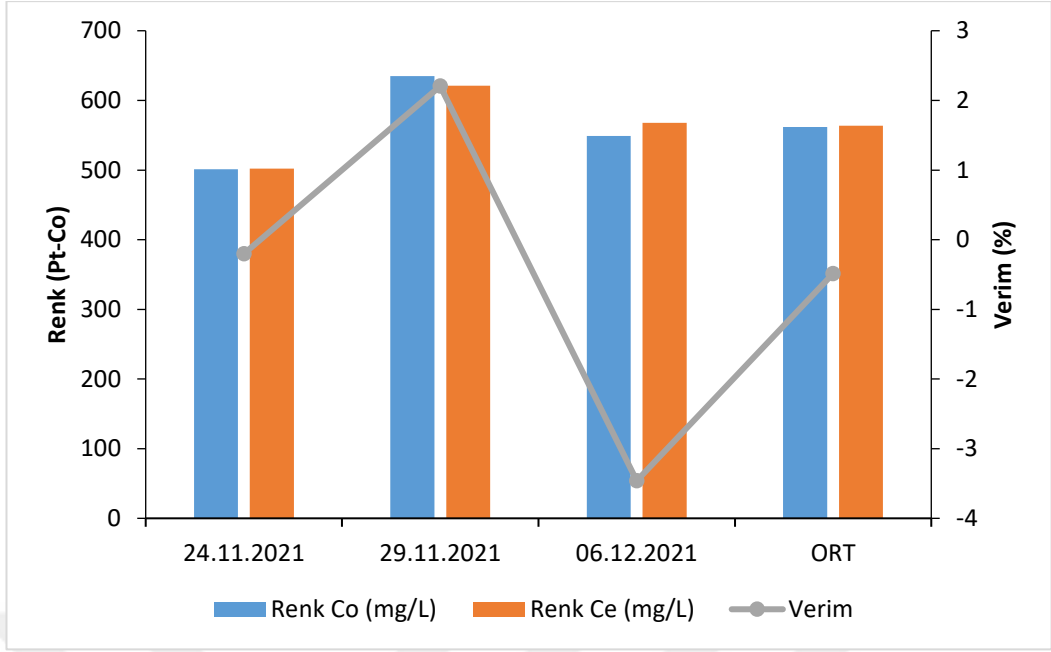
AKM konsantrasyonunda olduğu gibi TP konsantrasyonu da kimyasal arıtma prosesleri çıkışında artış göstermektedir (Şekil 4.10.). Bu artış yüzdesel olarak yüksek görünse de konsantrasyon olarak değerlendirildiğinde 1 mg/L den az seviyesindedir. TP konsantrasyonundaki artışın dengeleme havuzunda numune alınmadan önce gelen ve daha yüksek TP içeriğine sahip atıksudan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yavaş (2021), yapmış olduğu çalışmada FeCl_3 'ü koagülant olarak kullandığında %72 ve aktif karbon adsorpsiyonu neticesinde ise %86 TP giderim verimi sağlanmıştır.



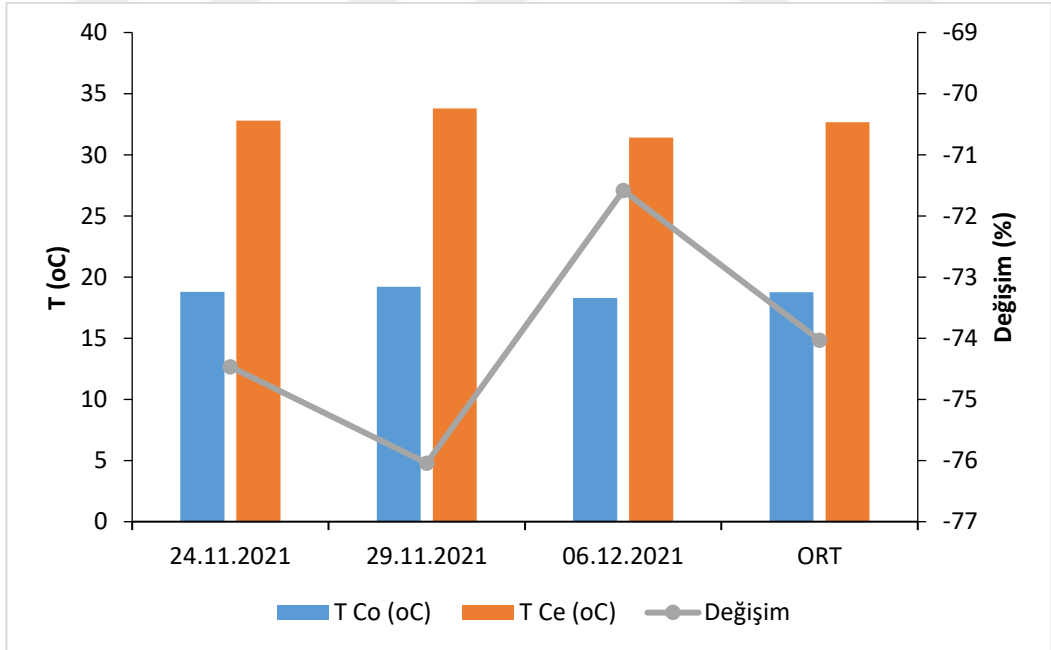
Şekil 4.11. Nötralizasyon TN verimleri.

Şekil 4.11. incelendiğinde kimyasal arıtma sonucunda TN yaklaşık %23' lük bir verim elde edilmektedir.



Şekil 4.12. Nötralizasyon Renk verimleri.

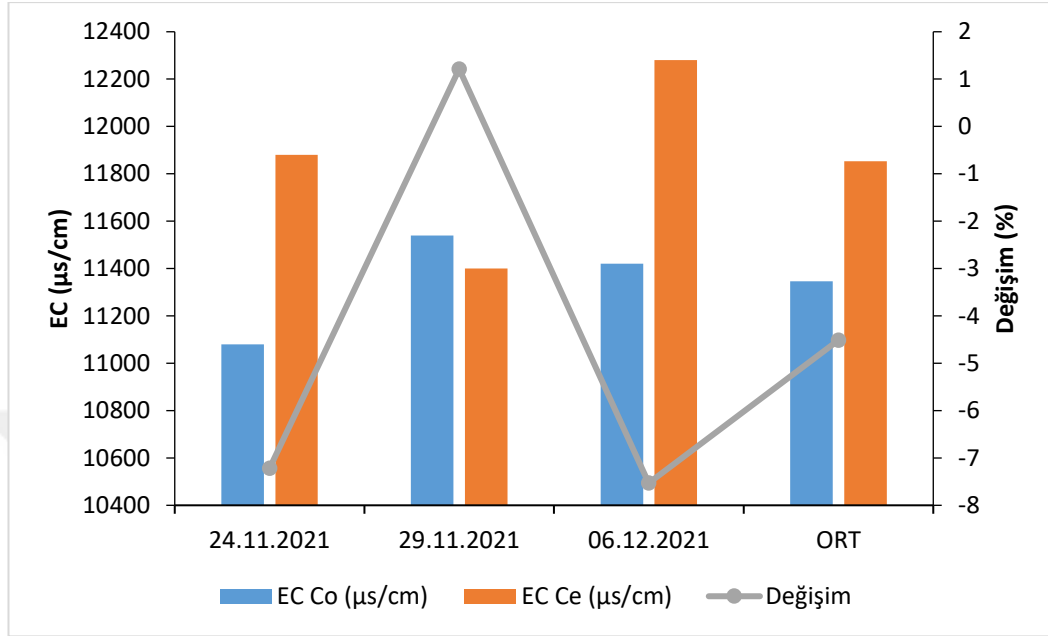
Nötralizasyon prosesinde pH ayarlama dışında başka işlem yapılmadığından burada renk giderimi gerçekleşmemektedir. Giriş ve çıkış değerleri yaklaşık olarak birbiriyle aynı değerdedir (Şekil 4.12.).



Şekil 4.13. Nötralizasyon T (sıcaklık) verimleri.

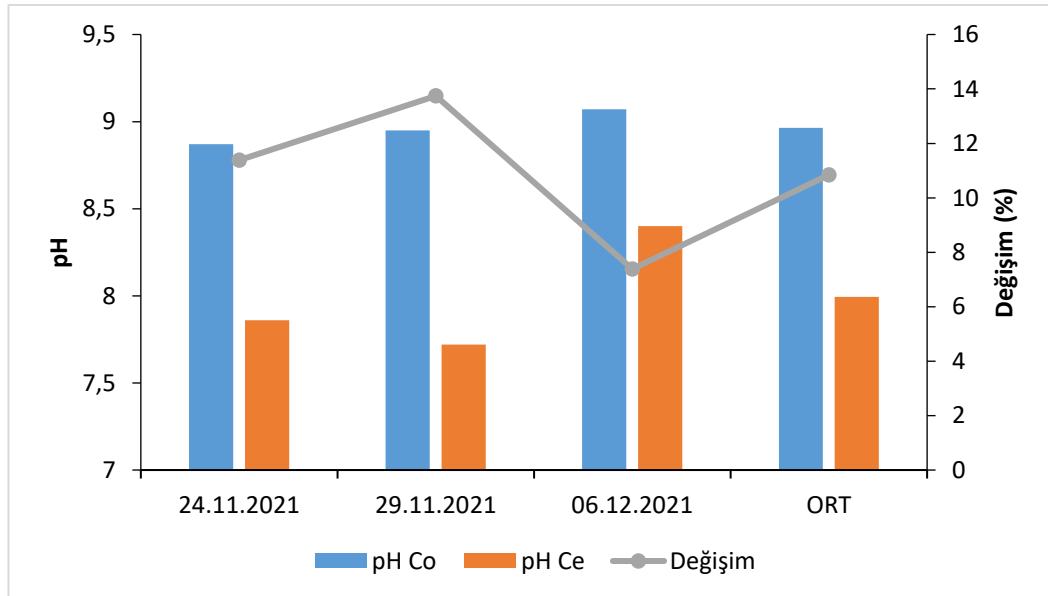
Şekil 4.13'te sıcaklık değerlerinin yaklaşık 14 °C bir artış gösterdiği görülmektedir. Bu durumun yapılan ölçümlerin aynı zaman diliminde gerçekleşmesi nedeniyle daha

öncesinde havuzda yer alan suyun sıcaklığının giriş suyu sıcaklığından yüksek olması ve ilave edilen asitle birlikte ortamda gerçekleşen ekzotermik reaksiyonlardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.14. Nötralizasyon elektriksel iletkenlik EC verimleri.

