

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ FEN
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAYSERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSU
ARITMA TESİSİNDE TASARIM VE MEVCUT DURUM
KARŞILAŞTIRMASI**

**Tezi Hazırlayan
Mehmet KARAKAYA**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Hakan DULKADİROĞLU**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2021
NEVŞEHİR**

**T.C.
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ FEN
BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KAYSERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSU
ARITMA TESİSİNDE TASARIM VE MEVCUT DURUM
KARŞILAŞTIRMASI**

**Tezi Hazırlayan
Mehmet KARAKAYA**

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Hakan DULKADİROĞLU**

**Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

**Eylül 2021
NEVŞEHİR**

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve tez çalışmam süresince tüm bilgilerini benimle paylaşmaktan kaçınmayan. Her türlü konuda desteğini benden esirgemeyen ve tezimde büyük emeği olan Sayın Hocam Dr. Öğr. Üyesi Hakan DULKADİROĞLU'na, maddi ve manevi olarak her zaman desteklerini hissettiren değerli Aileme ve teknik yardımlarından dolayı Kayseri OSB Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederim.



**KAYSERİ ORGANİZE SANAYİ BÖLGESİ ATIKSU ARITMA TESİSİNDE
TASARIM VE MEVCUT DURUM KARŞILAŞTIRMASI
(Yüksek Lisans Tezi)**

Mehmet KARAKAYA

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Eylül 2021

ÖZET

Organize Sanayi Bölgeleri (OSB)'nde atıksu arıtma tesisinin projelendirilmesi aşamasında genellikle kapasite doluluk oranı düşük olmakta ve boşlukların hangi sektörden, kaç işletme ile doldurulacağı belli olmamaktadır. Ölçümlerle ya da benzer örneklere göre belirlenen atıksu miktar ve özellikleri, OSB doluluk olarak tam kapasiteye ulaştığında ve/veya işletmelerde değişiklikler olduğunda değişebilmekte ve deşarj limitlerinin sağlanmasında sorun yaşanabilmektedir. Bu çalışmada, OSB'lerde ortak atıksu arıtma tesislerinin proje aşamasında esas alınan atıksu miktar ve özelliklerinin zamanla işletme sayısı ve sektörlerine bağlı olarak değişimi ve bunun arıtma tesisi performansı üzerine etkileri Kayseri OSB örneği üzerinden incelenmiştir. 1999'da kurulan bölgede özellikle 2013 sonrasında önemli gelişme sağlanmış, 353 olan toplam işletme sayısı 2017 yılında 1165'e yükselmiştir. Bununla birlikte, tasarımda ilk etap için 40.000 m³/gün olarak esas alınan debi değerine henüz ulaşılmadığı ve mevcut debinin 28.000 – 30.000 m³/gün aralığında değiştiği, atıksu karakterizasyonu için de 2008'de tespit edilen değerlerin son 5,5 yılda ölçülen değerlerle büyük oranda uyumlu olduğu görülmüştür. Dolayısıyla deşarj limitlerinin sağlanmasında herhangi bir sorun yaşanmamaktadır.

Anahtar kelimeler: OSB, endüstriyel atıksu, atıksu arıtımı
Tez Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hakan DULKADİROĞLU
Sayfa Adeti: 80

**COMPARISON OF DESIGN AND CURRENT STATE OF KAYSERI
ORGANIZED INDUSTRIAL ZONE WASTEWATER TREATMENT PLANT
(M. Sc. Thesis)**

Mehmet Karakaya

**NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

September 2021

ABSTRACT

In the stage of wastewater treatment plant design, the fullness ratio of capacity of Organized Industrial Zones (OIZ) are generally low and it is not known that how many and what kind of installation will be take place in there. Wastewater amount and characterization, which are determined based on measurements or similar cases, could change when OIZ reaches full capacity and/or installations change, so some problems in fulfilling discharge standards maybe occur. In this study, changes in the wastewater amount and characterization taken into account for treatment plant design depending on the changes in number and sectors of installations with time and its effects on treatment plant performance was investigated on Kayseri OIZ example. The zone established in 1999 developed especially after 2013 and total installation number increased from 353 to 1165. However, it was determined that wastewater flowrate has not been reached to the design value of 40.000 m³/d for first stage and it is about 30.000 m³/d. Also, wastewater characterization determined in 2008 is largely similar with the values measured in last 5,5 years. Therefore, there is not any problem in fulfilling discharge standards.

Keywords: OIZ, industrial wastewater, wastewater treatmentThesis Supervisor: Assist.
Prof. Dr. Hakan DULKADİROĞLU
Page Number: 80

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	i
TEZ BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
SİMGE VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	xv
1. BÖLÜM	
1. GİRİŞ.....	1
2. BÖLÜM	
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Organize Sanayi Bölgesi.....	3
2.1.1. Türkiye’de ve dünyada OSB uygulamaları.....	3
2.1.2. OSB’lerin Amaç ve Hedefleri.....	4
2.1.3. Türkiye’de Organize Sanayi Bölgelerinin Gelişimi.....	5
2.2. OSB’lerde Atıksu Yönetimi	7
2.3. Atıksu Arıtma Tesislerinde İşletme Problemleri.....	11
3. BÖLÜM	
3. MATERYAL VE YÖNTEMLER.....	12
3.1. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi.....	12
3.2. KOSB Atıksu Arıtma Tesisi.....	13
3.3. Atıksu Arıtma Tesisi Üniteleri.....	14
3.3.1. Fiziksel Arıtma.....	15
3.3.2. Kimyasal Arıtma.....	16

3.3.3. Biyolojik Arıtma.....	18
3.3.4. Atık Çamur Prosesleri	21
3.3.5. İşletme.....	21
3.4. Yöntem.....	22
4. BÖLÜM	
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	23
4.1. İşletme Sayı ve Türleri.....	23
4.2. Ham Atıksu Özellikleri.....	24
4.3. Arıtılmış Atıksu Özellikleri.....	31
5. BÖLÜM	
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	38
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	45
EKLER.....	46

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1. Kayseri OSB’de farklı yıllara ait sektörel dağılım.....	23
Tablo 2. Atıksu arıtma tesisi tasarımında esas alınan atıksu özellikleri.....	24
Tablo 3. Farklı OSB’lerin atıksu karakterizasyonlarının karşılaştırması.....	31
Tablo 4. SKKY - Tablo 19: Karışık Endüstriyel Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları, Küçük ve Büyük Organize Sanayi Bölgeleri ve Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler.....	32



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye genelinde OSB'lerin dağılımı	6
Şekil 2. OSB'lerde atıksu yönetim seçenekleri.....	8
Şekil 3 : Kayseri Organize Sanayi Bölgesi (KOSB).....	12
Şekil 4. Kayseri OSB yerleşim planı.....	13
Şekil 5. Kayseri OSB Atıksu Arıtma Tesisi (AAT)'nin görünümü.....	14
Şekil 6 . KOSB atıksu arıtma tesisi.....	14
Şekil 7. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu ünitesi.....	15
Şekil 8. Giriş debi ölçüm sistemi: Parshall savağı ve ultrasonik seviye sensörü.....	16
Şekil 9. Yavaş karıştırma (flokülasyon) ünitesi.....	17
Şekil 10. Anaerobik/selektör tank	18
Şekil 11. Anoksik/aerobik reaktör.....	19
Şekil 12. Son çökeltim havuzu.....	20
Şekil 13. Belt filtre ünitesi.....	21
Şekil 14. Kayseri OSB'de elektrik, su ve doğalgaz tüketimlerinin yıllara bağlı değişimi.....	24
Şekil 15. Arıtma tesisi girişinde ölçülen pH değerleri.....	26
Şekil 16. Arıtma tesisi girişinde ölçülen AKM değerleri.....	26
Şekil 17. Arıtma tesisi girişinde ölçülen KOİ değerleri.....	26
Şekil 18. Arıtma tesisi girişinde ölçülen toplam azot (TN) değerleri.....	27
Şekil 19. Arıtma tesisi girişinde ölçülen toplam fosfor (TP) değerleri.....	27
Şekil 20. Arıtma tesisi girişinde ölçülen toplam krom (Cr) değerleri.....	28
Şekil 21. Arıtma tesisi girişinde ölçülen krom VI (Cr6+) değerleri.....	28
Şekil 22. Arıtma tesisi girişinde ölçülen kurşun (Pb) değerleri.....	28
Şekil 23. Arıtma tesisi girişinde ölçülen toplam siyanür (CN-) değerleri.....	29
Şekil 24. Arıtma tesisi girişinde ölçülen demir (Fe) değerleri.....	29
Şekil 25. Arıtma tesisi girişinde ölçülen florür (F-) değerleri.....	29
Şekil 26. Arıtma tesisi girişinde ölçülen bakır (Cu) değerleri.....	30
Şekil 27. Arıtma tesisi girişinde ölçülen çinko (Zn) değerleri.....	30
Şekil 28. Arıtma tesisi girişinde ölçülen sülfat (SO ₄ ²⁻) değerleri.....	30
Şekil 29. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen pH değerleri.....	33
Şekil 30. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen AKM değerleri.....	33
Şekil 31. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen KOİ değerleri.....	33

Şekil 32. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen TN değerleri.....	34
Şekil 33. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen TP değerleri.....	34
Şekil 34. Arıtma tesisi çıkışında toplam krom (Cr) değerleri.....	35
Şekil 35. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen krom VI (Cr6+) değerleri.....	35
Şekil 36. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen kurşun (Pb) değerleri.....	35
Şekil 37. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen siyanür (CN-) değerleri.....	36
Şekil 38. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen demir (Fe) değerleri.....	36
Şekil 39. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen florür (F-) değerleri.....	36
Şekil 40. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen bakır (Cu) değerleri.....	37
Şekil 41. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen çinko (Zn) değerleri.....	37
Şekil 42. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen sülfat (SO42-) değerleri.....	37

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AAT	Atıksu arıtma tesisi
OSB	Organize Sanayi Bölgesi
KOSB	Kayseri Organize Sanayi Bölgesi
TASS	Tarımsal Amaçlı Sulama Suyu
GSYİH	Gayri safi yurt içi hasıla
GES	Güneş Enerji Santrali



BÖLÜM 1

GİRİŞ

İnsanların başlıca ekonomik ve kalkınma faaliyetlerinden birisi uzun yıllar boyunca sanayi olmuştur. Sanayi faaliyetleri 19. yüzyılda İngiltere'den başlayarak dünyanın birçok bölgesine zamanla yayılarak birçok ülkenin gelişmesinde önemli bir rol oynamıştır. Sanayileşme süreci doğal kaynaklardan faydalanmayı ve hammaddenin hızlı bir şekilde işlenmesini sağlayarak ülkelerin ekonomik refahını zamanla artırmıştır. Organize sanayi bölgeleri (OSB) ile ilgili ilk uygulamalar 1896'da İngiltere'de gerçekleştirilmiştir. ABD'de 1899'da ilk OSB uygulamaları özel sektör tarafından yapılmıştır [1]. OSB endüstrileşme sonucu sanayiden kaynaklanan çevresel problemlerin artışının önlenmesi ve/veya ortadan kaldırılması ve toplumun ekonomik açıdan farklılaşan bölgeler arası kalkınmanın sağlanmasını amaçlayan bir modeldir. Ülkemizde 1960 yılından itibaren OSB'lerin kurulma çalışmaları başlanmıştır [2]. Türkiye'de 1962'de Dünya Bankası'ndan alınan krediyle ilk OSB Bursa'da kurulmuştur [3].

Dünyada OSB'lerin hızla gelişmesine paralel olarak su kullanım miktarının artması, oluşan atıksu miktarlarını da arttırmaktadır. Atıksuların geri kazanılması ile tatlı su kaynaklarını korumakla birlikte deşarj edilen atıksuların zararları minimuma indirilmesini sağlamaktadır. Atıksu arıtma teknolojileri sayesinde endüstriyel ve evsel kaynaklı atıksuların tekrar kullanılması sağlanarak atıksuların olumsuz etkileri azaltılabilmektedir. Atıksuların artması ile arıtma ihtiyacını büyük bir önem teşkil etmektedir. Atıksuların arıtma tesislerinde geri dönüşüme kazandırılması için biyolojik arıtma ünitelerinin çalışması gerekmektedir. Ayrıca gelecek yıllarda toplumun artan su ihtiyaçlarının ve su kaynaklarının korunması gibi durumlar OSB'lerinin atıksu arıtma tesisinden çıkan atıksuların değerlendirilmesi ve kullanılabilmesi için su kalitesinin iyileştirilmesine yönelik araştırmalar önemlidir [4].

Bu çalışmada OSB kuruluş aşamasında tahmin ve/veya kabul edilen verilerle tasarlanan atıksu arıtma tesislerinin zaman içerisinde meydana gelen gelişmelerle kapasite ve arıtma prosesleri açısından debi ve kirlilik yüklerini karşılayamama deşarj limitlerini

sağlayamama ve bunlara bağılı olarak da revizyon ve kapasite artırım ihtiyaçlarının ortaya çıkışı sıkça yaşanan sorunlardandır. Bu bağılamda Kayseri Organize Sanayi Bölgesi (KOSB) atıksu arıtma tesisinin ilk yapıldığındaki ve bugünkü durumunun bölgedeki sanayi tesisleri ve üretilen atıksu miktar ve özellikleri ile birlikte incelenmesi ve değerlendirilmesi yapılacaktır.



BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. Organize Sanayi Bölgesi

2.1.1. Türkiye’de ve dünyada OSB uygulamaları

Dünyada OSB’lerin gelişimi ilk olarak 19. yüzyılın sonlarına doğru başlayan sanayileşme hareketleri belirli bir plan dâhilinde geliştirilmesinin sağlanması ve yerleştirilmesinin öneminin anlaşılması ile OSB uygulaması İngiltere’de görülmüştür. 20. Yüzyılın başlarında ise başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere diğer gelişmiş ülkelerce de OSB uygulamasına başlanmıştır. Ayrıca bölgedeki işletmeler şehirlerin merkezine yakın plansız bir biçimde artması sanayi bölgelerinin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Kuzey Amerika’da 19. yüzyılın ortalarında tekstil imalathanelerinin beraber bulunması sonucu sanayi bölgelerinin ilk örneklerini oluşturmaktadır. ABD’de özel sektör tarafından Chicago şehrindeki Central Manufacturing ve Clearing isimli iki sanayi bölgesi modern anlamda sanayi bölgelerinin ilk örneklerinin olduğu fikrini güçlendirmektedir. Sanayicilerin ilk alt yapının geliştirilmesi amacı arsa ihtiyaçlarının karşılanması ve bu bölgelerde özel firmaların kar elde etmeleri amaçlanmıştır. İkinci Dünya Savaşı’nın başlamasıyla beraber başlayan dönemde OSB’lerin yatırım uygulamaları devlet tarafından desteklenmeye başlanmıştır. Az gelişmiş ülkelerde bu süreç küçük ve orta ölçekli işletmelerin geliştirilmesi devlet yatırımı olarak uygulanmaya başlamıştır [6-3].

OSB’lerin Batı’da geliştirilmesi ve uygulanmaya başlanması birbirinin yan ürünü olan ve sanayilerin birbirini tamamlaması belli bir program çerçevesinde kar artışını sağlayarak üretim yapmalarını sağlamaktadır. Sanayi bölgelerinin ortaya çıkması ile hem üretim hem de yatırım maliyetlerini en aza indirerek sektörün yatırım yapmasını kolaylaşmasını sağlamaktadır. Ülkemizde ekonomik kalkınmanın ve sanayileşme süreci Cumhuriyet dönemi ile birlikte yoğunluk kazanmaya başlanmıştır. Sanayileşme Cumhuriyet’in ilk yıllarında özel kesimin girişimlerine bırakılmış ancak gerek mali gücünün yetersizliği gerekse deneyim yoksunluğu nedeniyle özel kesim bu görevi beklenen şekilde yerine getirememiştir. Dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de OSB’leri sanayileşme

sürecinde önemli bir unsur olmuştur. Ülkemizde OSB gelişimi 1961 yılında dönemin hükümeti tarafından dünya bankasından alınan krediyle desteklenmeye başlanmıştır [7,8].

2.1.2. OSB'lerin Amaç ve Hedefleri

OSB'ler kurulan bölgelerdeki amacı hem bölgelerin/illerin kalkınmasına sanayinin yaygınlaştırılması, tarım alanlarının disipline edilmesi, çarpık yapılaşmanın önlenmesi, sanayi gruplarının birbirini desteklemesinin yanı sıra birbirinin ana ürünün dışında diğer yan ürünlerini de üreten işletmelerin bir arada üretim yapmalarının sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca ulusal açıdan ekonomik gelişime olumlu yönde katkı sağlamalarının yanı sıra toplumun sosyal ve yaşam standartlarının gelişmesine ve kuruldukları bölgelerde istihdamın arttırmalarına da katkı sağlanması amacıyla kurulmuştur [9].

Ayrıca OSB'ler;

1. Sanayinin disipline edilmesi,
2. Şehrin planlı gelişmesine katkıda bulunulması,
3. Birbirini tamamlayıcı ve birbirinin yan ürününü teşvik eden sanayicilerin bir arada ve bir program dahilinde üretim yapmalarıyla, üretimde verimliliğin ve kar artışının sağlanması,
4. Sanayinin az gelişmiş bölgelerde yaygınlaştırılması,
5. Tarım alanlarının sanayide kullanılmasının disipline edilmesi,
6. Sağlıklı, ucuz, güvenilir bir altyapı ve ortak sosyal tesisler kurulması,
7. Müşterek arıtma tesisleri ile çevre kirliliğinin önlenmesi,
8. Bölgelerin devlet gözetiminde, kendi organlarınca yönetiminin sağlanması [7].

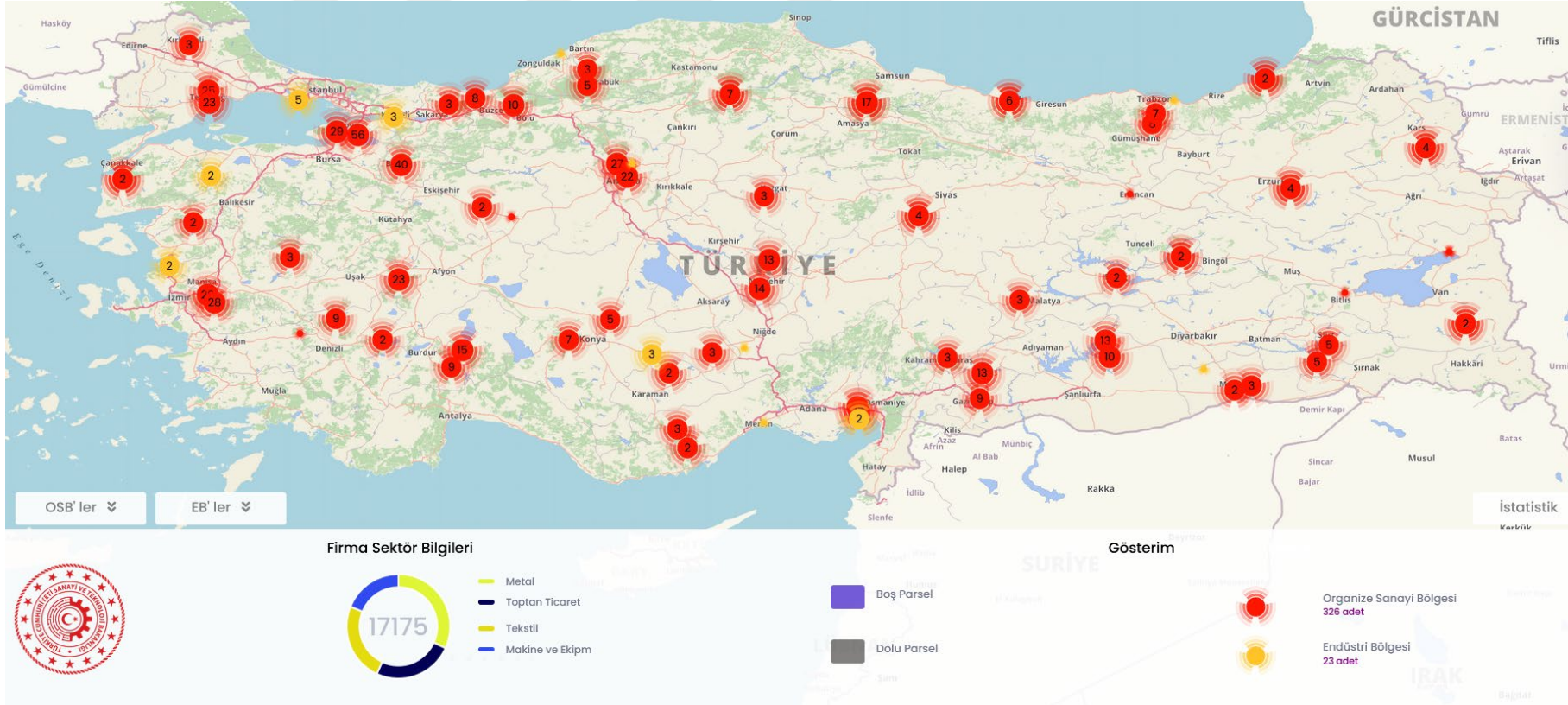
4562 sayılı OSB Kanunu'nun uygulama usul ve esaslarını belirlemek üzere hazırlanan OSB Uygulama Yönetmeliği 01.04.2002 tarihli ve 24713 sayılı Resmi Gazete 'de yayımlanmıştır. Ancak gerek OSB tüzel kişiliklerinden ve OSB Üst Kuruluşundan gerekse Sivil Toplum Kuruluşlarından ve OSB içinde yer alan müteşebbislerden muhtelif zamanlarda sözlü ve yazılı olarak Bakanlığa intikal eden talep ve sorunların değerlendirilmesi sonucunda mevcut yönetmelikte tespit edilen eksikliklerin giderilmesi

ve yeni ihtiyaçların karşılanması ile ekonomik, sosyal ve çevresel fayda sağlanması amaçlarıyla yönetmelikte bazı değişiklikler yapılmıştır.

Yapılan değişiklikler doğrultusunda yeniden hazırlanan OSB Uygulama Yönetmeliği 02.02.2019 tarihli ve 30674 sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir [7].

2.1.3. Türkiye’de Organize Sanayi Bölgelerinin Gelişimi

1931 yılında ilk sanayileşme çalışmalarının uygulamaya konulması için “I. Beş Yıllık Sanayi Planı” çerçevesinde yürütülmesi planlanan sanayi alt yapısının oluşturulması çalışmalarına başlanmıştır. Kamu girişimciliğinin ön planda tutulduğu I. Sanayi Planı döneminde Etibank, Denizcilik Bankası, Sümerbank gibi kuruluşlar faaliyete geçmiştir [7]. Ülkemizde 1961 yılında dönemin hükümeti tarafından OSB fikri olan ilk rapor hazırlandı. Raporla çerçevesinde OSB’lerin sanayileşme alanında sağlayacağı faydalar belirtilerek Bursa ilinde ilk pilot OSB oluşturulması önerilmektedir. Bursa’da sanayileşme adımıyla 1964 yılından itibaren Bartın, Manisa, Konya ve Ankara illerinde de OSB planları yapıldı. Uzun vadeli hedefler dâhilinde toplumsal kalkınmanın gerçekleştirilmesi, ekonomik dengenin kurulması, sanayileşmeye önem verilmesi, belli bir hızda büyüme sağlanması gibi planlar yapılmıştır. Belirlenen planlar doğrultusunda; sanayinin geliştirilmesi amacıyla ülkemizde uygulamaya konulan birçok teşvik uygulamaları OSB’nin kurulması için başlanmıştır. Kurulan OSB’lerin gelişim sürecine baktığımızda; sanayi bölgesinin uygulanmaya başladığı 1962 yılından beri OSB sayısı 1975 yılında 5 iken 2021 yılına gelindiğinde Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı verilerine göre Türkiye’deki OSB sayısının 326’ya ulaşmıştır (Şekil 1) [8,10].

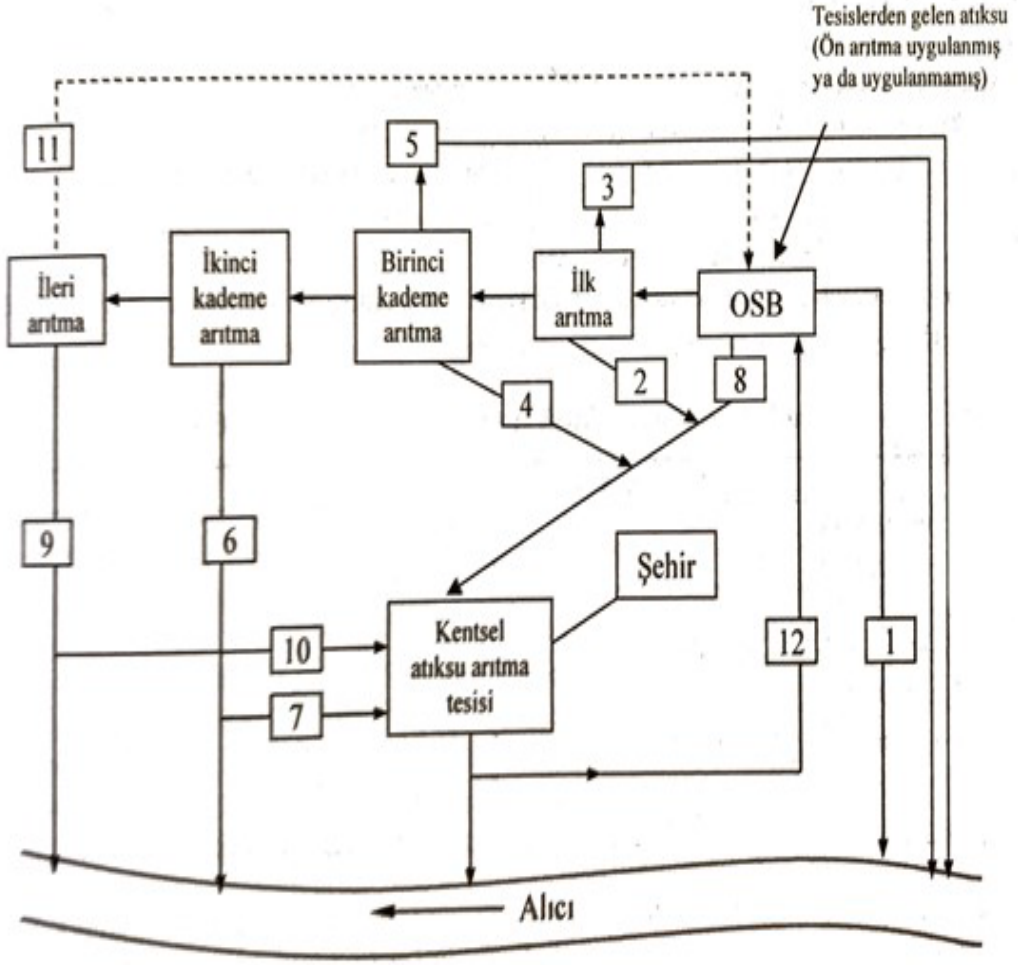


Şekil 1. Türkiye genelinde OSB'lerin dağılımı [11]

2.2. OSB'lerde Atıksu Yönetimi

OSB'lerin amaç ve hedefleri arasında sayılan ve atıksuların ortak bir arıtma tesisinde arıtımını vurgulayan 7. madde çevrenin korunması açısından öne çıkmaktadır. Çevre Kanunu Madde 11 – (Değişik: 26/4/2006-5491/8 md.) “Üretim, tüketim ve hizmet faaliyetleri sonucunda oluşan atıkların alıcı ortamlara doğrudan veya dolaylı vermeleri uygun görülmeyen tesis ve işletmeler ile yerleşim birimleri atıklarını yönetmeliklerde belirlenen standart ve yöntemlere uygun olarak arıtmak ve bertaraf etmekle veya ettirmekle ve öngörülen izinleri almakla yükümlüdürler.” hükmünü içermektedir [12]. Bu hüküm özellikle maliyet anlamında işletmeler için yük oluşturmaktadır [13] ve işletmelerin de bundan kaçınmaya çalışmaları söz konusu olabilmektedir. Oysa OSB Uygulama Yönetmeliği Madde 66 (1), OSB yönetimini atıksu altyapı tesislerinin inşası, bakımı ve işletilmesinden sorumlu tutmaktadır [14]. Böylece birçok işletmenin atıksularının arıtımı ve denetimi aynı çatı altında toplanarak çok daha etkin bir çevre koruma faaliyeti yürütülebilmektedir. Nitekim Trakya Bölgesi'ndeki çarpık sanayileşme sonucu Ergene Havzası'nda yaşanmakta olan büyük çevre sorunlarının ana kaynağı işletmelere ait münferit atıksu arıtma tesislerinin verimli işletilememesi, denetlenmesindeki zorluklar ve yasadışı deşarjlardan kaynaklanmıştır. Günümüzde bu sorunun çözümüne yönelik olarak bu bölgedeki işletmelerin ıslah OSB'ler halinde birleştirilerek, atıksularının toplanması ve ortak arıtma tesislerinde arıtılması yönünde çalışmalar sürmektedir [15].

Atıksu yönetimi açısından OSB yönetimlerinin önünde farklı seçenekler mevcuttur. Şekil 2'de verilen bu seçenekler, bölgeye özgü mevcut koşullar göz önünde bulunularak değerlendirilip uygulanabilir.



Şekil 2. OSB'lerde atıksu yönetim seçenekleri [16]

Şekil 2’de görülen numaralara karşılık gelen seçenekler şunlardır [16]:

1. Hiç arıtma yapmadan alıcı ortama vermek
2. Ön arıtmadan sonra evsel atıksular ile ortak arıtma
3. Ön arıtmadan sonra deşarj
4. Birinci kademe arıtmadan sonra ortak arıtma
5. Birinci kademe arıtmadan sonra deşarj
6. İkinci kademe arıtma ve deşarj
7. İkinci kademe arıtmadan sonra ortak arıtma
8. Ön arıtma yapmadan ortak arıtma
9. İleri arıtmadan sonra deşarj
10. İleri arıtmadan sonra ortak arıtma
11. İleri arıtılmış atıksuyun tekrar kullanılması
12. Ortak arıtılmış atıksuyun tekrar kullanılması

Günümüzde OSB’lerde bölgenin tüm atıksularının toplanıp ortak arıtma tesisinde arıtılması uygulaması genel olarak yaygındır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı 2018 verilerine göre Türkiye’deki planlama ve kuruluş aşamasındakilerle birlikte toplam 310 OSB’nin 100’ünde ortak arıtma tesisi mevcut iken, 52 OSB atıksularını belediyelerin kanalizasyon sistemine deşarj etmektedir. Kanalizasyona bağlı OSB’lerden sadece 3’ü arıtma yaptıktan sonra deşarj yapmaktadır [17].