Şekil 4.14'te iletkenliğin değişimi verilmiştir. Nötralizasyon işlemi esnasında ilave edilen sülfürik asit çözeltisi iletkenlik değerlerinde ortalama 500 µs/cm'lik bir artışa neden olmuştur.

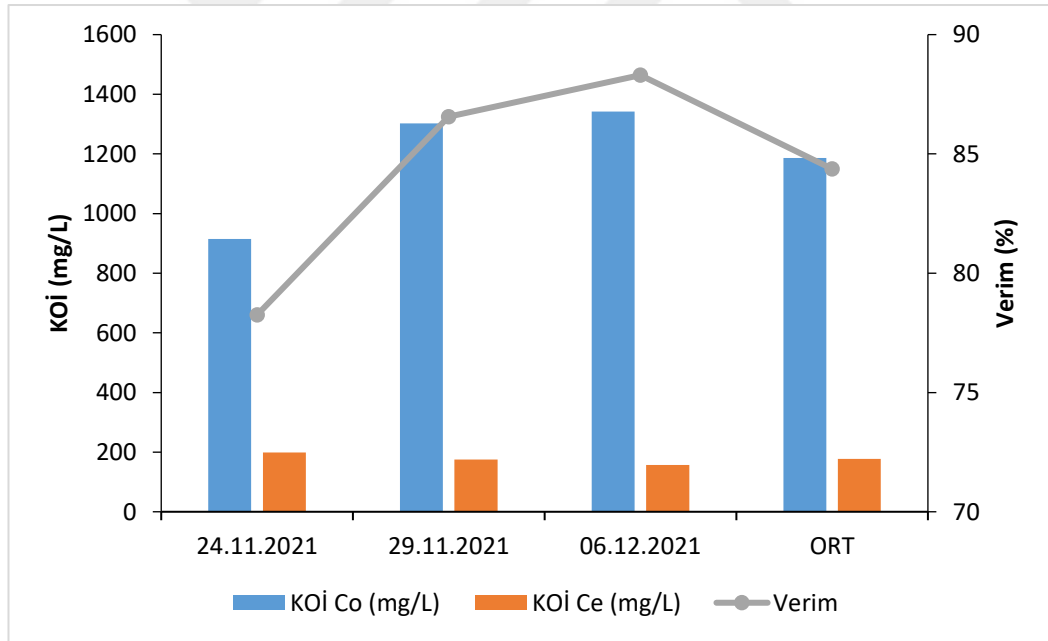


Şekil 4.15. Nötralizasyon pH verimleri.

Şekil 4.15’te kimyasal arıtma pH değişimleri verilmiştir. Tekstil atıksularının genel olarak alkali özellikte olduğu bilinmektedir. Nötralizasyon işlemiyle pH değerleri bir sonraki proses olan biyolojik arıtmada optimum koşulları sağlamak ve deşarj kriterlerine uygun bir çıkış suyu elde etmek amacıyla asit dozlaması yapılarak istenilen değerlere düşürülmektedir. Buna göre 9 civarında giriş pH değerine sahip atıksu nötralizasyon sonrasında 8 pH değerine düşmektedir.

4.4 Biyolojik Arıtma Verimi

Biyolojik arıtma ünitesi havalandırma havuzu, biyolojik çöktürme havuzu, geri devir istasyonu, havalandırma havuzu girişi, çamur yoğunlaştırma havuzu proseslerinden oluşmaktadır. Biyolojik arıtmanın genel verimini ortaya koymak amacıyla üç farklı tarihte biyolojik arıtma girişi (nötralizasyon çıkışı) ve biyolojik çöktürme çıkışından alınan numunelerde KOİ, AKM, TP, TN ve Renk analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.16.-4.20’te gösterilmiştir.



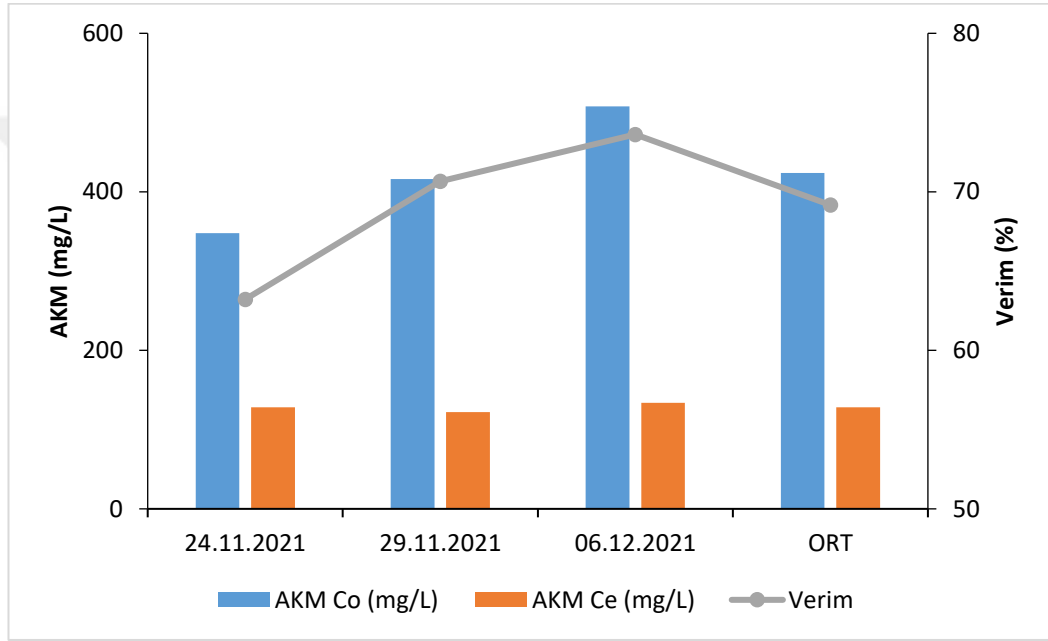
Şekil 4.16. Biyolojik arıtma KOİ verimleri.

Şekil 4.16. incelendiğinde giriş KOİ değerleri 900 ile 1400 mg/L aralığında giriş değerleri bulunmaktadır. OSB’nin işletme çeşitliliği ve çalışan personellerin oluşturduğu evsel atıksuların birbiri ile karışımı yakma sistemlerinden gelen blöf sularının da birleşmesiyle KOİ değerleri kanalizasyona salınım 1500 mg/L olan sınır

değerlerinin de altında olduğu gözlenmektedir. Biyolojik arıtma sonrasında KOİ gideriminde ortalama %85’lik bir arıtma verimi elde edilmektedir.

Ardışık Kesikli Aktif Çamur Sisteminde yapılan bir çalışmada %60–70 KOİ giderim verimi %10-12 renk giderim verimi elde edilmiştir (Çalışır, 2010).

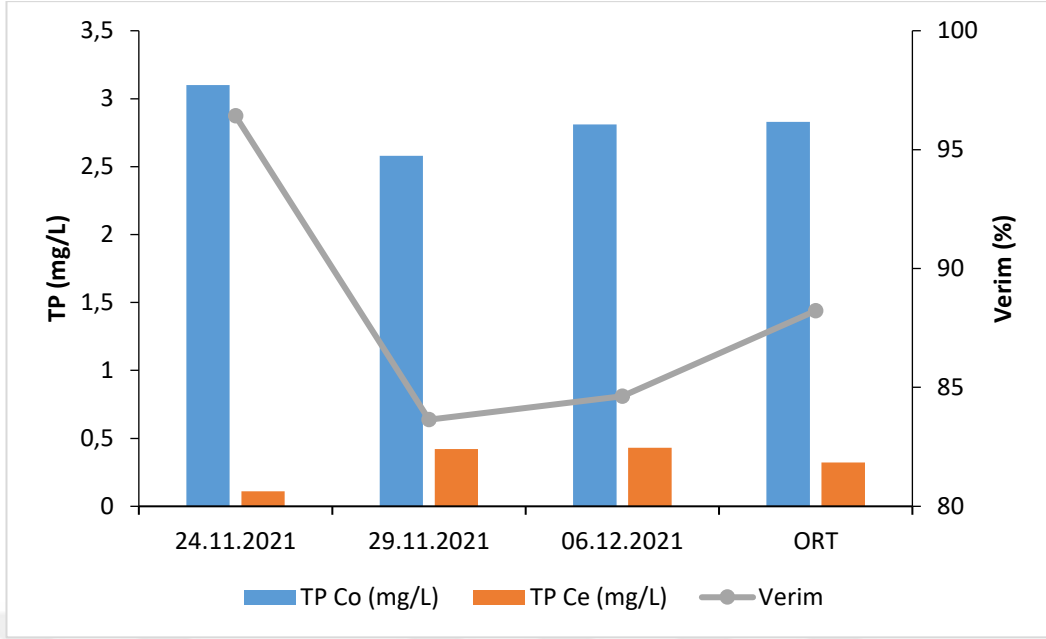
Debi oranlarına göre oluşturulan Organize Sanayi Bölgesi ile evsel atıksuda yapılan biyolojik arıtılabilirlik çalışmasında, KOİ gideriminde %40 ile %60 aralığında değişen arıtma verimi tespit edilmiştir (Eker ve Çiner, 2004).



Şekil 4.17. Biyolojik arıtma AKM verimleri.

Şekil 4.17’de görüldüğü gibi AKM konsantrasyonu biyolojik arıtma sonucunda ortalama %69 giderim verim ile 128 mg/L seviyelerine düşmektedir. Askıda katı madde oranı; geri devir oranı, çamur yaşı, çamur çektirme miktarı, oksijen miktarı ve gelen atıksuyun karakteristiğine göre değişmektedir. OSB’nin %90 oranında tekstil sanayisi olduğu düşünüldüğünde pik salınımların olmadığı görülmektedir.