OSB’ler “karma” ve “ihtisas” olmak üzere iki farklı şekilde yapılandırılabilir. Farklı sektörlerde faaliyet gösteren tesislerin yer aldığı OSB’ler karma olarak isimlendirilirken; aynı sektör grubunda ve bu sektör grubuna dahil alt sektörlerde faaliyet gösteren tesislerin yer aldığı veya lojistik amacıyla kurulan OSB’ler ihtisas OSB olarak anılmaktadır [14]. Birbirinden farklı sektörlerde üretim yapan işletmelerin atıksularının da miktar ve özellik açısından sahip olacağı farklılıklar atıksu arıtımında önemli zorluklara neden olabilmektedir. Bu bakımdan ihtisas OSB’lerin daha avantajlı durumda olduğunu söylemek mümkündür. Diğer taraftan, gerek karma, gerekse ihtisas olsun, OSB Uygulama Yönetmeliği Madde 66’ya göre “Katılımcıların faaliyetleri sonucu açığa çıkan atıksuların OSB kanalizasyonuna deşarj edilebileceği sınır değerlerini belirleyen Kanala Deşarj Standartları OSB yönetimlerince tespit edilir” [14]. Dolayısıyla kanal ve arıtma sistemini güvenle işletebilmek için OSB yönetimleri gereken durumlarda ön arıtma yapılmasını isteyebilir ve işletmeleri denetleyebilir. Böylece ortak arıtma tesisinde yaşanabilecek sorunların önüne kısmen de olsa geçilebilir.

Fakat bu yetkiyi kullanma konusunda karar alırken seçenekleri teknik ve idari olmak üzere iki yönden değerlendirebilir. Teknik olarak; atıksuya özgü kirleticilerin ön arıtma ile giderilmesi, ortak arıtma tesisinde giderilmesinden daha ekonomiktir. İdari açıdan ise, Fakat bu durumda ön arıtma tesislerinin denetlemesi gerekecek ve bu da OSB yönetimlerine ek getirecektir. Maliyet nedeniyle sanayicilerin ön arıtmayı gerektiği gibi yapmama ihtimali karşısında yönetimin de etkin bir denetim yapamayacağı endişesi idari yönden ön arıtma yapmama tercihinə yönlendirebilmektedir [18].

Özellikle karma OSB'lerde atıksu arıtımı açısından bir diğer zorluk da, bölgedeki işletmelerin sayı ve sektörlerinin zaman içerisinde değişim göstermesidir. Özellikle atıksu arıtma tesisinin projelendirilmesi aşamasında genellikle OSB'lerde kapasite doluluk oranı düşük olmakta ve bu boşlukların hangi sektörden, kaç işletme ile doldurulacağı da belli olmamaktadır. Dolayısıyla bir takım tahminler üzerinden atıksu miktar ve özellikleri belirlenip, arıtma tesisi de bu değerler üzerinden tasarlanmaktadır. OSB doluluk olarak tam kapasiteye ulaştığında veya zaman içerisinde bazı işletmeler kapanıp başkaları üretime başladığında, başlangıçta yapılan tahminlerden çok farklı durumlarla karşılaşılabilir. Bu durumda atıksuların deşarj limitlerini sağlayacak şekilde arıtılmasında gerek arıtma tesisinin kapasitesi, gerekse uygulanan arıtma prosesleri açısından zorluklar yaşanabilmektedir.

Son yıllarda genel olarak atık yönetiminde benimsenen kaynak geri kazanım yaklaşımı, atıksu yönetiminin de bu anlayışla ele alınmasını sağlamaktadır. Başta atıksuyun arıtıldıktan sonra tekrar kullanımı olmak üzere, giderilen kirleticilerin de geri kazanılarak değerlendirilmesi yönünde çalışmalar hem kentsel, hem de endüstriyel atıksular üzerinde yürütülmektedir. Geri kazanım amaçlandığında, deşarj kriterlerini sağlamaya yönelik arıtma prosesleri ihtiyaç duyulan su kalitesine ulaşmak için doğal olarak yetersiz kalmaktadır. Bu durumda ozonlama, basınçlı kum filtresi, ultrafiltrasyon, ters osmoz, iyon değişimi ve membran biyoreaktörler gibi ileri arıtma yöntemlerinin uygulanması yönündeki çalışmalar OSB atıksuları üzerinde de yürütülmektedir [19-23].

2.3. Atıksu Arıtma Tesislerinde İşletme Problemleri

Gelişmiş ülkelerde atıksu arıtımı ile ilgili iki temel zorluk ortaya çıkmaktadır. Birincisi kaynak tüketimini azaltarak ve/veya atık suların geri dönüşüm sürecinin çevresel sürdürülebilirliğini artırması, ikincisi bu hizmeti çalıştırmanın ekonomik maliyetini en aza indirilmesinin sağlanması [24].

Örneğin; AB-27'de çevre koruma hizmetleri kapsamında atık ve atık su yönetimi. toprağın dekontaminasyonu gibi harcamalar 2019 yılı itibariyle GSYİH' nın yaklaşık %0.40'ı kadarını oluşturmaktadır [25]. Bu nedenle ekonomi her şeyden önce mevcut ekonomik krizde atık su arıtma tesislerinin (AAT) yönetiminde özel bir öneme sahiptir. Baskı boyama rafine etme kimyasallar, madencilik, yemekhaneler ilaçlar ve gıda işleme gibi endüstriler yüksek tuzlu atık su üretebilir. Baskı ve boyama uygulamalarından kaynaklanan atıksu, yüksek pH, yüksek bulanıklık, zayıf biyolojik bozunabilirlik ve klorür, ağır metaller, sülfat, sülfür ve nitrojen gibi inorganik kirleticiler içermektedir. Endüstrilerden kaynaklanan kirleticiler çok toksik olabilmektedir. Bu da bertaraf edilmeden önce arıtmayı zorunlu kılmaktadır. Ancak tüm bu küçük ölçekli endüstriler, yetersiz alan, işletilmesi için uzmanlaşmış insan gücü oluşması bakım sermaye maliyeti vb. gibi ihtiyaçlar bir arıtma tesisine sahip olmayı zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte, fiziksel ve kimyasal teknikler yüksek operasyonel maliyetler ve beklenen sonuçlara ulaşmada zorluk oluşturmaktadır [26,27].

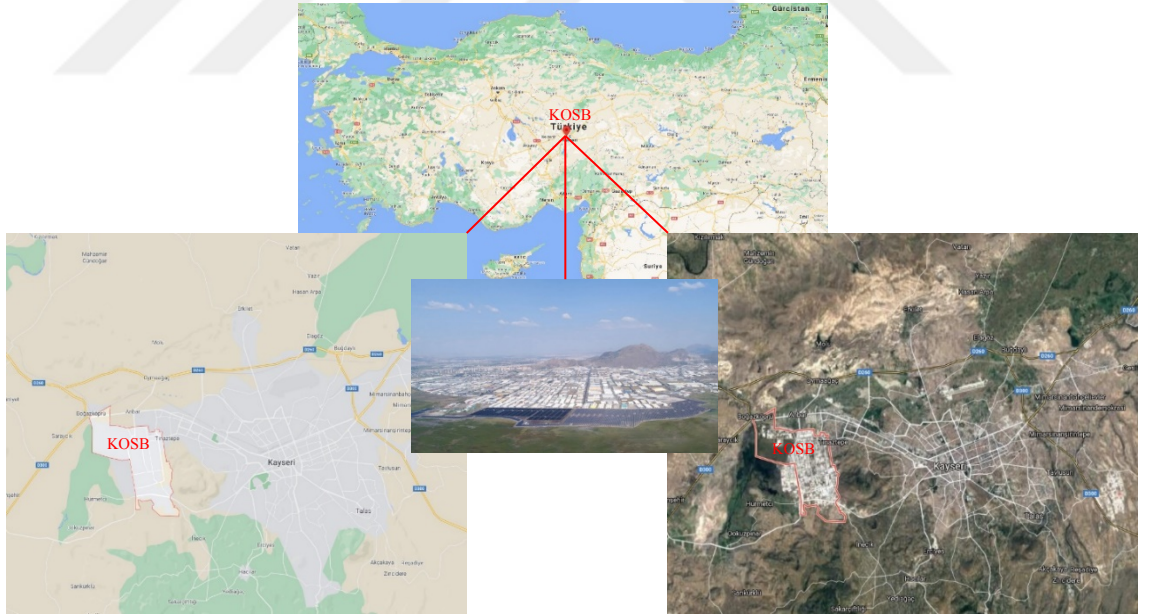
Yüksek enerji talebi ve kimyasalların kullanımı nedeniyle operasyonel zorluklar ortaya çıkmakta, arıtma performansı düşmekte ve işletme maliyeti artmaktadır [28].

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kayseri Organize Sanayi Bölgesi

Kayseri ilindeki üç OSB'nin ilki ve en büyüğü olan Kayseri OSB 1976 yılında kurulmuş, 1980 yılında faaliyete geçmiştir. Karma tipte bir OSB'dir. Şehir merkezine 13 km mesafede, 2199 hektar toplam alanda kurulu olan OSB'de sanayiye ayrılan alan 1578 hektardır (Şekil 3). Toplam parsel sayısı 1248 adet olup, 01.12.2020 tarihi itibarıyla sanayiye tahsis edilen 1211 adet parselin 1119'u üretimde, 39'u ise inşaat aşamasındadır (OBSÜK-OSB envanter 2021; ÇŞB OSB Envanteri, 2018) [29,30]. Toplam 1179 sanayi tesisinde yaklaşık 70 bin kişi çalışmaktadır. Günde yaklaşık 25 bin araç giriş-çıkışının olduğu Kayseri OSB, Türkiye'deki tüm OSB'ler içerisinde yatırım, istihdam, üretim ve ihracat bakımından ilk 10 içerisinde yer almaktadır [31].



Şekil 3 : Kayseri Organize Sanayi Bölgesi (KOSB)[32]

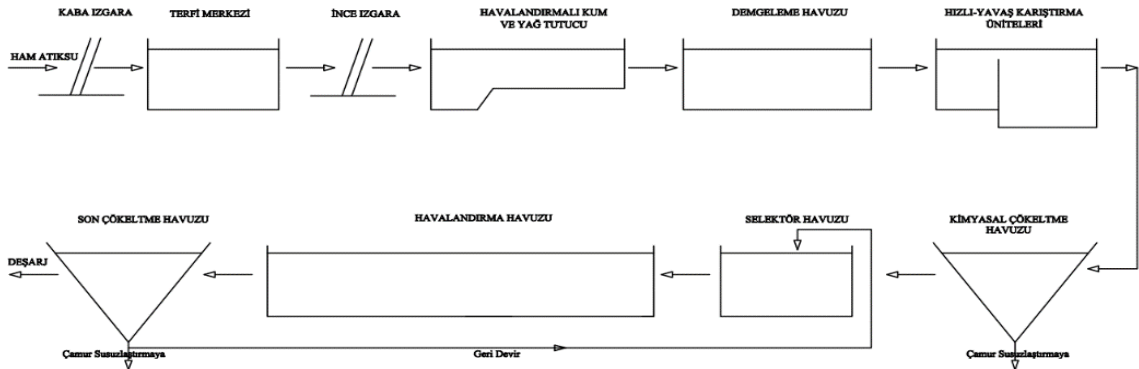
Deresi'ne deşarj edilmektedir. Dolayısıyla tesis Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Tablo 19'da verilen deşarj kriterlerine tabidir [35]. 19.04.2013 tarihinde Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan Atıksu Deşarjı İçin Çevre İzin Belgesi alınmıştır.



Şekil 5. Kayseri OSB Atıksu Arıtma Tesisi (AAT)'nin görünümü

3.3. Atıksu Arıtma Tesisi Üniteleri

Arıtma tesisi fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerden oluşmaktadır (Şekil 6) [35]. Giriş yapısı, kaba ve ince ızgaralardan sonra havalandırılmalı kum ve yağ tutucuya giren atıksu dengeleme tankında biriktirilmektedir. Sonrasında kimyasal arıtma ünitelerine gelen atıksu önce nötralizasyon, daha sonra koagülasyon ve flokülasyona tabi tutulmaktadır. Bu işlemler sonucunda oluşan floklar bir çöktürme tankında ayrıldıktan sonra biyolojik arıtmaya geçilmektedir. Karbon, azot ve fosfor giderimi yapmak üzere sırasıyla anaerobik, anoksik ve aerobik bölgelerden oluşan biyolojik reaktörden sonra son çöktürme tankında arıtılmış atıksu katı maddelerden ayrılarak deşarj edilmektedir. Sistemden atılan fazla çamur ise stabilize edilmek ve susuzlaştırılmak üzere çamur proseslerine verilmektedir.



Şekil 6 . KOSB atıksu arıtma tesisi [35]

3.3.1. Fiziksel Arıtma

Atıksu tesise Ø1400 mm'lik koruge boruyla iletilmekte ve ilk olarak kaba ızgaralardan geçmektedir. Bu ünite 2 adet 30 mm aralıklı otomatik temizlemeli ve 1 adet manuel kaba ızgara mevcuttur. Sonrasında atıksu 60.000 m³/gün kapasiteye göre tasarlanmış giriş terfi pompa merkezine gelir. Ultrasonik seviye sensörü ile kontrol edilen 4 adet 55 kW'lık ve 232 L/sn debiye sahip, frekans konvertörle çalışan dalgıç tip pompalar ile 12,4 m terfi ettirilerek ince ızgaralara iletilir [36].

Yine 60.000 m³/gün kapasiteli ince ızgara ünitesinde zaman ve ultrasonik seviye sensörü ile komuta edilen, 3 mm çubuk aralığına sahip 2 adet otomatik ve 1 adet de manuel temizlemeli ince ızgara mevcuttur. İnce ızgaradan sonra atıksular havalandırılmalı kum ve yağ tutucu ünitesine iletilmektedir [36].

Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu 60.000 m³/gün kapasiteli ve iki bölmeli olarak inşa edilmiştir. Özgül ağırlığı 0,3 g/cm³'ten düşük maddeler (yağ-gress, köpük vs.) yüzdürülürken, kum ve benzeri katı maddeler çökerek atıksudan ayrılır. Çökelen kum tanecikleri zaman ayarlı gezer sıyırıcı köprü vasıtasıyla kum çukuruna getirilip 2 adet kum pompası vasıtası ile kum ayırma ve yıkama ünitesine iletilir. Yağ haznesinde toplanan yağlar ise belirli aralıklarla çekilmektedir. Ünite havalandırma için 2 adet 15 kW'lık blower ve boru tipi difüzörler kullanılmaktadır. Bu ünite den çıkan atıksu Parshall savağından geçmektedir [36].



Şekil 7. Havalandırılmalı kum ve yağ tutucu ünitesi[36]

Parshall savağının genişliği 1,22 m olup, atıksuyun derinliği ultrasonik seviye sensörü yardımıyla ölçülmekte ve hesaplanan debi verileri çevrimiçi olarak SCADA sisteminden izlenmektedir [36].



Şekil 8. Giriş debi ölçüm sistemi: Parshall savağı ve ultrasonik seviye sensörü. [36]

Debi ölçümünden sonra fiziksel arıtmanın son ünitesi olan dengeleme tankı yer almaktadır. 10.000 m³/gün kapasiteye sahip dengeleme tankında 2 adet 15 kW gücüne sahip 3 kanatlı karıştırıcı kullanılmaktadır. Burada homojen hale getirilen atıksular, ultrasonik seviye sensörü ile kontrol edilen 2 adet 33,1 kW güce ve 232 L/sn debiye sahip frekans konvertörlü dalgıç tip pompa ile kimyasal arıtma ünitelerine iletilmektedir [36].

3.3.2. Kimyasal Arıtma

Kimyasal arıtmadaki amaç, suda çözülmüş veya askıda bulunan maddelerin fiziksel halini değiştirip çökelmelerini sağlamaktır. Kimyasal arıtma işleminde, uygun pH değerindeki atıksuya koagülant ve yardımcı koagülantlar (polielektrolit vb.) ilave edilerek flokleşme sağlandıktan sonra çöktürme uygulanır. Kimyasal nötralizasyon, hızlı karıştırma (koagülasyon) ve yavaş karıştırma (flokülasyon) olmak üzere 3 üniteden oluşmaktadır [36].