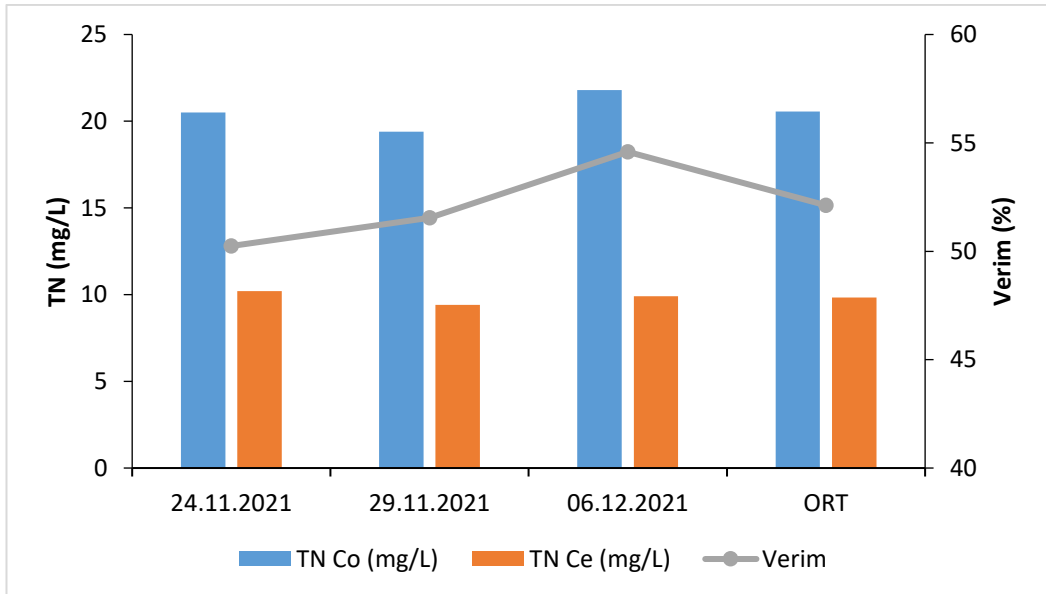
Kırklareli OSB atıksu arıtma tesisi biyolojik arıtma ünitesinde AKM konsantrasyonu 350 mg/L den 52 mg/L’ye düşerek %85’lik bir performans göstermiştir (Demirkol, 2021).



Şekil 4.18. Biyolojik arıtma TP verimleri.

Şekil 4.18’de görüldüğü TP konsantrasyonu biyolojik arıtma sonucunda ortalama %88 giderim verim ile 0,32 mg/L seviyelerine düşmektedir. Aerobik ortamlarda fosfor giderimi bakterilerin enerji ihtiyacı karşılanması sağlamaktadır.

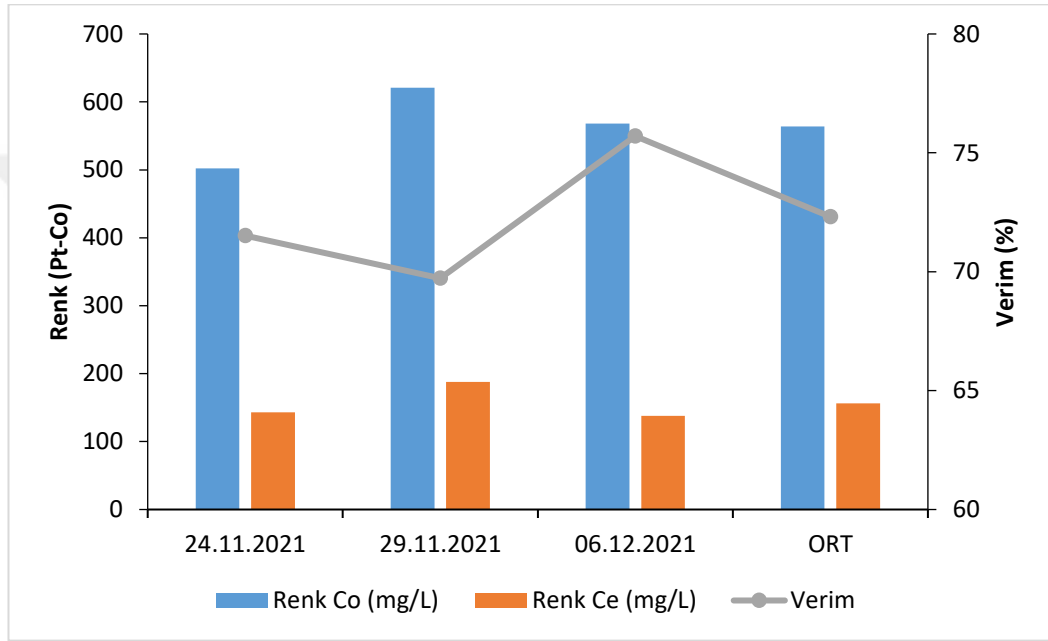
Yine Demirkol’un yaptığı çalışmada Kırklareli OSB atıksu arıtma tesisi biyolojik arıtma ünitesinde TP değeri 20 mg/L den 1 mg/L ye düşerek %95’lik arıtma verimi elde edilmiştir (Demirkol, 2021).



Şekil 4.19. Biyolojik arıtma TN verimleri.

Şekil 4.19. incelendiğinde biyolojik arıtma sonucunda TN yaklaşık %52’lik bir verim elde edilmektedir. Azot giderimi biyolojik arıtmada mikroorganizmaların yeni hücre yapımında kullanılmasıyla gerçekleşir. Mikroorganizmaların atıksudan uzaklaştırılması ile hücre bünyesindeki azot da giderilmiş olur.

Atıksuyunun arıtımı için tek ve iki kademeli ardışık kesikli reaktörün karşılaştırıldığı çalışmada, 10000 mg/l KOİ içeren atıksuyun 1 günlük alıkonma süresi sonunda %38,3 toplam azot giderme verimi elde edilmiştir (Li and Zhang, 2002).



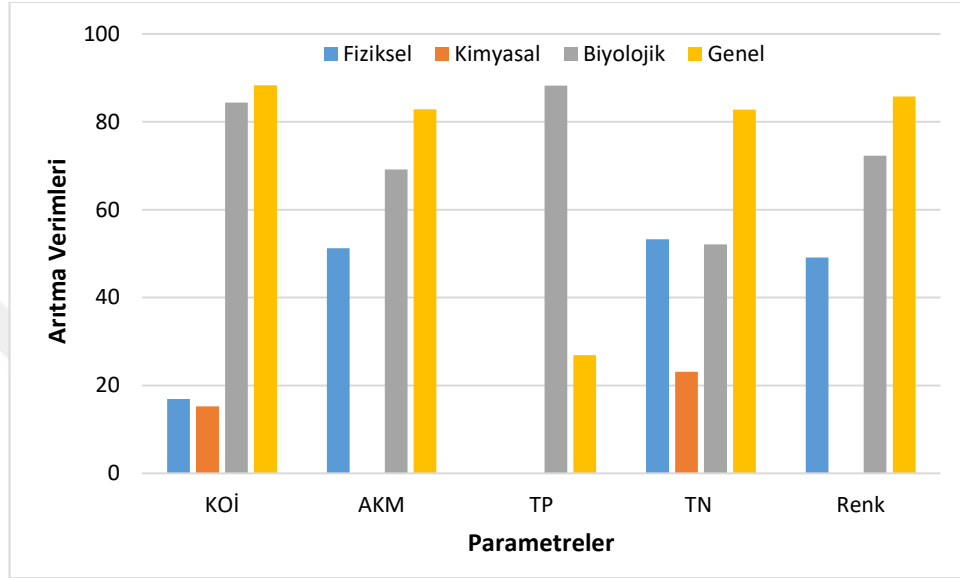
Şekil 4.20. Biyolojik arıtma Renk verimleri.

Şekil 4.20. incelendiğinde biyolojik arıtma sonucunda renk yaklaşık %72’lik bir verim elde edilmektedir. OSB’den gelen atıksularda renk parametrelerinin olması kaçınılmazdır çünkü giyim sanayisinin renkli ürünler üretmesi piyasa ihtiyaçlarını karşılaması için gereklidir. Biyolojik arıtmada renk giderimi boyar maddenin özelliğine bağlı olarak biyokimyasal olarak indirgenme veya aktif çamurun yüzeyine tutunarak biyosorpsiyon yöntemiyle gerçekleşmektedir (Namal, 2017).

Karışık anaerobik bakteri topluluklarının kesikli denemelerde iki azo tekstil boyasının renk giderimi üzerine etkileri laboratuvar ölçekli havasız çamur yataklı reaktörde araştırılmış ve başlangıç karbon kaynağı olarak asetat kullanıldığında 24 saat bekletme süresinde her iki boya için de %88’den daha yüksek giderim verimi elde edildiği tespit edilmiştir (Kaykıoğlu ve Debik, 2006).

4.5 Arıtma Tesisi Genel Verimi ve Deşarj Kriterleri

Tesisin fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma proseslerinin spesifik arıtma verimleri ile genel arıtma verimleri Şekil 4.21’de yer almaktadır. Buna göre kimyasal arıtmada sadece pH ayarlaması yapıldığından genel arıtmaya çok fazla katkısının olmadığı ancak biyolojik arıtmanın genel arıtmada en etkili proses olduğu görülmektedir.