Nötralizasyon, asidik veya bazik atıksuyun pH değerinin koagülasyon için uygun aralığa getirilmesi amacıyla asit veya baz ilavesiyle yapılır. Sonraki aşamada ise belirlenen dozda koagülant ilave edilir ve hızlı karıştırma ile atıksuya homojen olarak dağılması sağlanır. Kendi halinde çökelemeyecek veya çok uzun sürede çökelebilecek boyuttaki partiküller koagülant ile sağlanan yük nötralizasyonu sonucu bir araya gelir ve boyutları büyür, flok oluşturmaya hazır hale gelir. Hızlı karıştırma işlemi, hidrolik bekletme süresi 10 dk olan, her biri 139 m³ hacimli 3 adet betonarme tankta, 1'er adet 2,75 kW güce sahip 3 bıçaklı ve karıştırma hızı 55 devir/dk olan jet tipi karıştırıcılar ile gerçekleştirilmektedir [36].

Yavaş karıştırma tanklarında atıksuya polielektrolit ilave edilerek flok oluşumu sağlanır. Bu amaçla her biri 20 dk hidrolik bekletme süresi ve 281 m³ hacme sahip olan 3 adet betonarme tankta, 0,75 kW güce 10 devir/dk karıştırma hızına sahip paletli karıştırıcılar kullanılmaktadır [36].



Şekil 9. Yavaş karıştırma (flokülasyon) ünitesi[36]

Yavaş karıştırma ile oluşturulan floklar kimyasal çöktürme tanklarında kendi ağırlıklarıyla çöker. 40.000 m³/gün kapasiteye göre 2 ayrı havuz olarak inşa edilen bu tankların çapları 27 m'dir. 1,5 m³/m².sa yüzey yüküne göre tasarlanan tankların hidrolik bekletme süresi yaklaşık 4,4 saattir. Tanklarda 2,1 m/dk hızla dönen, 0,75 kW gücünde ve 15 m uzunluğunda köpük ve çamur sıyırıcı bulunmaktadır. Sıyırıcı ile toplanan dipteki çamurlar mono pompalarla çekilerek çamur ara depolama tanklarına iletilmektedir [36].

3.3.3 Biyolojik Arıtma

Kimyasal çöktürme uygulanan atıksular cazibe ile dağıtım yapısından geçip anaerobik tanklara gelmektedir. Tesisin ilk kademesi için 40.000 m³/gün kapasiteye göre 2 adet inşa edilen bu tanklara son çöktürme tanklarının tabanından çekilen aktif çamur geri devrettirilmekte ve ham atıksu ile karıştırılmaktadır. Fosfor giderim prosesinin ilk aşaması olan bu anaerobik tankta fosfor biriktiren mikroorganizmalar (Phosphorus Accumulated Organisms – PAO) daha önce hücre içerisinde depoladıkları fosfatı ortama salarken, fermentasyonla oluşan uçucu yağ asitlerini hücre içerisinde polihidroksi bütirat (PHB) olarak depolarlar. 52,8 dk gibi kısa bir hidrolik bekleme süresine sahip bu tank aynı zamanda filamentli organizmaların üremesini engelleyerek aktif çamurun çökelme özelliklerini iyileştiren bir selektör olarak da görev yapmaktadır. Oksidasyon hendeği tipindeki anaerobik tankların hacmi 763 m³ olup, karışım 1'er adet 1,3 kW gücünde ve 2 bıçaklı muz tipi karıştırıcı ile sağlanmaktadır. Bu üniteye gelen atıksuyun toplam KOİ konsantrasyonu 1300 mg/L kabul edilmiş, bu durumda KOİ yükü 25.990 kg/gün olarak hesaplanmıştır. Aktif çamur konsantrasyonu (Mixed Liquor Suspended Solids – MLSS) 3000 mg/L olarak alındığında F/M oranı 10 kg KOİ/kg MLVSS olarak bulunmuştur [36].



Şekil 10. Anaerobik/selektör tank[36]



Şekil 11. Anoksik/aerobik reaktör[36]

İlk etap olan $40.000 \text{ m}^3/\text{gün}$ debi için her biri $20.000 \text{ m}^3/\text{gün}$ kapasiteye sahip oksidasyon hendeği tipinde 2 ayrı havuz olarak inşa edilen biyolojik arıtmanın ikinci ünitesi anoksik ve aerobik bölgeleri içermektedir. Anoksik bölgede denitrifikasyon, aerobik bölgede ise nitrifikasyon ile azot giderimi sağlanırken, anaerobik ortamda PAO'lar tarafından depolanan PHB aerobik ortamda tüketilerek, ortamdaki fosfor hücre bünyesinde depolanmaktadır [36].

Ünite girişindeki KOİ konsantrasyonu 1000 mg/L , KOİ yükü 17.000 kg/gün kabul edilmiş ve arıtma veriminin %85 olacağı öngörülmüştür. Çamur yaşı $\Theta_c = 15$ gün alınarak tasarlanmış olan havalandırma havuzlarının her birinin hacmi 22.500 m^3 , hidrolik bekletme süresi ise $\Theta_h = 27$ saattir. Tasarımda kabul edilen aktif çamur konsantrasyonu $\text{MLSS} = 2500 \text{ mg/L}$ 'dir. Aktif çamurun uçucu askıda katı madde olarak (Mixed Liquor Volatile Suspended Solids – MLVSS) konsantrasyonu 2386 mg/L olarak kabul edildiğinde, $F/M = 0,316 \text{ kg KOİ} / \text{kg MLVSS}$ olarak hesaplanmıştır. Günlük çamur üretiminin 4200 kg/gün ve katı madde oranı %0,75 alındığından $560 \text{ m}^3/\text{gün}$ olacağı hesaplanmıştır. Organik maddelerin giderimi için $6071 \text{ kg O}_2/\text{gün}$, nitrifikasyon için $1380 \text{ kg O}_2/\text{gün}$ olmak üzere, toplam oksijen ihtiyacı $7451 \text{ kg O}_2/\text{gün}$ olarak bulunmuş, emniyetli tarafta kalabilmek için $11.000 \text{ kg O}_2/\text{gün}$ olarak alınmıştır [36].

Aerobik bölümlere hava, frekans konvertörlü 3 adet 250 kW blower ile temin edilip, difüzörler vasıtasıyla iletilmektedir. Bu sistem oksijenmetreler ile kontrol edilerek

havuzdaki oksijen konsantrasyonu sabit tutulmaktadır. Anoksik havuzlarda ise su hareketini ve homojen karışımı sağlamak üzere 5'er adet 15'er kW'lık çift kanatlı 63 devir/dakika hıza sahip karıştırıcılar kullanılmaktadır [36].

Biyolojik reaktörden çıkan atıksu ve aktif çamur karışımı son çöktürme tankında birbirinden ayrılmaktadır. Bu amaçla 40.000 m³/gün kapasite için 2 ayrı çöktürme tankı inşa edilmiştir. 3500 mg/L çamur konsantrasyonu ve 150 SVI değerine göre sağlanması gereken yüzeysel hidrolik yük 0,78 m³/m².sa olarak alınmış ve bu durumda her bir tankın çapı 36,9 m olarak bulunmuştur. Derinlik 3 m olarak alınmış, böylece tank hacimleri 3208 m³, hidrolik bekletme süresi ise 3,85 sa olarak tasarlanmıştır. Havuzlarda 2,4 m/dakika dönme hızına sahip 0.75 kW gücünde ve 20 m uzunluğunda köpük ve çamur sıyrıcı bulunmaktadır [36].

Çökelen aktif çamurun bir kısmı 2 adet 232 L/sn kapasite ve 21 kW güce sahip dalgıç pompa kullanılarak geri devrettirilerek anaerobik tanklara verilir. Fazla çamur ise aktif çamur pompaları yardımıyla çamur ara depolama tanklarına aktarılır. Savaklardan tankı tankları terkeden arıtılmış atıksu, çıkış debi ölçüm sisteminden sonra 2 adet 232 L/sn'lik kapasiteye sahip pompalarla basılarak 2.5 km'lik 1400 mm'lik koruge borularla Vanvanlı Deresi'ne deşarj edilmektedir [36].



Şekil 12. Son çöktürme havuzu[36]

3.3.4. Atık Çamur Prosesleri

Kimyasal ve biyolojik proseslerden kaynaklanan çamurlar ayrı ara depolarda toplanıp, ayrı belt filtrelerde susuzlaştırılmaktadır. Ara depolamadaki amaç belt filtrelerin sürekli çalışmasını sağlamaktır. Susuzlaştırma verimini arttırmak amacıyla polielektrolit ilave edilen çamur depolama tanklarında karışım 2 adet 2.2 kW'lık ve 3 kanatlı dip karıştırıcılar ile sağlanmaktadır[36].

Depolardan 22 kW'lık toplam 4 adet mono pompa ile çekilen çamuru susuzlaştırmak için 4 adet 340 m³/h kapasiteli, ön yoğunlaştırmalı ve 12 tamburlu belt filtreler kullanılmaktadır. Susuzlaştırmadan ünitesinden katı madde oranı yaklaşık %35 olan 70 ton/gün çamur çıkmaktadır. Bu çamurlar Kayseri Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ)'ne ait çamur depolama sahasına gönderilmektedir[36].



Şekil 13. Belt filtre ünitesi[36]

3.3.5. İşletme

Arıtma tesisindeki tüm mekanik ekipmanın kontrolü SCADA sistemi kullanılarak sağlanmakta, tesisdeki herhangi bir ekipmanın çalışıp çalışmadığı, hangi zaman aralıklarında çalıştığı, arıza meydana geldiğinde arızanın türü ve niteliği hakkında tüm bilgiler çevrimiçi olarak izlenmektedir [36].

Tesiste bulunan laboratuarda OSB'lerin tabii olduğu SKKY – Tablo 19: Karışık endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarj standartları kapsamındaki tüm analizler düzenli olarak yapılmakta ve tesisin arıtma verimi sürekli kontrol edilmektedir[36].

3.4. Yöntem

Bu çalışmada öncelikle Kayseri OSB ve atıksu arıtma tesisine ait bilgi ve veriler OSB yönetimi ve arıtma tesisi yetkilileri ile görüşülerek ve literatür araştırması yapılarak toplanmıştır. Daha sonra elde edilen tüm bulgular zaman içinde işletme sayı ve türlerindeki değişimleri, bunların atıksu miktar ve özellikleri ile arıtma tesisi performansına etkilerini ortaya koymak üzere değerlendirilmiştir.



BÖLÜM 4

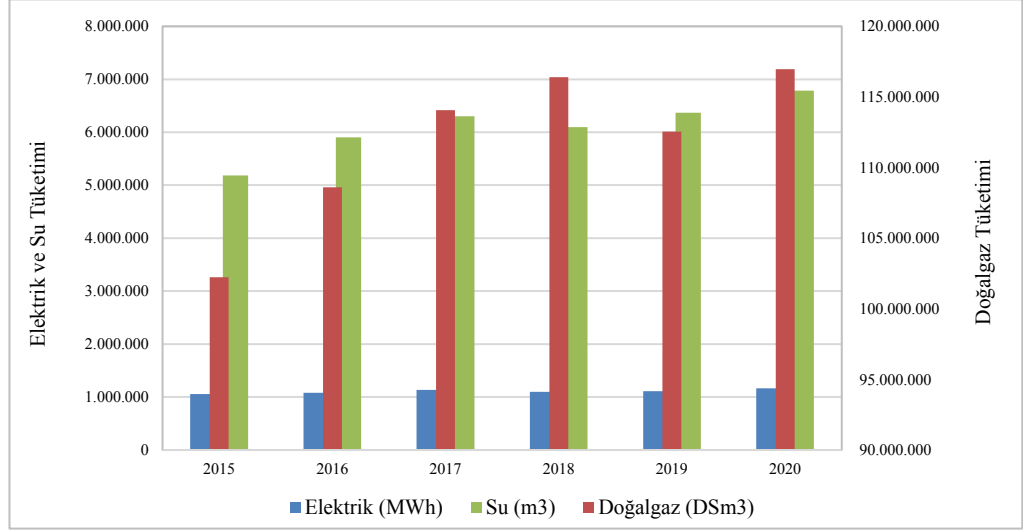
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

4.1. İşletme Sayı ve Türleri

Kayseri OSB’de faaliyet gösteren işletmelerin farklı yıllardaki toplam sayısı ve sektörlere göre dağılımı Tablo 1’de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi, geçmişe dönük olarak yeterli sayıda kayda ulaşmak mümkün olmadığı gibi, farklı kaynaklardan sağlanan verilerde de sektörel sınıflandırmada farklılıklar ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, genel anlamda 1999’dan 2019’a, 20 yıllık bir süreç içerisinde işletme sayısının 295’ten 1219’a çıktığı, ağırlıklı sektörlerin ise “ev eşyaları, elektrikli ev aletleri ve metal ürünler”, “mobilya-ahşap ürünler”, “inşaat yapı malzemeleri”, “ambalaj-plastik” ve “tekstil” olduğu görülmektedir. Ayrıca, atıksu arıtma tesisinin işletmeye alındığı 2013 yılı ile 2021 yılı karşılaştırıldığında, çeşitli sektörlerden 835 firmanın daha faaliyete geçmesiyle OSB’nin 3 katın üzerinde büyüme kaydettiği anlaşılmaktadır. Şekil 5’te ise 2015’ten 2020’ye OSB’deki yıllık toplam elektrik, su ve doğalgaz tüketimindeki değişim görülmektedir. Grafikteki verilere göre 6 yıl içerisinde elektrik tüketimi %10,4, doğalgaz tüketimi %14,4 ve su tüketimi %30,9 oranında artmış, en yüksek artış su tüketiminde meydana gelmiştir.

Tablo 1. Kayseri OSB’de farklı yıllara ait sektörel dağılım

Sektör	1999 [34]	2013 [37]	2017 [39]	2019 [35]	2021 [31]
Ambalaj - Plastik	20	-	123	124	122
Boya, kimya, kaplama ve temizlik ürünleri	7	-	23	48	18
Elektrik - Elektronik	-	-	40	46	46
Ev eşyaları, elektrikli ev aletleri ve metal ürünler	97	-	312	327	327
Gıda	16	-	51	53	53
İnşaat yapı malzemeleri	-	-	135	122	122
Kağıt-baskı ve reklam	-	-	37	34	34
Makina	11	55	54	51	51
Mobilya-ahşap ürünler	39*	216	258	279	279
Otomotiv yan sanayi	-	-	21	15	15
Tekstil	-	82	111	120	121
Diğer	105	-	-	-	-
Toplam	295	353	1165	1219	1188



Şekil 14. Kayseri OSB’de elektrik, su ve doğalgaz tüketimlerinin yıllara bağlı değişimi [38]

4.2. Ham Atıksu Özellikleri

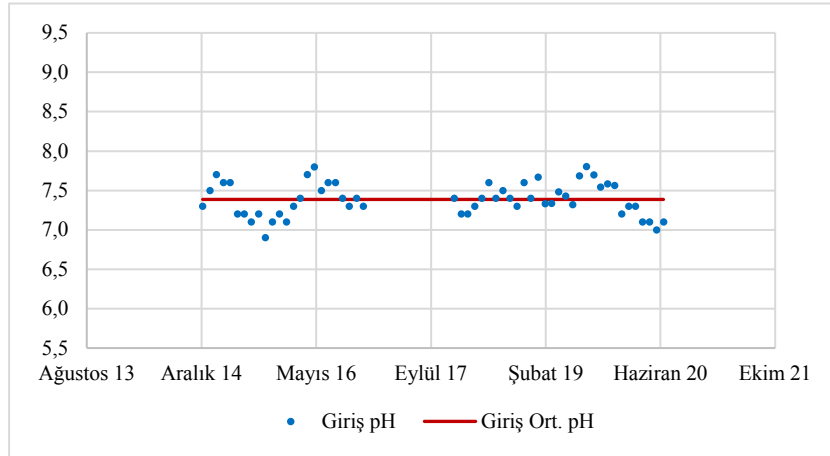
Kayseri OSB atıksu arıtma tesisi yetkililerinden alınan bilgi ve verilere göre; tesise gelen toplam kirlilik yükü %10-20 oranında evsel, %30 oranında tekstil ve %30 oranında kağıt fabrikaları ve geri dönüşüm tesislerinin atıksularından oluşmaktadır. 1. kademe atıksu debisi 40.000 m³/gün olarak projelendirilen tesise mevcut durumda gelen ortalama atıksu debisi 28.000 – 30.000 m³/gün aralığında değişmektedir [35]. Dolayısıyla mevcut kapasite ile tesise gelen atıksu debisi rahatlıkla karşılanmaktadır.