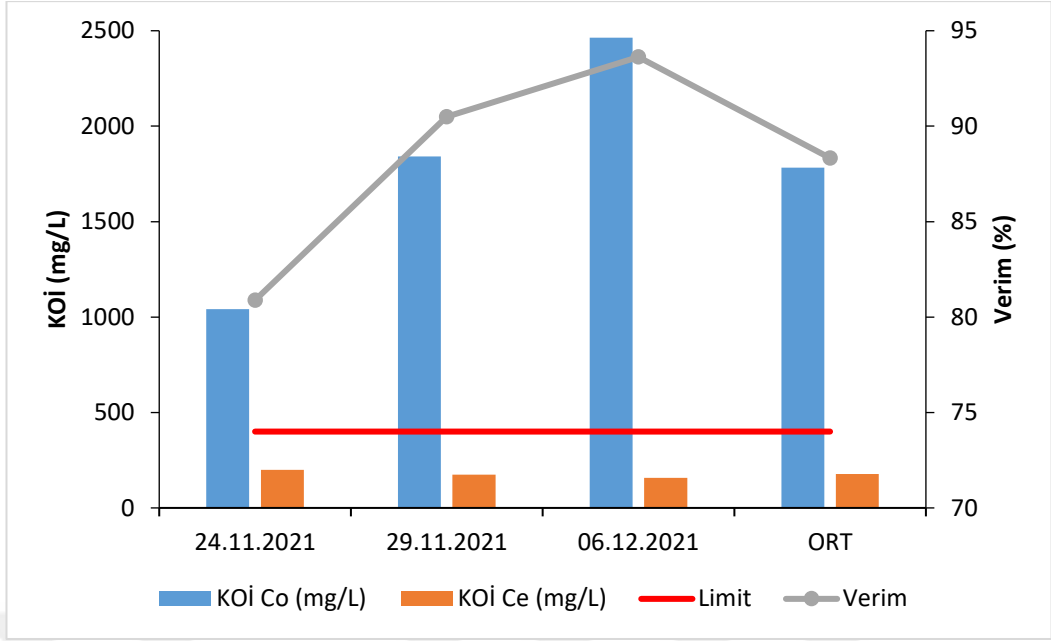


Şekil 4.21. Proseslerinin spesifik ve genel arıtma verimleri.

Parametre bazında tesisin genel verimini belirlemek amacıyla tesis giriş ve çıkış noktalarından farklı tarihlerde alınan numunelerde yapılan analizler sonucunda elde edilen değerler ve arıtım verimleri Şekil 4.21.-28’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4’te belirtilen endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarj standartlarına göre değerlendirilmiştir.

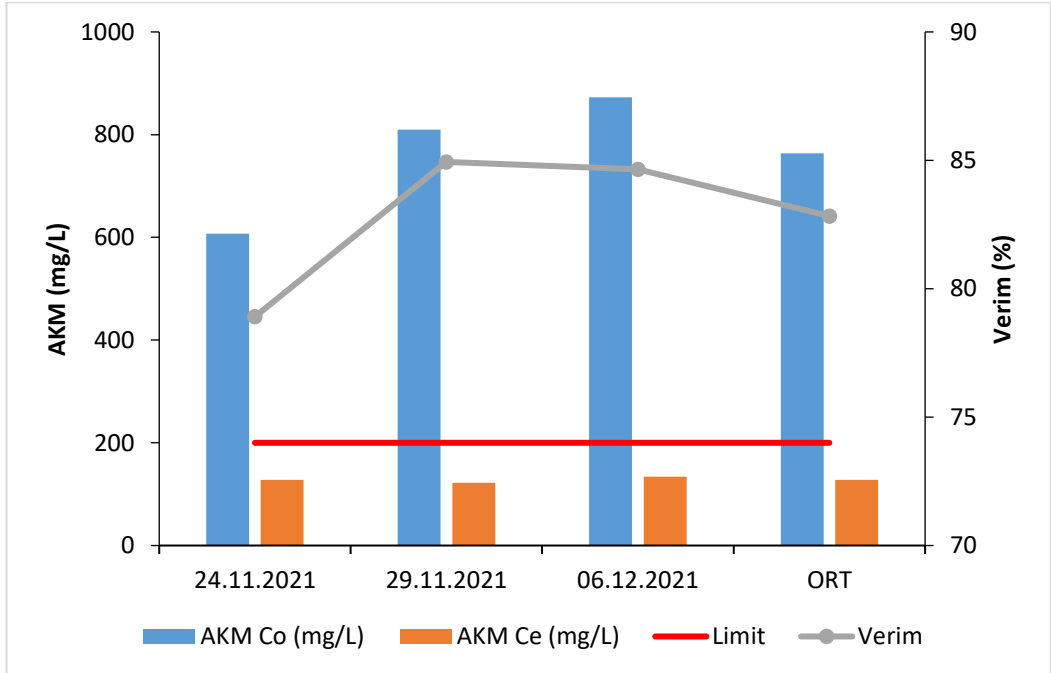
Çizelge 4.4. Organize sanayi bölge müdürlüğü merkezi atıksu arıtma tesisi deşarj değerleri (su kirliliğinin kontrolü yönetmeliği tablo 19. karışık endüstriyel atık suların alıcı ortama deşarj standartları (küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılamayan diğer sanayiler).

PARAMETRE	BİRİM	Kompozit Numune 2 Saatlik	Kompozit Numune 24 Saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	400	300
Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	200	100
Yağ ve Gres	mg/L	20	10
Toplam Fosfor	mg/L	2	1
Toplam Krom	mg/L	2	1
Krom (Cr ⁺⁶)	mg/L	0,5	0,5
Kurşun (Pb)	mg/L	2	1
Toplam Siyanür (CN ⁻)	mg/L	1	0,5
Kadmiyum (Cd)	mg/L	0,1	---
Demir (Fe)	mg/L	10	---
Florür (F ⁻)	mg/L	15	---
Bakır (Cu)	mg/L	3	---
Çinko (Zn)	mg/L	5	---
Civa (Hg)	mg/L	---	0,05
Sülfat (SO ₄)	mg/L	1.500	1.500
Toplam Kjeldahl Azotu	mg/L	20	15
Balık Biyodeneyi (ZSF)	---	10	10
pH	---	6 - 9	6 - 9
Renk	PtCo	280	260



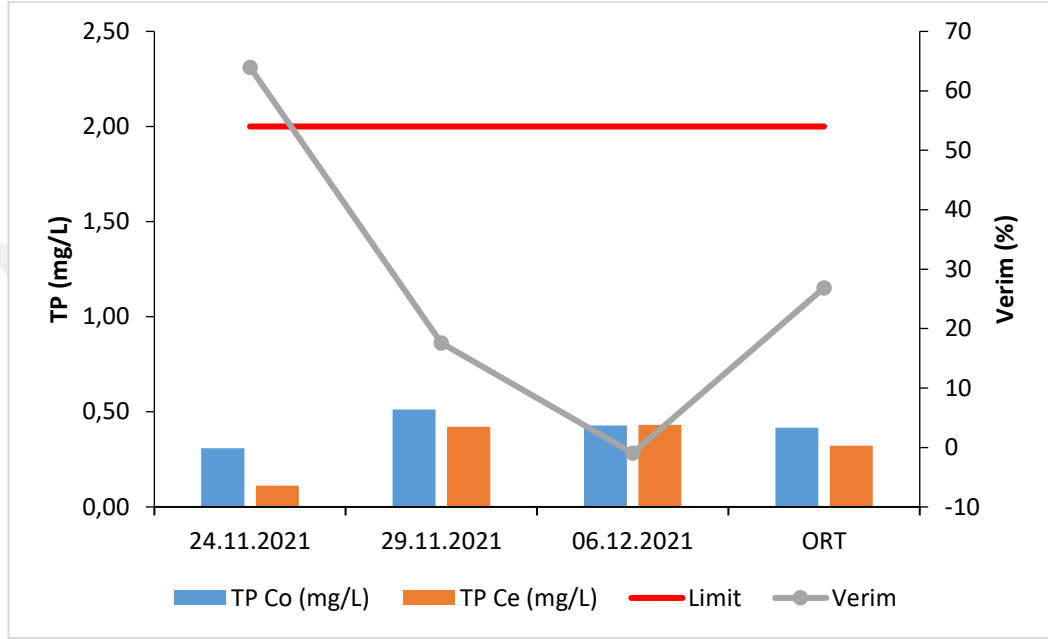
Şekil 4.22. Genel arıtma KOİ verimleri.

Şekil 4.22’de görüldüğü gibi 2500 mg/ L ile tesise giriş yapan atıksu %93’lük bir arıtma verimi ile 157 mg/L seviyesine düşürülebilmektedir. Farklı zamanlarda yapılan analizlerde ortalama %88’lik bir giderim verimi ile 177 mg/L çıkış KOİ konsantrasyonu elde edilmiştir. Bu değerler mevzuatta belirtilen 400 mg/L sınır değerinin oldukça altındadır.



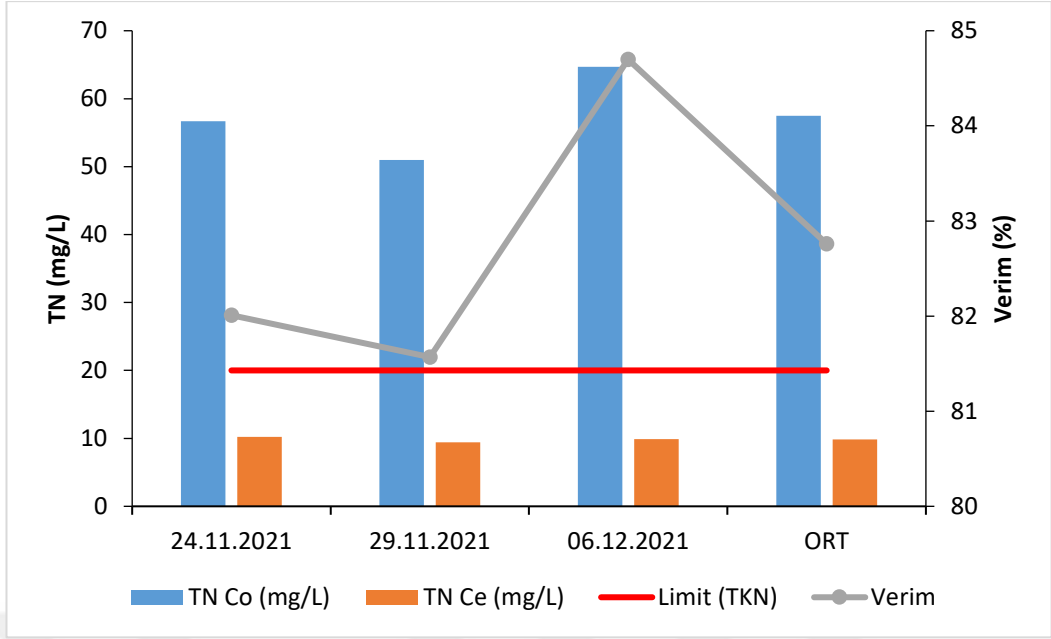
Şekil 4.23. Genel arıtma AKM verimleri.