Arıtma tesisinin tasarımı için 2008 yılında Kayseri OSB’deki mevcut işletmelerden kaynaklanan ve belediye atıksu arıtma tesisine iletilen atıksulardan örnekler alınmış ve karakterizasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda tesis tasarımında esas alınmak üzere belirlenen atıksu özellikleri Tablo 2’de verilmiştir [42].

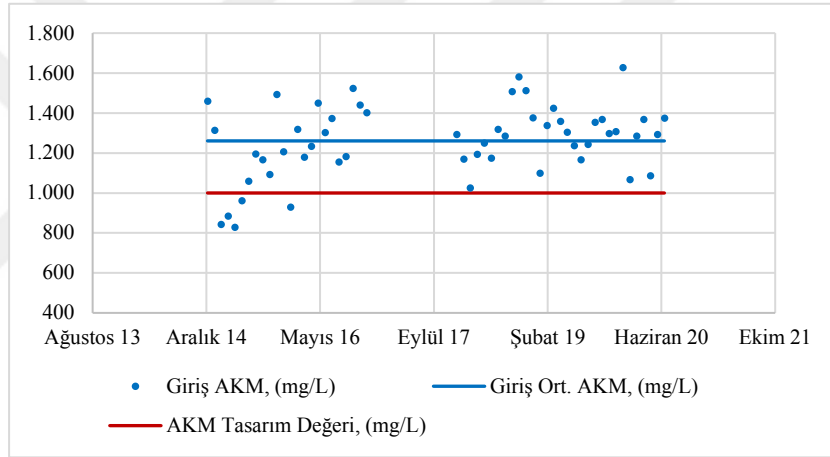
Tablo 2. Atıksu arıtma tesisi tasarımında esas alınan atıksu özellikleri [37]

Parametre	Tasarım Değeri
pH	-
Askıda Katı Madde (AKM), (mg/L)	1000
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), (mg/L)	1750
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ ₅), (mg/L)	630
Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), (mg/L)	30
Toplam Fosfor (TP), (mg/L)	11
Yağ ve Gres, (mg/L)	130

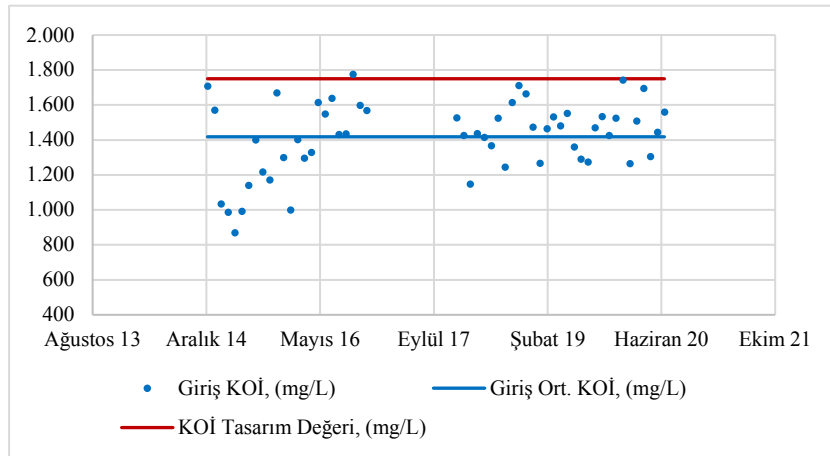
2015 Ocak ayı ile 2020 Temmuz ayı arasındaki dönemde atıksu arıtma tesis girişinde ölçülen pH, Askıda Katı Madde (AKM), Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Toplam Azot (TN) ve Toplam Fosfor (TP) parametrelerine ait aylık ortalama değerler ve genel ortalamaları, tasarımda esas alınan değerler ile birlikte Şekil 15-19'da grafikler halinde verilmiştir. Ancak belirtilen dönem içerisinde 2017 yılına ait veriler temin edilememiştir. Atıksu özellikleri incelendiğinde; ölçüldüğü dönem boyunca pH değerinin 6,9 – 7,8 arasında değiştiği ve ortalama değerin 7,4 olduğu görülmektedir. Ölçülen en yüksek ve en düşük pH değerleri arasında sadece 0,9 birim fark oluşmuş ve büyük bir değişkenlik göstermemiş, ayrıca tüm değerler arıtma öncesinde bile SKKY Tablo 19'da verilen deşarj limitleri olan pH 6-9 aralığında ölçülmüştür. Ölçülen AKM değerleri 830 – 1629 mg/L aralığında olup, sadece 2015 yılında artış meydana geldiği, sonrasında belirli bir artış veya düşüş eğilimi göstermediği söylenebilir. Ortalama konsantrasyon olan 1261 mg/L ile tasarımda esas alınan 1000 mg/L arasında %26 oranında fark oluştuğu görülmektedir. 870 – 1776 mg/L arasında değişen KOİ değerlerinin ortalaması 1418 mg/L olup, tasarımda esas alınan 1750 mg/L'den %19 kadar düşüktür. TN konsantrasyonları 23,1 – 45,1 mg/L arasında değişmiş ve ortalama değer 30,4 mg/L olarak gerçekleşmiştir. Her ne kadar tasarım TN değil, TKN üzerinden yapılmış olsa da, ham atıksuda okside olmuş azot türleri genellikle çok düşük olduğundan, bu iki parametreyi birbirine denk kabul edip karşılaştırmak büyük bir hata doğurmayacaktır. Dolayısıyla tasarım değeri olan 30 mg/L TKN ile ham atıksudaki ortalama 30,4 mg/L TN'un hemen hemen birbirine eşit olduğu ve isabetli bir öngöründe bulunulduğu söylenebilir. TP konsantrasyonlarına bakıldığında ise, 3,53 – 16,85 mg/L arasında değişen değerlerin ortalamasının 7,8 mg/L olduğu ve tasarım değeri olan 11 mg/L'den %29 daha düşük gerçekleştiği görülmektedir.



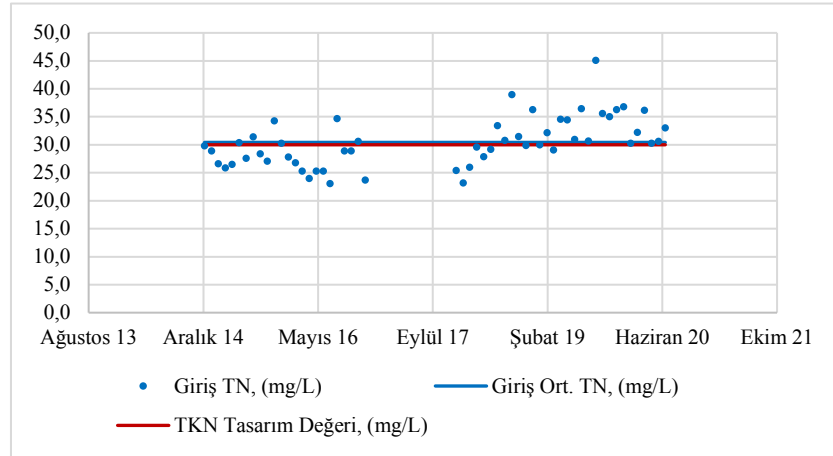
Şekil 15. Arıtma tesisi girişinde ölçülen pH değerleri [35]



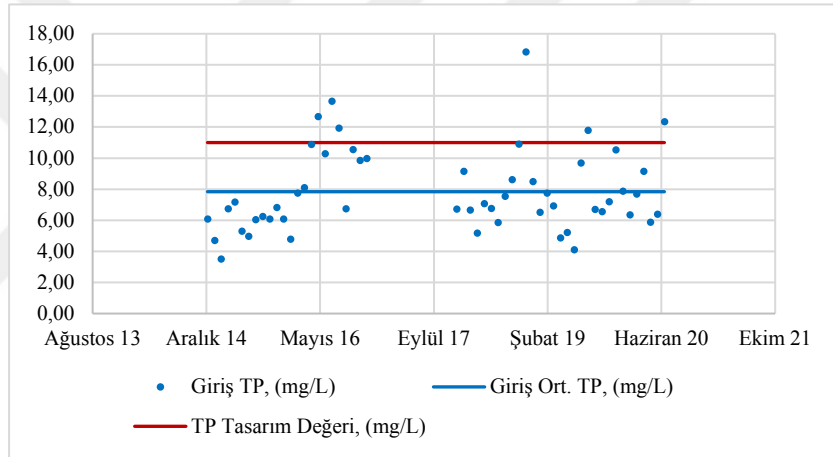
Şekil 16. Arıtma tesisi girişinde ölçülen AKM değerleri [35]



Şekil 17. Arıtma tesisi girişinde ölçülen KOİ değerleri [35]

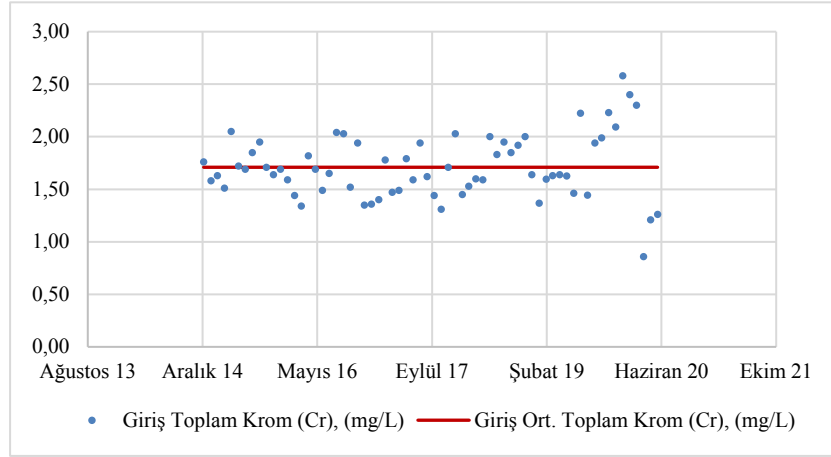


Şekil 18. Arıtma tesisi girişinde ölçülen toplam azot (TN) değerleri [35]

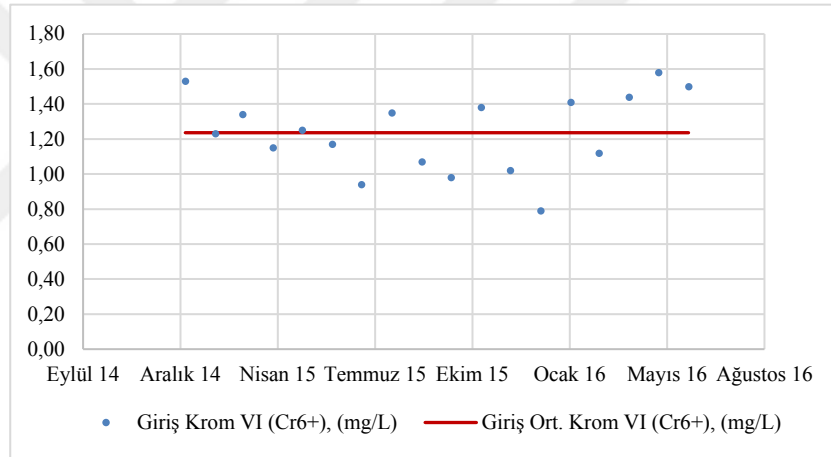


Şekil 19. Arıtma tesisi girişinde ölçülen toplam fosfor (TP) değerleri [35]

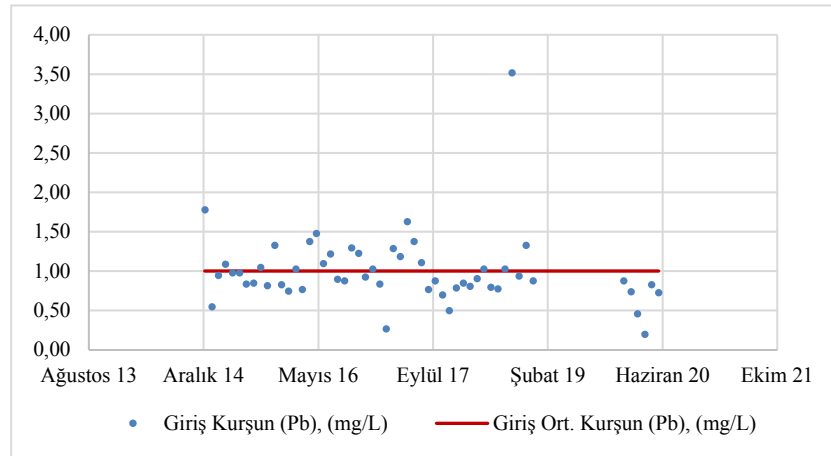
Konvansiyonel parametrelere ilave olarak, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 19'da sınırlama getirilen toplam krom (Cr), krom VI, (Cr^{6+}), kurşun (Pb), siyanür (CN^-), demir (Fe), florür (F^-), bakır (Cu), çinko (Zn) ve sülfat (SO_4^{2-}) parametreleri de tesis giriş ve çıkışında izlenmektedir. Bu parametrelerin arıtma tesisi girişinde 2015 Ocak ayından 2020 Temmuz ayına kadar ölçülen aylık ortalama ve genel ortalama değerleri Şekil 20-28'de görülmektedir.