Tesiste gerçekleşen genel AKM giderim verimi Şekil 4.23’de verilmiştir. Ortalama 763 mg/L AKM konsantrasyonuna sahip atıksu 200 mg/L lik yasal sınırın altında 128 mg/L lik çıkış değeriyle alıcı ortama deşarj edilmektedir. AKM gideriminin büyük bir kısmı fiziksel ön arıtma ve biyolojik çöktürme proseslerinde gerçekleşmektedir. Giderilen katı maddeler biyolojik arıtmanın daha verimli çalışmasını mekanik aksamın geç deforme olmasına imkan tanımaktadır.



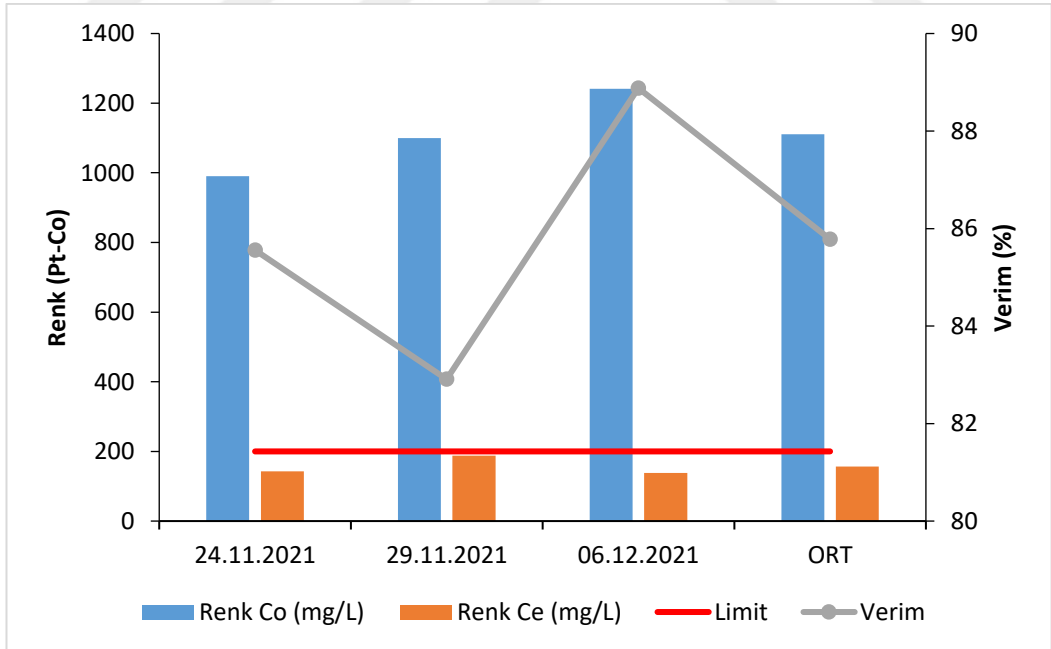
Şekil 4.24. Genel arıtma TP verimleri.

Şekil 4.24’te arıtma tesisine gelen ve tesisten deşarj edilen atıksuların TP genel giderim verimleri incelenmiştir. Giriş TP konsantrasyonunun 0,3 mg/L ile 0,5 mg/ L arasında değiştiği görülmektedir. Yönetmeliğe göre 2 mg/L sınır değerde olan TP giriş suyunda bile bu değerin altındadır.



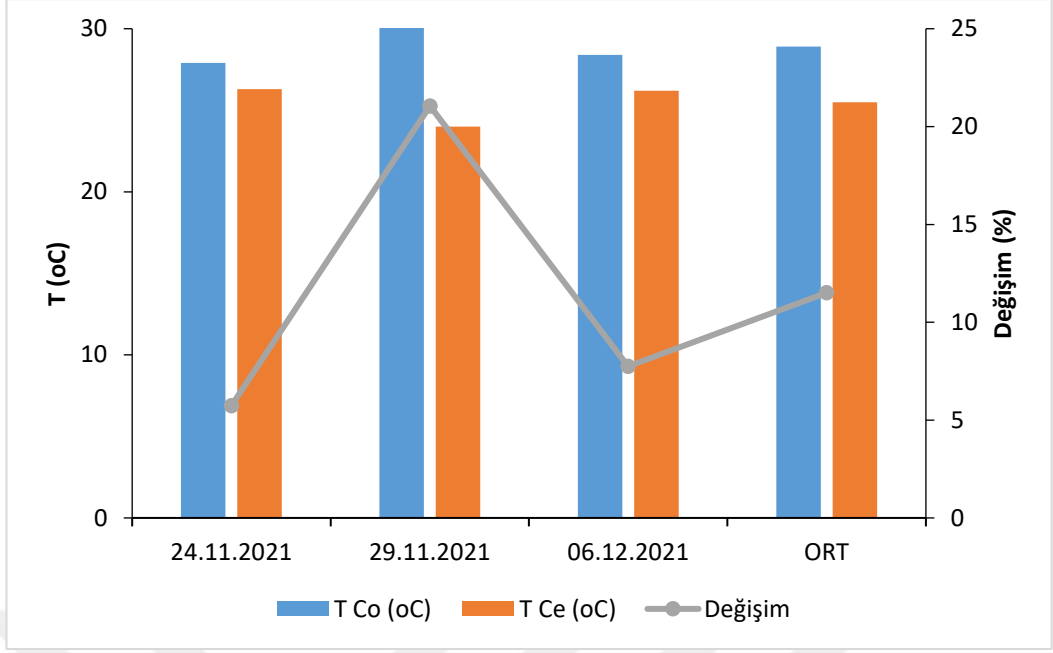
Şekil 4.25. Genel arıtma TN verimleri.

Yaklaşık 50 mg/L ile 65 mg/ L TN konsantrasyonuyla arıtma tesisine gelen ve ortalama 10 mg/L ile deşarj edilen atıksu 20 mg/L lik sınır değeri sağlamaktadır (Şekil 4.25.).



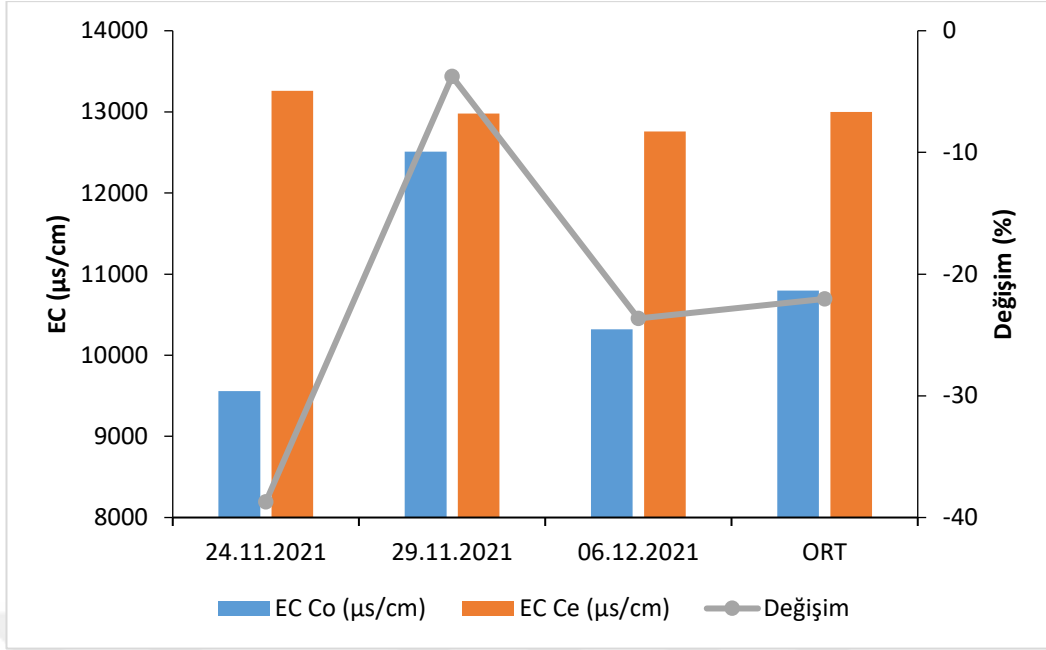
Şekil 4.26. Genel arıtma Renk verimleri.

Tekstil endüstrisi atıksularının en önemli ortak özelliklerinden olan renk tesiste %85'lik bir arıtma verimiyle 200 Pt-Co sınır değerinin altına düşerek ortalama 156 Pt-Co ile deşarj edilmektedir (Şekil 4.26.).



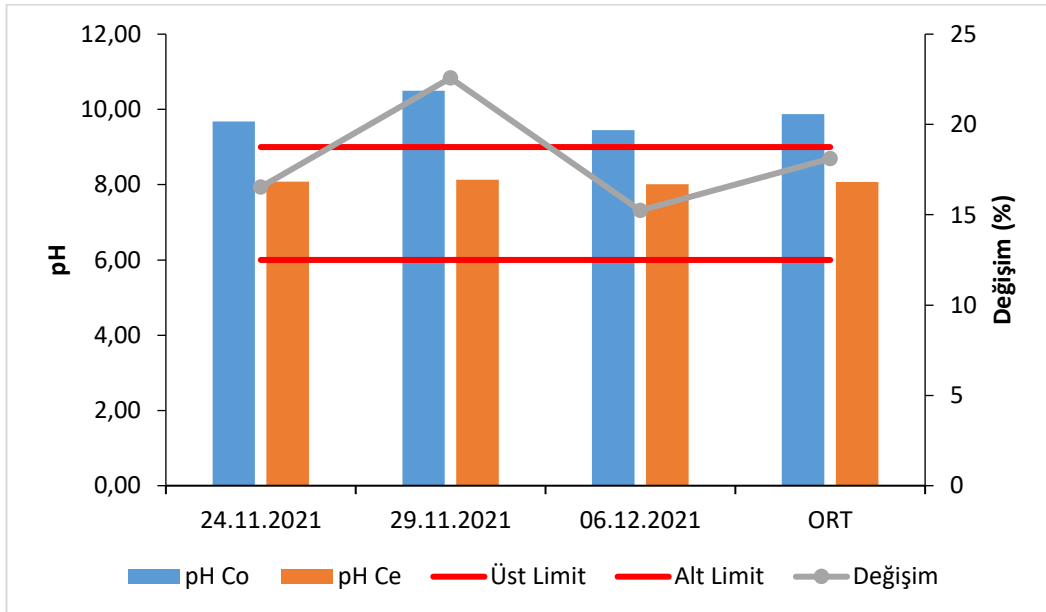
Şekil 4.27. Genel arıtma T(sıcaklık) verimleri.

Mevzuatta sıcaklık ile ilgili herhangi bir sınır değeri bulunmamaktadır. Şekil 4.27’de görüldüğü gibi arıtma tesisine gelen ve tesisten deşarj edilen atıksuların sıcaklıkları 25 °C ile 30 °C arasında değişmektedir. Endüstriyel proseslerde uygulanan ısı işlemler neticesinde kış mevsiminde olmasına rağmen 30 °C giriş sıcaklığına sahip atıksu arıtma tesisi proseslerinin atmosfere açık olması nedeniyle gerçekleşen ısı transferi neticesinde ortalama 25 °C ile deşarj edilmektedir. Sıcaklık arıtma verimini de doğrudan etkilemektedir. Oksijenin çözünürlüğü sıcaklık ile ters orantılı olarak değişmektedir ve yüksek sıcaklıklarda koku problemleri ve çözünmüş oksijen eksikliği gibi problemlerle karşılaşılabilir.



Şekil 4.28. Genel arıtma elektriksel iletkenlik EC verimleri.

Elektriksel iletkenlik için de sıcaklıkta olduğu gibi mevzuatta bir sınır değeri bulunmamaktadır. Şekil 4.28’de görüldüğü gibi arıtma tesisine gelen atıksuların EC değerleri 9500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ile 12500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ olduğu görülmektedir. Bu dalgalanmanın OSB de üretimde kullanılan kimyasallardan kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Çıkış değerlerindeki ortalama %20’lik artışın ise nötralizasyon sırasında dozlanan kimyasallardan kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.29. Genel arıtma pH verimleri.

Atıksuyun arıtma girişindeki pH değeri Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde üst sınır olarak belirtilen 9'dan daha yüksek ve ortalama 10 civarındadır. Arıtma tesisinde gerçekleştirilen nötralizasyon işlemi ve biyolojik süreçler sonrasında bu değer ortalama pH 8'e kadar düşmektedir. Böylece mevzuatta belirtilen pH 6-9 aralığında bir çıkış suyu elde edilmektedir (Şekil 4.29).

4.6 Arıtma Veriminin Korunması ve Arttırılması İçin Alınması Gereken Tedbirler

4.6.1 pH değişimleri

Arıtma veriminin korunması ve artırılması için pH değerleri salınımlar gerek deşarj standartlarını gerekse biyolojik arıtım için gerekli optimum koşulların sağlanmasını zorlaştırmaktadır. pH'da ki bu değişimleri düzenlemek için öncelikle tesislerin pik salınım yapmamaları konusunda planlama yapılması ve tesislerde kimyasal dökülmelere karşı taşma havuzları oluşturularak suya kullanılmayan kimyasalların karışması engellenmelidir. Bu sistem işletmelere maddi yönden kazanç sağlarken, arıtma tesislerinde de pH salınımlarını engelleyerek verimin stabil kalmasına katkıda bulunacaktır.

4.6.2 Çözünmüş oksijen eksikliği ve sıcaklık değişimi

Suda oksijenin çözünmesi sıcaklık ile ters orantılı olarak değişmektedir. Sıcaklığın düşmesi çözünmüş oksijenin sudaki derişimini arttırırken kimyasal veya biyokimyasal reaksiyonlarında yavaşlamasına sebep olabilmektedir. Tesislerden gelen atıksuların kanalizasyona verilebilmesi için 40 °C' den az olması istenmektedir. OSB de bulunan tesislerin %90'nı tekstil üretimi ve baskı boyama işlemleri gerçekleştirmektedir. Boyahanelerde kumaşa boyanın işlenmesi için yüksek sıcaklıkta sularda belli reçetede kullanılan boyalarla belli zamanlarda işlem yapılması gerekmektedir. Sıcaklık ve sürelerin tutturulmaması işlemin tekrar yapılması veya renk tonunun ayarlanamaması gibi problemlere yol açabilmektedir. Sıcak suların sıklıkla kullanıldığı bu tesislerde ısı geri kazanım sistemlerinin olması yararlı olmaktadır. Böylece hem enerji verimliliği sağlanmakta hem de arıtma tesisinde proseslerinin yüksek sıcaklıktan etkilenmesinin önüne geçilmektedir.

4.6.3 F/M oranı

F/M oranı aktif çamur proseslerinde önemli bir parametredir ve çamur yükü olarak ta tanımlanmaktadır. Birim zamanda havuza giren suyun BOI_5 değerinden besi maddesi miktarı (F) bulunur. Havuzdaki mikroorganizmaların kg olarak kuru ağırlığı bize mikroorganizma miktarını (M) verir. Klasik aktif çamur sistemleri için çamur yükü 0,3; nitrifikasyon gerçekleştiren tesisler için 0,05 olmakla birlikte uygulamada bu değerler 0,05 ile 1 Kg BOI_5 /Kg AKM.gün arasında değişmektedir (Samsunlu, 2011) Etkin bir arıtımın gerçekleştirilebilmesi için F/M oranının belirtilen bu değerlerde olması gerekmektedir.

4.6.4 C/N/P oranı

Arıtımı gerçekleştiren bakterilerin besinsel gereksinimleri büyük önem taşır, çünkü besinler büyümeye yönelik temel hücresel yapı taşlarını sağlar ve hücrenin biyokimyasal ve metabolik reaksiyonları çalıştıran enzimleri ve kofaktörleri sentezleyebilmesini sağlar.

C/N/P oranı gereksinimi, farklı türler tarafından biyolojik bozuşmayı sağladıkları için aerobik ve anaerobik bakteriler için farklıdır. Aerobik parçalanmanın gerçekleştiği reaktörlerde C/N/P oranı=100/ 5/ 1 kabul edilir (Nas ve Uyanık, 2021). Biyolojik arıtımın gerçekleştiği aktif çamur sisteminde de mikroorganizmalar için gerekli karbon, azot ve fosfor oranının belirtilen değerde olması artma verimini arttıracaktır.

4.6.5 Geri devir oranı

Aktif çamur sistemlerinde havalandırma havuzunda belirli bir miktarda mikroorganizmayı bulundurmak için, çöktürme tankından elde edilen çamurdan bir kısmı havalandırma havuzuna geri devir edilir. Geri devredilen çamur debisinin, havalandırma havuzuna giren atıksu debisine oranına çamur geri devir oranı denir (Nas ve Uyanık, 2021). Aktif çamur havuzunda istenilen mikroorganizma konsantrasyonunu sağlamak için bu oran artırılıp azaltılabilmelidir.

4.6.6 Çamur yaşı

Arıtma işlemi sonrasında oluşan aşırı çamur; çamur yaşının artmasına çamur çökme özelliklerinin zayıflamasına ve mikrobiyolojik kütle faaliyetlerinde düzensizliklere sebep olmaktadır. Oluşan fazla çamurun sistemli ve düzenli olarak tesisten alınması tesisin düzenli çalışması açısından çok değerli ve zorunludur. Böylelikle havuzlardan flock kaçmasını ve septik durumların olması engellenir (Öz, 2009).

4.6.7 Mekanik ekipmanlarda oluşabilecek işletme problemleri

Arıtmanın mekanik kısmını pompalar, ızgaralar, öğütücüler, sıyırıcılar, havalandırıcılar vb. makineler oluşturmaktadır. Mekanik aksamalarda oluşan arızalar, büyük ve tıkayıcı maddelerin sisteme gelmesi sonucu yük kaybının artması, ekipman hataları ve gerekli bakım kontrollerin belli periyotlarda yapılmaması gibi sebeplerden kaynaklanmaktadır.

Fiziksel bir ön arıtmanın verimsiz olması da blower, pompa gibi ekipmanların zarar görmesine neden olabilir. Bu sebeple arıtma tesislerinin işletme ve projelendirmesi, atıksu özelliği ve iklim şartları düşünülerek uygun ve doğru tarzda yapılmalıdır (URL-3).

4.6.8 Çamur kabarması

Çamur kabarması filamentli bakterilerin yüksek miktarda olmasıdır. Bu durumda mikroorganizmalar etkili bir şekilde çökelemez ve istenilen arıtma verimi sağlanamaz. Aktif çamur içerisinde bir miktar filamentli bakteri bulunması flock oluşumu için oldukça yararlıdır. Filamentli bakteri eksikliği küçük, kolaylıkla parçalanabilen (toplu – iğne başı biçiminde) flock oluşmasına sebep olur (Öztürk, 2007). Bu durumda F/M oranı kontrol edilmeli veya selektör tanklar kullanılarak filamentli mikroorganizmaların oluşumu engellenmelidir (Samsunlu, 2011).

4.6.9 Köpük oluşumu

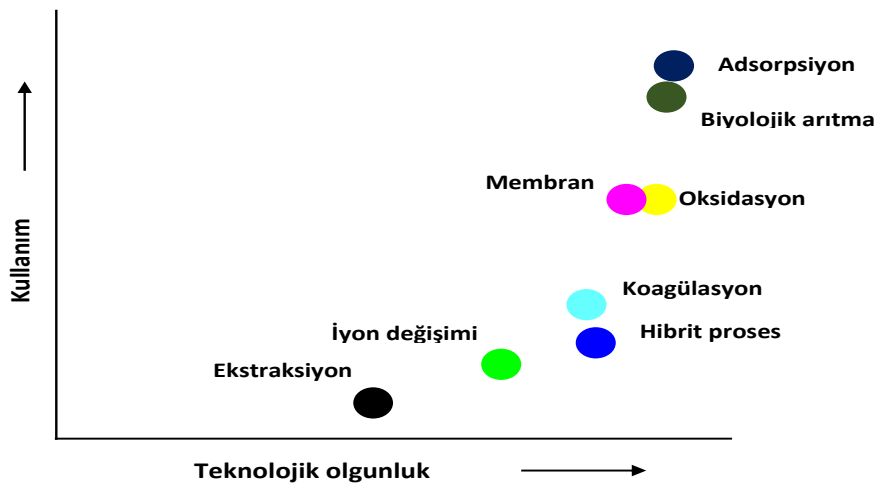
Havalandırma havuzu köpüklenmesi, sorun oluşturabilir. Köpüklenmenin; polisakkaritler, deterjanlar ve aşırı havalandırmalardan olmaktadır (Sanal, 2007)

4.6.10 Koku problemi

Arıtma tesislerinde bazı proseslerde anaerobik koşulların oluşması veya atıksu içeriğine bağlı olarak koku problemleri ile karşılaşılabilir. Koku problemlerin yaşanmaması tesisin kapasitesinin üzerinde yükleme yapılmaması, difüzör, aeratör ve blower gibi havalandırma ekipmanlarının bakımlarının düzenli yapılması ve çamur çekirme zamanlarının iyi ayarlanması gerekmektedir.