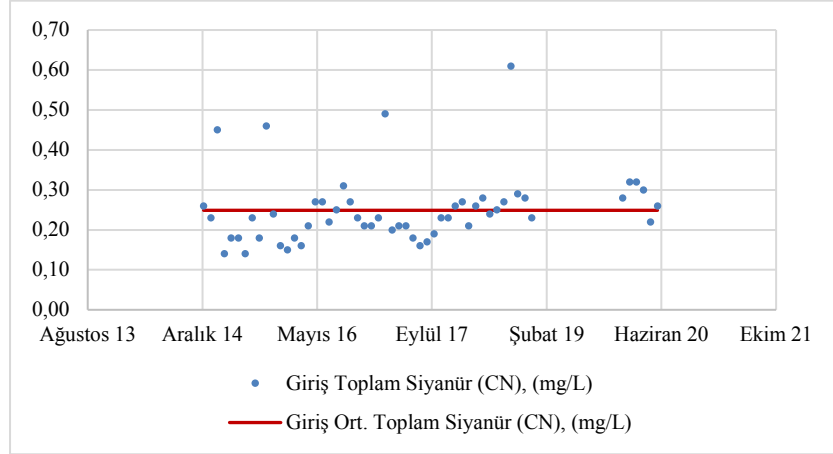
Şekil 20. Arıtma tesisi girişinde ölçülen toplam krom (Cr) değerleri [35]



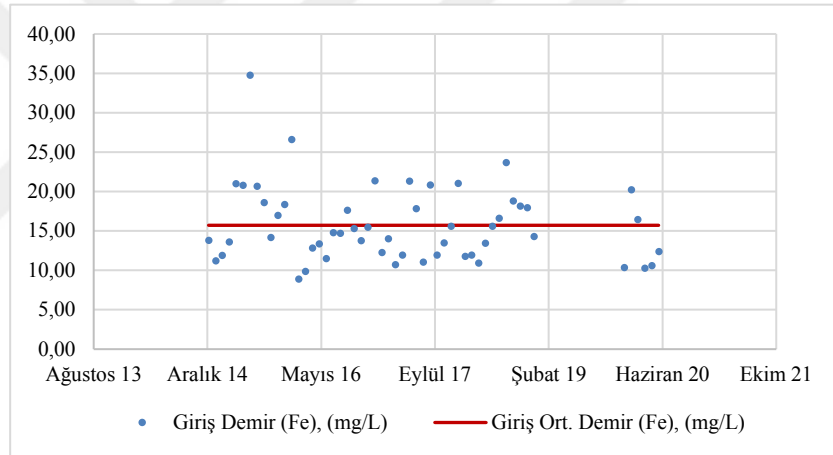
Şekil 21. Arıtma tesisi girişinde ölçülen krom VI (Cr⁶⁺) değerleri [35]



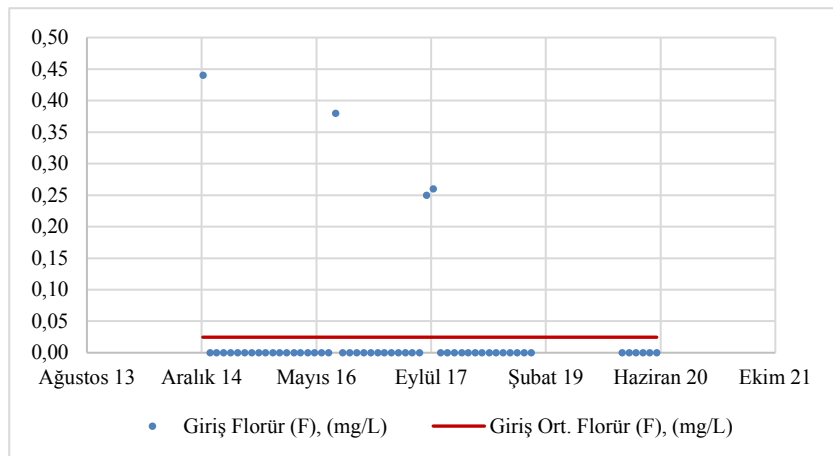
Şekil 22. Arıtma tesisi girişinde ölçülen kurşun (Pb) değerleri [35]



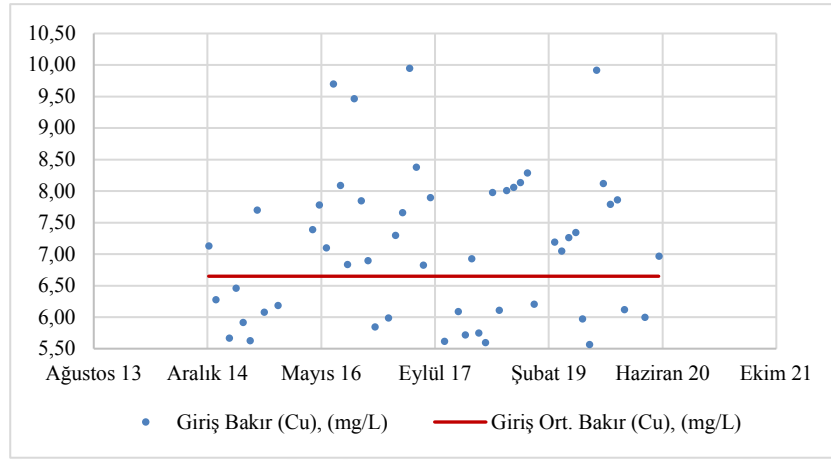
Şekil 23. Arıtma tesisi girişinde ölçülen toplam siyanür (CN⁻) değerleri [35]



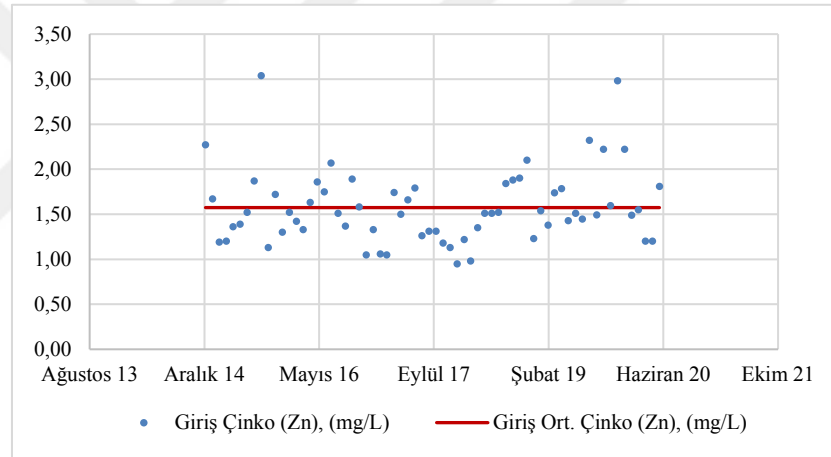
Şekil 24. Arıtma tesisi girişinde ölçülen demir (Fe) değerleri [35]



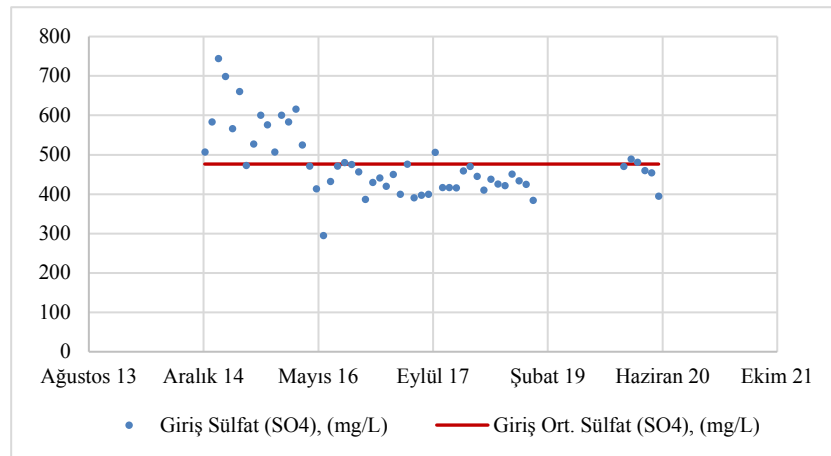
Şekil 25. Arıtma tesisi girişinde ölçülen florür (F⁻) değerleri [35]



Şekil 26. Arıtma tesisi girişinde ölçülen bakır (Cu) değerleri [35]



Şekil 27. Arıtma tesisi girişinde ölçülen çinko (Zn) değerleri [35]



Şekil 28. Arıtma tesisi girişinde ölçülen sülfat (SO₄²⁻) değerleri [35]

Tablo 3’te farklı OSB’lerin atıksu özelliklerini karşılaştırılmıştır. Tespit edilen değerlere göre, Kayseri OSB’nin atıksuyu organik maddeler açısından Aksaray, ve Manisa ve Sivas OSB’lerden sonra 4. en yüksek kirliliğe sahip atıksudur. 2007’de ölçülen 1504 mg/L KOİ, 1301 mg/L AKM konsantrasyonları ile 2015 – 2020 arasında ölçülen ortalama 1418 mg/L KOİ ve 1261 mg/L AKM değerleri birbirine yakın olarak değerlendirilebilir ve OSB’deki değişimlere rağmen atıksu özelliklerindeki değişimlerin önemsiz seviyede olduğu söylenebilir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, AKM dışındaki parametrelerde atıksudaki konsantrasyonların, tasarımda esas değerlere eşit ya da daha düşük olduğu, AKM’nin ise daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun arıtma verimi ve deşarj limitlerini sağlamak açısından önemli bir sorun yaratmayacağı söylenebilir.

Tablo 3. Farklı OSB’lerin atıksu karakterizasyonlarının karşılaştırması

Parametre	Kayseri*	Elazığ [41]	Konya [40]	Bursa [40]	Manisa [40]	Sivas [40]	Aksaray [41]
pH	7.2	6.38-6.65	7.27- 7.61	7.8-9.2	7.6	7.68-10.3	6-9
KOİ, (mg/L)	1504	180-540	906-1191	690- 1050	1970	520-1540	2100
BOİs, (mg/L)	-	150-440	320-506	270-460	1096.7	135-665	600
AKM, (mg/L)	1301	170-260	615-1191	40-390	1254.7	125-1090	800
TKN, (mg/L)	-	-	2.26- 7.72	43.69	-	4.5-34.5	20
TP, (mg/L)	8	5.07-7.98	1.26- 6.14	5.9-8.9	-	0.24-2.8	20
Yağ-Gres, (mg/L)	42	25-92	131-230	45-135	77.4	18.4-63.6	300

*2020 yılı ilk 7 ayın ortalama değerleridir

4.3. Arıtılmış Atıksu Özellikleri

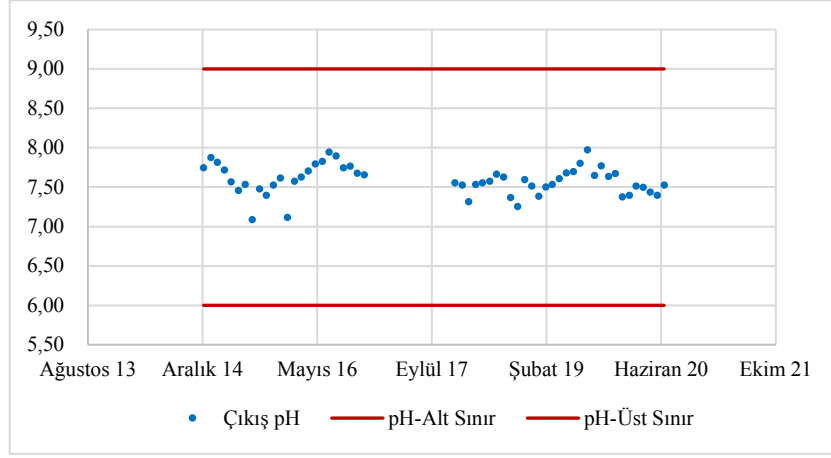
Atıksu arıtma tesisi çıkışında 2015 – 2020 yılları (2017 yılı hariç) arasında ölçülen pH, AKM, KOİ, TN ve TP parametrelerine ait aylık ortalama değerler ve deşarj limitleri Tablo 3’te grafik halinde verilmiştir.

Atıksu arıtma tesisi çıkışında 5,5 yıl ölçülen pH değerleri 7,09 ila 7,98 arasında değişmiş ve deşarj sınırları olan pH 6-9 aralığının dışına çıkmamıştır. Giriş AKM değerleri tasarımda esas alınan konsantrasyonun üstünde olsa da deşarj limitlerini sağlamada sorun yaşanmamış ve 13 – 29 mg/L arasında değişen değerler deşarj sınırı olan 100 mg/L’nin çok altında seyretmiştir. Benzer şekilde KOİ değerleri de deşarj limiti olan 400 mg/L’yi hiç aşmamış ve 30 – 80 mg/L arasında değişmiştir.

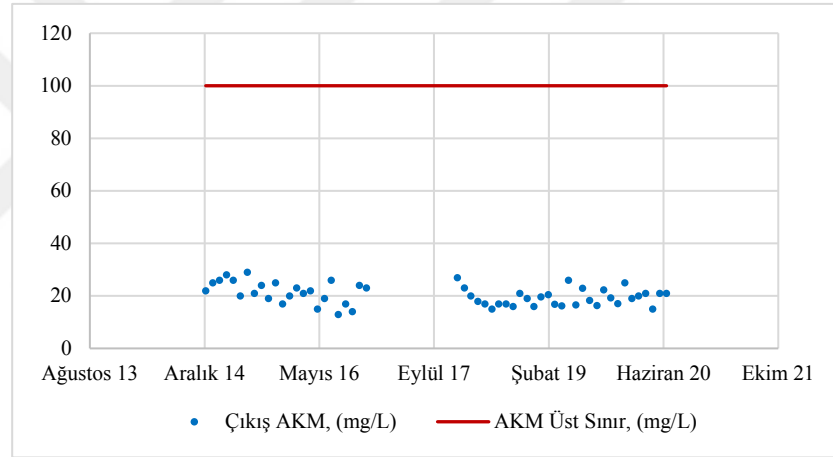
Çıkış TN konsantrasyonları 1,60 – 8,34 mg/L arasında ölçülüp ve 20 mg/L limitini aşmazken, TP değerleri de 0,01 – 1,34 mg/L aralığında değişerek 2 mg/L deşarj limitini sağlamıştır. Arıtma verimleri AKM için %98, KOİ için %96, TN için %86 ve TP için %94 olarak gerçekleşmiştir. 5,5 yıllık periyotta OSB'deki işletme sayı ve türlerindeki değişimlerin atıksu özelliklerine ve atıksu arıtma tesisi performansına önemli bir etkide bulunmadığı görülmektedir.

Tablo 4. SKKY - Tablo 19: Karışık Endüstriyel Atık Suların Alıcı Ortama Deşarj Standartları, Küçük ve Büyük Organize Sanayi Bölgeleri ve Sektör Belirlemesi Yapılamayan Diğer Sanayiler [45]

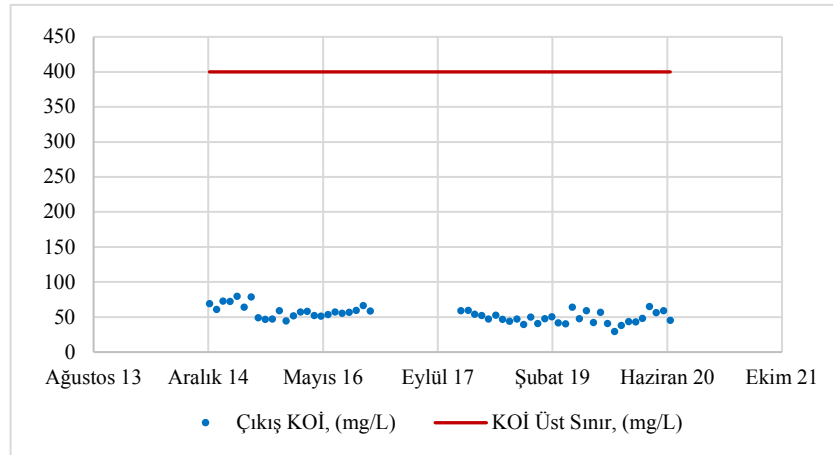
Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 Saatlik	Kompozit Numune 24 Saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	(mg/L)	400	300
Askıda Katı Madde (AKM)	(mg/L)	200	100
Yağ ve Gres	(mg/L)	20	10
Toplam Fosfor	(mg/L)	2	1
Toplam Krom	(mg/L)	2	1
Krom (Cr ⁺⁶)	(mg/L)	0.5	0.5
Kurşun (Pb)	(mg/L)	2	1
Toplam Siyanür (CN ⁻)	(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)	1500	1500
Toplam Kjeldahl-Azotu	(mg/L)	20	15
Balık Biyodeneyi (ZSF)	-	10	10
pH	-	6-9	6-9
Renk	(Pt-Co)	280	260



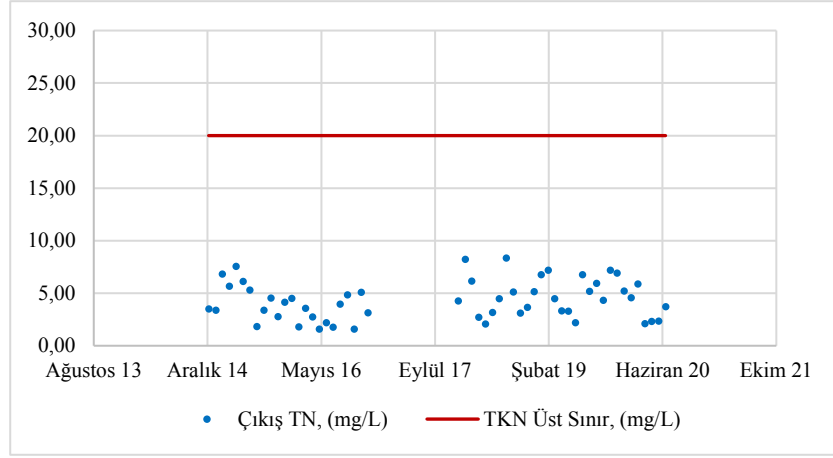
Şekil 29. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen pH değerleri [35]



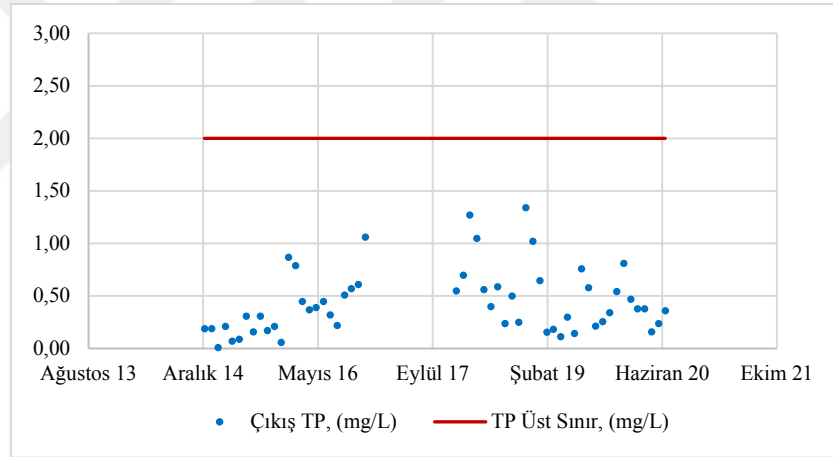
Şekil 30. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen AKM değerleri [35]



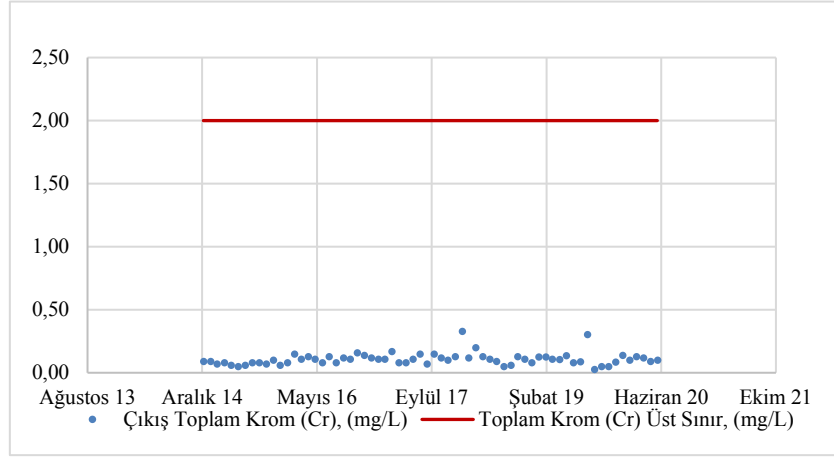
Şekil 31. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen KOİ değerleri [35]



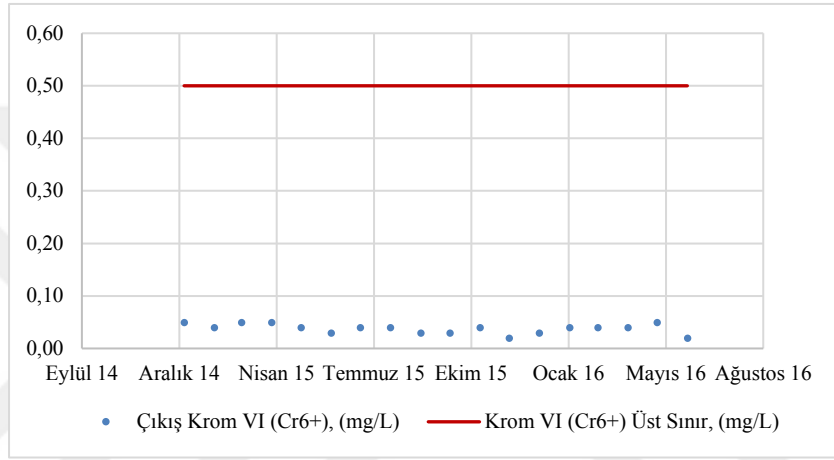
Şekil 32. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen TN değerleri [35]



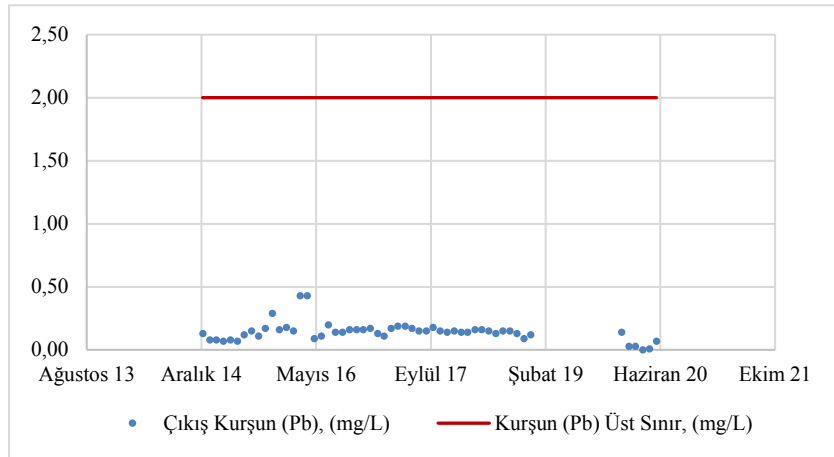
Şekil 33. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen TP değerleri [35]



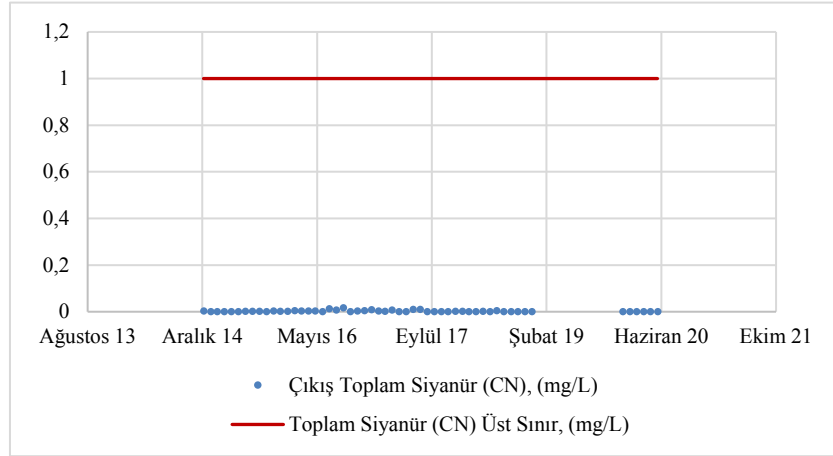
Şekil 34. Arıtma tesisi çıkışında toplam krom (Cr) değerleri [35]



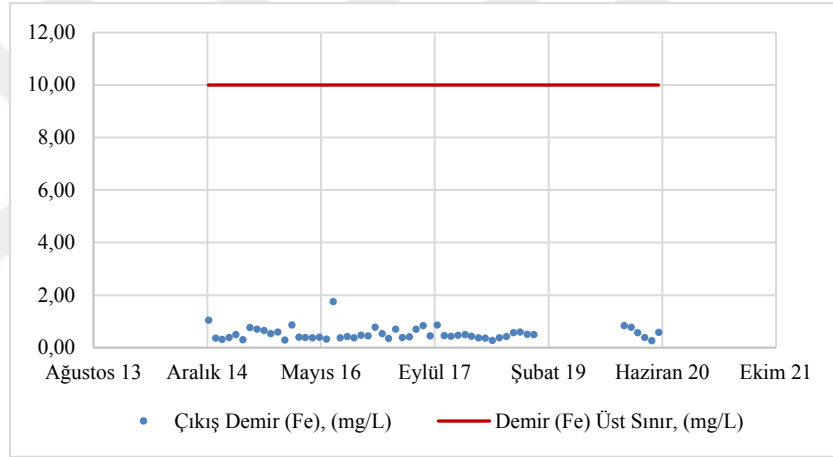
Şekil 35. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen krom VI (Cr⁶⁺) değerleri [35]



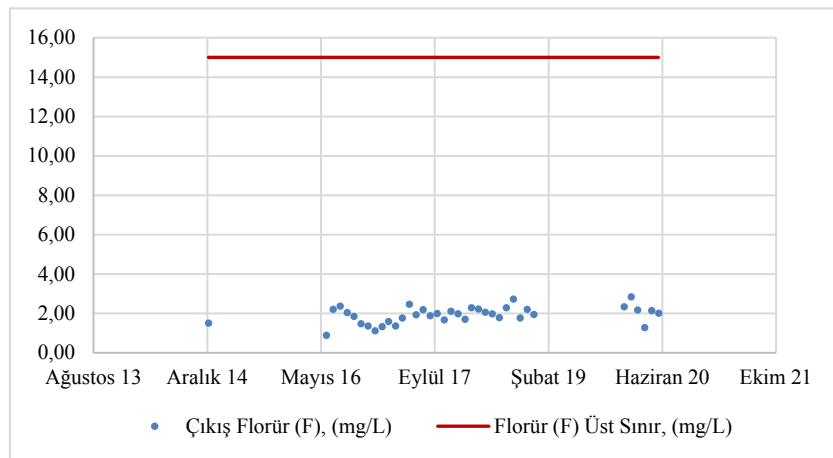
Şekil 36. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen kurşun (Pb) değerleri [35]



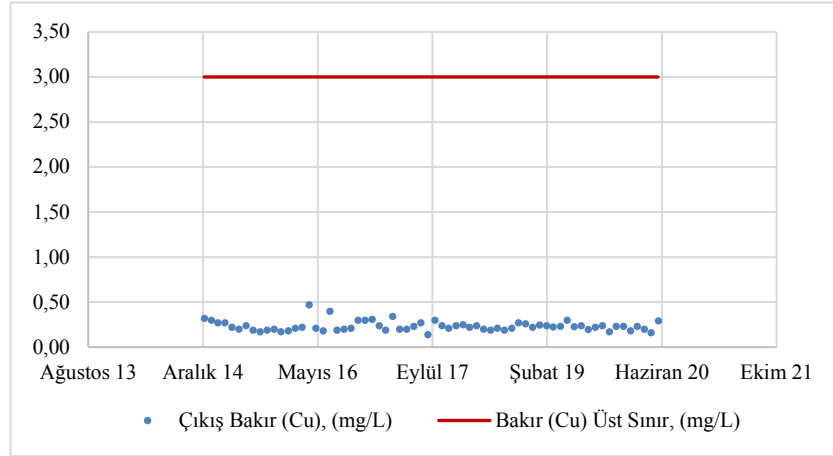
Şekil 37. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen siyanür (CN⁻) değerleri [35]



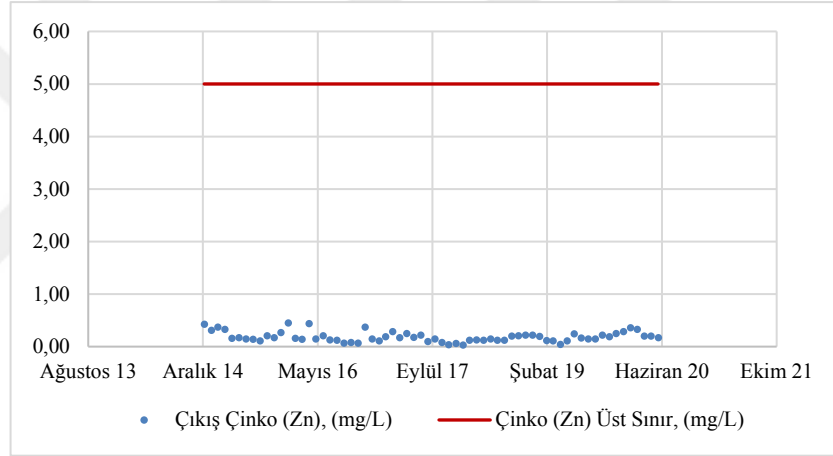
Şekil 38. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen demir (Fe) değerleri [35]



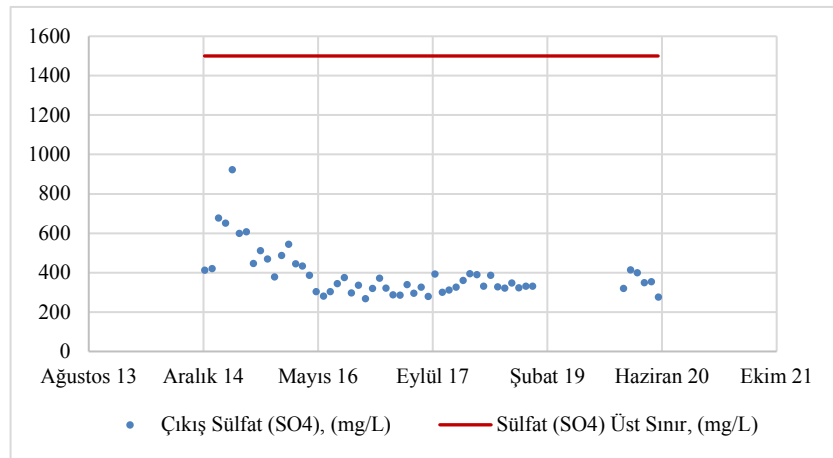
Şekil 39. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen florür (F⁻) değerleri [35]



Şekil 40. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen bakır (Cu) değerleri [35]



Şekil 41. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen çinko (Zn) değerleri [35]



Şekil 42. Arıtma tesisi çıkışında ölçülen sülfat (SO₄²⁻) değerleri [35]

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada karma OSB'lerde zaman içerisinde bölgenin gelişimi ve faaliyetlerdeki işletmelerin sayı ve türlerindeki değişimlerin atıksu özellikleri ve atıksu arıtma tesisinin performansı üzerine etkisi Kayseri OSB örneği üzerinden incelenmiştir. Bu amaçla bölgenin kuruluşu itibariyle zaman içerisinde işletmelerin sayıları ve sektörel bazda dağılımı incelenmiştir.