4.7 Alternatif Arıtma Proseslerinin Değerlendirmesi

Atıksu arıtma tesislerinde alternatif olabilecek proseslerin seçiminde teknolojik olgunluk analizi oldukça önemlidir. Bu analiz sayesinde tercih edilecek prosesin teknolojik olgunluğa ulaşmış veya sektörde kullanımı konusunda bilgi vermektedir. Şekil 4.30’da atıksu arıtma tesislerinin teknolojik olgunluk analizi verilmiştir (Ranade ve Bhandari, 2014).



Şekil 4.30. Atıksu arıtma tesisi teknolojik olgunluk analizi.

Buna göre Adsorpsiyon ve biyolojik proseslerin ticari kullanım açısından güvenli bir şekilde yerleştiği ve aynı zamanda teknolojik olarak olgunlaştığı, böylece endüstride yaygın olarak kabul edilebilirliği görülmektedir. Membran ayırma, oksidasyon ve pıhtılaşma gibi işlemler teknolojik olarak daha az olgun kabul edilir ve endüstride kullanımlarını artırmak için malzeme açısından daha fazla gelişme gerektirmektedir. İyon değişimi ve ekstraksiyon, çeşitli sınırlamaları nedeniyle atık su arıtımında daha

az kullanıma sahiptir. Hibrit prosesler, teknolojik olarak yeterince olgun olmasına rağmen, endüstride daha az uygulanabilirliğe sahiptir. Bunun nedeni, bu tür sistemlerin tasarımı ve uygulanması konusunda farkındalık ve bilgi eksikliği olarak görülmektedir (Ranade ve Bhandari, 2014).

DOSB Atıksu Arıtma Tesisi proseslerinde elde edilen verimler ve literatürde yer alan çeşitli temel işlem ve proseslerin BOİ₅, KOİ, AKM, TP, Org. N ve NH₃-N giderim verimleri Çizelge 4.5'te karşılaştırmalı olarak verilmiştir (Eroğlu, 2015). Giderilecek kirletici türüne göre tercih edilebilecek alternatif arıtma yöntemi bu tablo kullanılarak belirlenip gerekli fizibilite çalışmaları yapılabilir.

Çizelge 4.5. Atıksu arıtımında kullanılan temel işlem ve proseslerin arıtma verimleri.

Temel İşlem veya Proses	Giderme Verimi					
	BOİ ₅	KOİ	AKM	TP	Org. N	NH ₃ -N
Ön Çöktürme	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0
DOSB Fiziksel Arıtma	-	11-25	45-58	0	52-56	
Klasik Aktif Çamur	80-85	80-85	80-90	10-25	15-50	8-15
DOSB Biyolojik Arıtma	-	78-88	63-73	96-83	50-55	
Damlatmalı Filtre	60-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15
Dezenfeksiyon	az	az	az	az	az	az
Ön Tasfiye veya İkinci Kademe Tasfiyeden Sonra Yumuşaklaştırma ve Çöktürme	40-70	40-70	50-80	70-90	50-90	0
Tek kademeli Nitrifikasyon	80-95	80-90	70-90	10-15	75-85	85-95
Ayrı Kademe Nitrifikasyon	50-70	50-60	az	-	40-50	90-96
Ayrı Kademe Denitrifikasyon	az	az	az	az	az	az
Amonyak Sıyırma	0	-	0	0	-	60-70
Kırılma Noktası Klorlaması	-	-	0	0	60-85	80-90
İyon Değiştirme	0	0	0	0	0	90-95
Filtrasyon	20-50	20-50	60-80	20-50	50-70	0
Karbon Adsorpsiyonu	50-85	50-85	50-80	10-30	30-50	-
Ters Ozmoz	90-100	90-100	-	90-100	90-100	60-90
Elektrodializ	20-60	20-60	-	-	80-95	30-50

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Denizli Organize Sanayi Bölgesi'nde 910 m²'si kapalı, 16.450 m²'si açık olmak üzere toplam 28.836 m² yüzölçümlü alan üzerine kurulu olan, endüstriyel ve evsel nitelikli atıksu arıtım faaliyeti gösteren Merkezi Atıksu Arıtma Tesisinde yer alan proseslerin mevcut durumu değerlendirilerek, kirleticilerin gideriminde alternatif olabilecek proses ve temel işlemlerin verimleri hakkında bilgi verilmiştir.

1998 yılında işletmeye alınan ve günümüzde halen işletmeye devam edilen tesis fiziksel (mekanik), kimyasal, biyolojik arıtma ile çamur susuzlaştırma proseslerinden oluşmaktadır ve 42.000 m³/gün kapasiteye sahiptir. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği standartlarına göre arıtılan atıksu kuru dere yatağı alıcı ortamına deşarj edilmez. Arıtma tesisinde işletme sonucu açığa çıkan arıtma çamurları, burgu preste katyonik polimer ve kireçle susuzlaştırılarak ilgili yönetmeliklere uygun olarak bertaraf edilmektedir.

Fiziksel arıtma ünitesi kaba ızgara, kum ve yağ tutucu, dengeleme havuzu, terfi istasyonu ve ince ızgara proseslerinden oluşmaktadır. Fiziksel arıtmanın önemli bileşenlerinden olan ince ızgara ile kum ve yağ tutucunun performansını doğrudan ortaya koymak amacıyla beş farklı tarihte numuneler alınarak AKM ve yağ-gres analizleri yapılmıştır. Ortalama 524 mg/L AKM değeriyle ince ızgaraya gelen atıksu yaklaşık %65'lik katı madde giderimi sonrasında 184 mg/L seviyelerine düşmektedir. 15 dakika alıkonma süresine sahip havalandırılmalı kum ve yağ tutucuya 23,40 mg/L ile 36,9 mg/L arasında değişen yağ-gres konsantrasyonlarında gelen atıksu yaklaşık %50 giderim verimi ile birlikte 16 mg/L seviyelerine kadar düşmektedir. Fiziksel arıtma sonrasında biyolojik arıtmadan da geçen atıksu tesis çıkışında 6 mg/L yağ-gres konsantrasyonuna kadar düşmektedir ve tesis genelinde yaklaşık %80 oranında yağ gres giderim verimi elde edilmektedir.

Kimyasal arıtma ünitesi nötralizasyon havuzu, hızlı karıştırma havuzu, yavaş karıştırma havuzu ve kimyasal çöktürme havuzu proseslerinden oluşmaktadır. Ancak biyolojik arıtım neticesinde çıkış standartlarına ulaşılabilirdi için burada nötralizasyon prosesi aktif olarak kullanılmaktadır. Biyolojik arıtma ünitesi havalandırma havuzu, biyolojik çöktürme havuzu, geri devir istasyonu, havalandırma havuzu girişi, çamur yoğunlaştırma havuzu proseslerinden oluşmaktadır.

Tesis proseslerinin genel verimini ortaya koymak amacıyla üç farklı tarihte arıtma girişi, ince ızgara çıkışı, biyolojik arıtma girişi (nötralizasyon çıkışı), havalandırma havuzu çıkışı ve biyolojik çöktürme çıkışından (deşarj) alınan numunelerde KOİ, AKM, TP, TN ve Renk analizleri yapılmıştır.

2500 mg/ L KOİ konsantrasyonu ile tesise giriş yapan atıksu %93'lük bir arıtma verimi ile 157 mg/L seviyesine düşürülebilmektedir. Farklı zamanlarda yapılan analizlerde ortalama %88'lik bir giderim verimi ile 177 mg/L çıkış KOİ konsantrasyonu elde edilmiştir. Bu değerler mevzuatta belirtilen 400 mg/L sınır değerinin oldukça altındadır.

Ortalama 763 mg/L AKM konsantrasyonuna sahip atıksu 200 mg/L lik yasal sınırın altında 128 mg/L lik çıkış değeriyle alıcı ortama deşarj edilmektedir. AKM gideriminin büyük bir kısmı fiziksel ön arıtma ve biyolojik çöktürme proseslerinde gerçekleşmektedir.

Giriş TP konsantrasyonunun 0,3 mg/L ile 0,5 mg/ L arasında değişmektedir. Yönetmeliğe göre 2 mg/L sınır değerinde olan TP giriş suyunda bile bu değer altındadır.

Yaklaşık 50 mg/L ile 65 mg/ L TN konsantrasyonu ile arıtma tesisine gelen ve ortalama 10 mg/L ile deşarj edilen atıksu 20 mg/L lik sınır değeri sağlamaktadır.

Tekstil endüstrisi atıksularının en önemli ortak özelliklerinden olan renk tesiste %85'lik bir arıtma verimiyle 200 Pt-Co sınır değerinin altına düşerek ortalama 156 Pt-Co ile deşarj edilmektedir.

Atıksu arıtma tesislerinde alternatif olabilecek proseslerin seçiminde tercih edilecek prosesin teknolojik olgunluğa ulaşmış ve sektörde yaygın şekilde kullanılıyor olması gerekmektedir. Hibrit prosesler, teknolojik olarak yeterince olgun olmasına rağmen, endüstride daha az uygulanabilirliğe sahiptir.

Sonuç olarak DOSB Merkezi Atıksu Arıtma Tesisinde kimyasal arıtım uygulanmadan sadece fiziksel ve biyolojik arıtma prosesleriyle bile mevzuatta belirtilen sınır değerlere rahatlıkla ulaşılabilir. Aşırı kirlilik yükünün gelebileceği durumlarda kimyasal arıtma ünitesi devreye alınarak istenilen arıtma

verimi sağlanabilir. Tesiste yer alan proseslerin arıtma verimleri alternatif olabilecek proses verimleriyle kıyaslandığında oldukça yüksek verimlerine sahip olduğu gör÷lmektedir.



EKLER

EK A. 24-25 Kasım, 29-30 Kasım ve 6-7 Aralıkta yapılan ölçümler



Çizelge A.1. 24-25 Kasım tarihinde yapılan ölçümler.

SIRA NO	PARAMETRE	BİRİM	Numune 1 (24.11.2021 -09:00) Giriş	Numune 2 (24.11.2021 -13:00) İnce Izgara Çıkışı	Numune 3 (24.11.2021- 13:00) Nötralizasyon Çıkışı	Numune 4 (25.11.2021- 13:00) Havalandırma Çıkışı	Numune 5 (25.11.2021 -17:00) Deşarj
1	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/L	1041	922	915	280	199
2	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	607	298	348	130	128
3	Toplam Fosfor	mg/L	0,308	2.34	3.10	0,375	0,111
4	Toplam Azot	mg/L	56.7	27.3	20.5	25,9	10,2
5	Sıcaklık	°C	27.9	18.8	32.8	28.5	26.3
6	İletkenlik	µS	9560	11080	11.880	13220	13260
7	Renk	PtCo	990	501	502	448	143
8	pH	---	9.68	8.87	7.86	8.34	8.08

Çizelge A.2. 29-30 Kasım tarihinde yapılan ölçümler.

SIRA NO	PARAMETRE	BİRİM	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4	Numune 5
			(29.11.2021 -09:30) Giriş	(29.11.2021- 13:30) İnce Izgara Çıkışı	(29.11.2021- 13:30) Nötralizasyon Çıkışı	(30.11.2021- 13:30) Havalandırma Çıkışı	(30.11.2021- 17:30) Deşarj
	Kimyasal						
1	Oksijen İhtiyacı (KOI)	mg/ L	1842	1594	1.302	354	175
2	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/ L	810	342	416	190	122
3	Toplam Fosfor	mg/ L	0,512	2.10	2.58	1.10	0,422
4	Toplam Azot	mg/ L	51,0	24.6	19.4	22.4	9,4
5	Sıcaklık	°C	30.4	19.2	33.8	29.3	24.0
6	İletkenlik	µS	12510	11540	11.400	12940	12980
7	Renk	PtC o	1100	635	621	559	188
8	pH	---	10.50	8.95	7.72	8.40	8.13

Çizelge A.3. 06-07 Aralık tarihinde yapılan ölçümler.

SIRA NO	PARAMETRE	BİRİM	Numune 1	Numune 2	Numune 3	Numune 4	Numune 5
			(06.12.2021- 08:00) Giriş	(06.12.2021- 12:00) İnce Izgara Çıkış	(06.12.2021- 12:00) Nötralizasyon Çıkışı	(07.12.2021- 12:00) Havalandırma Çıkışı	(07.12.2021- 16:00) Deşarj
1	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	2.463	1827	1342	298	157
2	Askıda Katı Madde (AKM)	mg/L	873	481	508	140	134
3	Toplam Fosfor	mg/L	0,428	2.41	2.81	1.04	0,432
4	Toplam Azot	mg/L	64.7	28.4	21.8	23.0	9.9
5	Sıcaklık	°C	28,4	18.3	31.4	28.7	26,2
6	İletkenlik	µS	10320	11420	12.280	12800	12.760
7	Renk	PtCo	1241	549	568	386	138
8	pH	---	9.45	9.07	8,40	8.12	8.01

KAYNAKLAR

- Baburşah, S., 2004. Tekstil endüstrisi atıksularının geri kazanımı ve yeniden kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bayülken, Y., 2017. Organize Sanayi Bölgeler, Küçük Sanayi Siteleri ve Teknoparklar Oda Raporu Yayın No 675.
- Bulut, F., 2011. Tekstil endüstrisinde atıksuların entegre membran arıtma sistemi ile arıtımı ve geri kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Canbaz, Ş., 2015. Taşıt enjektörü üreten bir firmadan kaynaklanan atıksularda azot ve fosfor giderim veriminin artırılmasının araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ceylan, A. ve Şimşek İ. 2021. Industrial wastewaters characteristics and selection of treatment processes, International Congress on Art and Design Research and Exhibition, Niğde, Turkey, 1532-1539.
- Çalışır, M., 2010. Ardışık kesikli aktif çamur sisteminde arıtılmış sentetik tekstil terbiyesi atık sularında renk giderimi ve ekonomik analizi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Çiğdem, A., 2019. Tokat belediyesi atıksu arıtma tesisinin işletme ve performans yönünden değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Demirkol, M., 2021. Evsel ve endüstriyel atıksu arıtma tesislerinin enerji verimlilikleri, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük.
- Eker, A. ve Çiner F., 2004. Sivas OSB’inde atıksu karakterizasyonu ve arıtma alternatifleri, Fen ve Mühendislik Dergisi 6, 3, 97-112.
- Eroğlu, V., 2015. Atıksuların Tasfiyesi, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Yayın No: 4, Ankara.
- Kaykioğlu, G. ve Debik E., 2006. Color removal from textile wastewater with anaerobic treatment processes, Sigma, 63.
- Köymen, S., 2019. Aksaray ili evsel atıksu karakteristiğine etki eden faktörlerin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray.
- Li, X. ve Zhang, R., 2002. Aerobic treatment of dairy wastewater with sequencing batch reactor systems. Bioprocess Biosystem Engineering 25, 103-109.

- Moustafa, K., 2019. Mezbahalardan kaynaklanan atıksuların arıtılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Namal, O.Ö., 2017. Sulu çözeltiden modifiyeli kayısı çekirdeği kabuğu ile metilen mavisi boyasının giderimi, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Nas, B. ve Kocamemi, B., 2021. İlk ve birincil arıtma proseslerinin işletilmesi, atıksu arıtma tesisi sorumlu müdürlük online eğitimi, Ankara, Modül 3, 19.
- Nas, B. ve Uyanık S., 2021. Atıksu arıtım esasları, Atıksu arıtma tesisi sorumlu müdürlük eğitimi, Ankara, Modül 1, 32-34.
- Oktav, E. ve Özer, A., 2014. Zeytinyağı endüstrisi atıksularının fiziksel ön arıtımı, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Öz, A., 2009. Atıksu arıtma tesislerinde verimlilik kontrolü ve işletme sorunları, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli.
- Öztürk, İ., 2007. Filamentli Bakterilerin Sebep olduğu Kabarma ve Şişme Problemleri, Yüksek Lisans Tezi, SÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Öztürk, İ., Timur, H. ve Koşakan, U., 2005. Atıksu arıtımının esasları evsel, endüstriyel atıksu arıtımı ve arıtma çamurlarının kontrolü, İstanbul.
- Ranade, V.V., ve Bhandari V.M., 2014. Industrial wastewater treatment, recycling, and reuse, Butterworth-Heinemann, Elsevier.
- Samsunlu, A., 2011. Atıksuların Arıtılması, Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Sanal, İ., 2007. Tekstil endüstrisi biyolojik atıksu arıtma tesisi mikrobiyolojik karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Sarı, İ., 2005. Kahramanmaraş (Merkez) evsel ve endüstriyel atıksularının toplanıp uygun bir arıtma yöntemi seçilerek arıtılması, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- T.C. Resmi Gazete, Organize Sanayi Bölgeleri Kanunu (24021 sayılı) 12.04.2000, 2.
- TÜİK, 2021. Türkiye İstatistik Kurumu, 16.12.2021 tarih ve 37197 sayılı haber bülteni.
- Üstün, G. ve Solmaz S., 2007. Bir organize sanayi bölgesi atıksu arıtma tesisinden çıkan atıksuların tarımsal amaçlı sulama suyu olarak yeniden kullanılabilirliğinin araştırılması, Ekoloji, 15, 62, 55-62.

Yavaş, Ö., 2021. Otomotiv endüstrisi kaynaklı atıksuların pac ve demir koagülantı ile arıtılabilirlik ve işletme giderleri yönüyle karşılaştırılması, Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 4,1, 33-40.

Yazıcı, E., 2016. Atık su arıtma tesisi performansının incelenmesi ve çıkan KOİ değerini etkileyen parametrelerin belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

Yıldırım, N., 2016. Sakarya ili kentsel atıksu arıtma tesisinin koliform bakteri giderim veriminin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.

URL-1

<<https://www.dsi.gov.tr/Sayfa/Detay/754#:~:text=G%C3%BC%C3%BCm%C3%BCz%20teknik%20ve%20ekonomik%20%C5%9Farlar%C4%B1,po tansiyeli%20y%C4%B1lda%20ortalama%20toplam%20112>>, Erişim Tarihi:28.04.2022.

URL-2 < <https://www.sanayi.gov.tr/sanayi-bolgeleri/organize-sanayi-bolgeleri-hizmetleri>>, Erişim Tarihi:28.04.2022.

URL-3 < <https://bilgicevre.com.tr/blog/aritma-tesislerinde-isletme-problemleri> > , Erişim Tarihi:28.04.2022.

URL-4 <<https://www.dosb.org.tr/merkezi-atıksu-arıtma-tesisi>>, Erişim tarihi: 29.01.2022.

URL-5 <<https://www.dosb.org.tr/kurumsal/tarihce>>, Erişim tarihi: 29.04.2022.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Ahmet CEYLAN

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, 2003-2008

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, 2019-

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1. Erbakır Elektrolit Bakır Mamulleri A.Ş. / Yaz Stajı
2. Dentaş Kâğıt Sanayi A.Ş. / Yaz Stajı

TEZDEN ÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER

1. Ceylan A., Şimşek İ., 2021. Industrial Wastewaters Characteristics and Selection of Treatment Processes, International Congress on Art and Design Research and Exhibition, Niğde, Turkey, 1532-1539.