Bölgenin atıksuları daha önce büyükşehir belediyesine ait kentsel atıksu arıtma tesisinde arıtılırken, bölgenin gelişmesiyle ayrı bir atıksu arıtma tesisine ihtiyaç duyulmuş ve 2009 yılında temeli atılan tesis 2013 yılında devreye alınmıştır. Tesisin tasarımı için atıksu miktar ve karakterizasyonu yaklaşık 300 işletmenin faaliyette olduğu yıllarda elde edilen verilere göre belirlenmiştir. Özellikle 2013 sonrasında bölgede önemli gelişme sağlandığı tespit edilmiştir: 2013 yılında 353 olan toplam işletme sayısı 4 yıl içerisinde hızla artarak 2017 yılında 1165'e yükselmiştir. Bununla birlikte, sektörel dağılıma bakıldığında, "makine" ve "mobilya-ahşap sektörlerinde" 2013 ve 2017 yılları arasında büyük bir fark görülmemekte, yeni açılan işletmelerin daha çok "ambalaj-plastik", "ev eşyaları, elektrikli ev aletleri ve metal ürünler" ve "inşaat yapı malzemeleri" sektörlerinde olduğu, "tekstil", "gıda" gibi sektörlerde de bir miktar artış meydana geldiği görülmektedir. Ayrıca yeterli veri bulunmamakla birlikte bölgede çalışan kişi sayısının da işletme sayısına paralel olarak önemli oranda artmış olduğu tahmin edilmekte ve 2021 itibariyle 70.000 kişiye ulaştığı görülmektedir. Dolayısıyla evsel nitelikli atıksuların özellikleri çok değişirse de debisinde önemli artış olduğu düşünülmektedir.

Atıksu verilerine bakıldığında ise, tasarımda ilk etap için 40.000 m³/gün olarak esas alınan debi değerine henüz ulaşılmadığı ve mevcut durumda 28.000 – 30.000 m³/gün aralığında değiştiği görülmektedir. Atıksu karakterizasyonu için de 2008'de tespit edilen değerlerin son 5,5 yılda ölçülen değerlerle büyük oranda uyumlu olduğu ve deşarj limitlerinin sağlanmasında da herhangi bir sorun yaşanmadığı söylenebilir. İleriki dönemlerde ise OSB işletmelerindeki değişim ve gelişmelere bağlı olarak arıtmada gerekli önlemler alınabilir. Ayrıca su kaynaklarının korunması amacıyla geri kazanıma yönelik çalışmalar yapılması faydalı olacaktır [43,44].

Sonuç olarak, Kayseri OSB’de atıksu arıtma tesisinin tasarımında esas alınan atıksu debi ve karakterizasyonu oldukça isabetli şekilde öngörölmüş, tesis başarılı şekilde kurulup işletilmiş ve OSB’deki işletmelerin sayı ve türlerindeki değişimlere rağmen değarj kriterleri uzun dönem boyunca başarılı şekilde sağlanmıştır. Bu bağlamda, diğer OSB’ler için iyi bir örnek teşkil etmektedir.



KAYNAKLAR

1. Örnek Özden E. Kalkınma Aracı Olarak Organize Sanayi Bölgelerini Yeniden Kurgulamak, MEGARON, 2016; 11(1): 106-124.
2. Üstün GE. Akal Solmaz SK. Kestioğlu K. Organize Sanayi Bölgelerinde Atıksu Arıtımı: Bursa'dan Bir O.S.B. Örneği. Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2004, Cilt 9, Sayı 1.
3. Arslan F. Türkiye'de Sürdürülebilir Üretimde Organize Sanayi Bölgelerinin Rolü: Manisa Organize Sanayi Bölgesi (Mosb) Örneği, Marmara Coğrafya Dergisi, 2018; 37: 167-182.
4. Üstün GE. SKA Solmaz. Bir Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisinden Çıkan Atıksuların Tarımsal Amaçlı Sulama Suyu Olarak Yeniden Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Ekoloji; 2007: 15, 62; 55-61.
5. Karabaş H. Arifoğlu Y. Evaluation of Düzce Municipality Center Wastewater Treatment Plant Wastewater in Terms of Treatment Efficiency. Journal of Environmental and Natural Studies, 2020:Volume: 2 Issue:1. p. 1-9.
6. Dağlar H. Türkiye'de Organize Sanayi Bölgelerinin Kurumsallaşması ve Karşılaştıkları Sorunlara Çözüm Önerileri, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2015, Cilt 5, Sayı 2, ss.615-638.
7. OSB Üst Kuruluşu, Türkiye'de ve Dünyada OSB Uygulamaları, <https://osbuk.org/turkiyede-ve-dunyada-osb-uygulamaları/> (Erişim: 23.07.2021)
8. Doğan H. Doğan A. "Organize Sanayi Bölgelerinin Sivas İli Ekonomisine Etkisi", Kilis 7 Aralık Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Haziran 2020: Cilt 10–Sayı 19; 217-241.
9. Bozdemir E. Demir E. Organize Sanayi Bölgelerinde Muhasebe ve Vergi Uygulamalarının İncelenmesi: Bir OSB Örneği, 2020: Volume 13; Issue 2, Pages 309 – 335.
10. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Resmi İnternet Sitesi, Haberler: <https://www.sanayi.gov.tr/medya/haber/osb-sayimiz-325e-ulasti>

11. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Resmi İnternet Sitesi, E- Hizmetler, MEYDİP: <https://meydip.sanayi.gov.tr/vatandas/index>
12. Resmî Gazete Tarihi: 11.08.1983 Resmî Gazete Sayısı: 18132, “Çevre Kanunu”
13. Koç S., Bulmuş C., “Organize Sanayi Bölgelerinin Bölge Ekonomilerindeki Etkinliklerinin Karşılaştırılması: Kayseri ve Sivas Örneği” Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 4, 1, 177-215, 2014
14. Resmî Gazete Tarihi: 02.02.2019 Resmî Gazete Sayısı: 30674, “Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği”
15. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Web Sitesi, Haberler, <https://www.csb.gov.tr/bakan-kurum-turkiye-nin-en-buyuk-cevre-projesiyle-ergene-eski-haline-donecek-bakanlik-faaliyetleri-25346>, 2018, (Erişim: 23.07.2021)
16. Samsunlu A., “Organize Sanayi Bölgelerinde Ön Arıtma Gerekliliği”, İTÜ 9. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, 2-4 Haziran, İstanbul, 2004.
17. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Organize Sanayi Bölgeleri Envanteri, 2018” <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjX0fj56vjxAhWpsaQKHaiqAbMQFjAAegQICBAD&url=https%3A%2F%2Fwebdosya.csb.gov.tr%2Fdb%2Fcygm%2Ficerikler%2F%2F2018-organize-sanayi-bolgeleri-envanteri-20181112091121.xls&usg=AOvVaw0eWPJxhUT0QK5ekNAUdo2B>, 2018 (Erişim: 23.07.2021)
18. Samsunlu A., “Organize Sanayi Bölgelerinde Ön Arıtma Gerekliliği”, İTÜ 9. Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu, 2-4 Haziran, İstanbul, 2004.
19. Kılıçer, T., “Malatya 1. Organize Sanayi Bölgesi Atık Suyunun Aktif Karbon, Zeolit ve Ozon Kullanılarak Arıtımının İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya, 2006
20. Arık K. S., “Organize Sanayi Bölgeleri Atıksu Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Geri Kullanımının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 2012

21. Gürel S., “Karışık Endüstriyel Atıksuların Elektrokimyasal Yöntemlerle Arıtımı”, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2013
22. Uysal Y., Yıllancıoğlu D., “Gaziantep OSB Atıksularından UV/H₂O₂ Fotooksidasyonu ile Renk Giderimi”, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19, 3, 129-134, 2016
23. Özkan O., Uyanık, İ., Rençber M. M., Oğuz M., Şahin U., Koyuncu İ., “Organize sanayi bölgesi atıksularının membran biyoreaktörlerle arıtılması: KOSB için ilk sonuçlar”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23, 9, 1059-1063, 2017
24. Molinos-Senante M. Hernandez-Sancho F. Sala-Garrido R. Benchmarking in wastewater treatment plants: a tool to save operational costs. Clean Techn Environ Policy. 2014; 16: 149–161.
25. Eurostat, Environmental protection investments of total economy, <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ten00136/default/table?lang=en>, (Erişim: 03.06.2021)
26. Zhao Y. Zhuang X. Ahmad S. Sung S. Ni SQ. Biotreatment of high-salinity wastewater: current methods and future directions. World J Microbiol Biotechnol. 2020 Feb 22;36(3):37.
27. Popat A. P Nidheesh V. Singh TSA. Kumar MS. Mixed industrial wastewater treatment by combined electrochemical advanced oxidation and biological processes Chemosphere. 237 (2019). p. 124419.
28. Karpuzcu ME. İnci A. Göktas MH. Ozturk I. Management of wastewater in rural districts of Istanbul metropolitan municipality. Water Sci Technol. 2019 Jun;79(11):2079-2085.
29. OSB Üst Kuruluşu, “Organize Sanayi Bölgeleri Güncel Envanter Tablosu, 08.07.2021”
<https://osbuk.org/wp-content/uploads/2021/07/envantertemmuz2021.pdf>, 2021
(Erişim: 23.07.2021)
30. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, “Organize Sanayi Bölgeleri Envanteri, 2018”
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja>

- <https://www.webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/Ficerikler/2018-organize-sanayi-bolgeleri-envanteri-20181112091121.xls&usg=AOvVaw0eWPJxhUT0QK5ekNAUdo2B>, 2018
(Erişim: 23.07.2021)
31. Kayseri OSB, Web sitesi, Firmalar, <https://www.kayseriosb.org/tr/5/Firmalar.html>,
(Erişim: 23.07.2021)
32. TRT Haber, Web sitesi, Fotoğraf:
<https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/kayseri-osbnin-yillik-uretim-hacmi-40-milyar-liraya-yaklasti-519788.html> (Erişim: 23.07.2021)
33. Kayseri OSB, Web sitesi, “Firma Rehberi”,
<https://www.kayseriosb.org/Media/Dokuman/KayseriOSBREhber05ed5fe099804c14b3a34c4aac5300fc.pdf>, 2018 (Erişim:23.07.2021)
34. Çelik T Resmi Gazete Tarihi: 31.12.2004, Resmi Gazete Sayısı: 25687, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”
35. Kayseri OSB, Çevre Yönetim Müdürlüğü, (Yüzyüze Görüşme), 2021
36. Kayseri OSB Eysel ve Endüstriyel Atıksu Arıtma Tesisi, Kayseri OSB Hizmetler ve Bilgilendirme Yayınları-2, <https://www.kayseriosb.org>
37. Ünlü F., Yıldız R., “Kayseri Organize Sanayi Bölgesindeki Firmaların Yenilik Faaliyetleri Üzerine Bir Alan Çalışması” Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi, 8, 2, 69-87, 2013
38. Kayseri OSB, Web sitesi, Rakamlarla OSB,
<https://www.kayseriosb.org/tr/313/Rakamlarla-Osb.html>, (Erişim: 23.07.2021)
39. Kaya D., Eyidoęan M., Çoban V., Çaęman S., Sert M. Ö., Bilgin H., Sandal C., Bahadır M., “Kayseri OSB Endüstriyel Simbiyoz Olanaklarının Araştırılması Projesi Raporu” ORAN Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, Kayseri OSB, T.C. Kalkınma Bakanlığı, Melikgazi, Kayseri, 2017
40. Çiner F., Eker A., “Characterization and Chemical Treatment of a Medium-Large Scale Mixed-Organized Industrial Estate (OIE)”, Desalination, 211, 102-112, 2007

41. Şimşek F., “Aksaray Organize Sanayi Bölgesi (OSB) Atıksu Yönetimi ve Çözüm Önerileri” Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 71 s, Aksaray, 2016
42. Resmi Gazete Tarihi: 31.12.2004, Resmi Gazete Sayısı: 25687, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”
43. Solmaz Akal S. K., Üstün G. E., Çiner F., “Treatability Studies for an Organized Industrial District (OID) Effluent in Bursa, Turkey For Agricultural Irrigation Purposes”, Desalination and Water Treatment, 33(1-3),156-163, 2011, DOI:10.5004/dwt.2011.2626.
44. Eker A., Çiner F., “Sivas Organize Sanayi Bölgesi’nde Kirlenme Profili ve Arıtma Alternatifleri”, DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi, 6, 3, 97-112, 2004
45. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2004/12/Su%20Kirlili%C4%9Fi%20ekleri.htm> (Erişim: 31.08.2021)

EKLER



2015 LABORATUVAR ANALİZLERİ ORTALAMA DEĞERLERİ

Konum	Analiz	Örnek Tipi	Birim	2015 LABORATUVAR ANALİZLERİ ORTALAMA DEĞERLERİ												
				ORTALAMA	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Artma Girişi																
	PH	Kompozit		7.3	7.3	7.5	7.7	7.6	7.6	7.2	7.2	7.1	7.2	6.9	7.1	7.2
	AKM	Kompozit	mg/L	1129	1461	1315	844	885	830	962	1060	1197	1167	1094	1494	1208
	Top-N	Kompozit	mg/L	28.9	29.8	28.9	26.6	25.9	26.5	30.4	27.6	31.4	28.4	27.1	34.3	30.3
	Top-P	Kompozit	mg/L	5.8	6.09	4.73	3.53	6.76	7.19	5.32	4.98	6.06	6.26	6.10	6.85	6.10
Son Çöktürme Çıkışı																
	PH	Anlık		7.6	7.75	7.88	7.82	7.72	7.57	7.46	7.54	7.09	7.48	7.40	7.53	7.62
	AKM	Anlık	mg/L	23	22	25	26	28	26	20	29	21	24	19	25	17
	Top-N	Anlık	mg/L	4.6	3.50	3.38	6.84	5.66	7.55	6.13	5.31	1.82	3.39	4.54	2.78	4.13
	Top-P	Anlık	mg/L	0.17	0.19	0.19	0.01	0.21	0.07	0.09	0.31	0.16	0.31	0.17	0.21	0.06
	KOİ	Anlık	mg/L	62.4	69.3	61.4	73.1	72.6	80.1	64.5	79.0	49.4	47.0	47.7	59.6	45.0

2016 LABORATUVAR ANALİZLERİ ORTALAMA DEĞERLERİ

Konum	Analiz	Örnek Tipi	Birim	2016 LABORATUVAR ANALİZLERİ ORTALAMA DEĞERLERİ												
				ORTALAMA	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Artma Girişi	PH	Kompozit		7.5	7.1	7.3	7.4	7.7	7.8	7.5	7.6	7.6	7.4	7.3	7.4	7.3
	AKM	Kompozit	mg/L	1292	930	1320	1180	1.234	1451	1304	1374	1156	1184	1524	1442	1403
	Top-N	Kompozit	mg/L	27.1	27.8	26.8	25.3	24.0	25.3	25.3	23.1	34.7	28.9	28.9	30.6	23.7
	Top-P	Kompozit	mg/L	9.8	4.80	7.77	8.11	10.89	12.68	10.31	13.68	11.95	6.75	10.57	9.87	9.99
	KOİ	Kompozit	mg/L	1.471	1	1.403	1.296	1.330	1.616	1.549	1.640	1.433	1.436	1.776	1.599	1.570
Son Çöktürme Çıkaşı	PH	Anlık		7.7	7.12	7.58	7.63	7.71	7.80	7.83	7.95	7.90	7.75	7.77	7.68	7.66
	AKM	Anlık	mg/L	20	20	23	21	22	15	19	26	13	17	14	24	23
	Top-N	Anlık	mg/L	3.1	4.51	1.80	3.58	2.74	1.60	2.19	1.76	3.97	4.85	1.60	5.08	3.136
	Top-P	Anlık	mg/L	0.55	0.87	0.79	0.45	0.37	0.39	0.45	0.32	0.22	0.51	0.57	0.61	1.06
	KOİ	Anlık	mg/L	57.0	52.3	57.5	58.7	52.8	51.9	54.2	57.5	55.9	57.1	59.8	67.0	59.0

2019 LABORATUVAR ANALİZLERİ ORTALAMA DEĞERLERİ

Konum	Analiz	Örnek Tipi	Birim													
				ORTALAMA	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Artma Girişi	İletkenlik	Kompozit	µS/cm	3.559	2.437	3.230	3.792	4.084	4.133	3.805	4.138	3690	3509	3749	3357	2788
	PH	Kompozit		7.5	7.7	7.3	7.3	7.5	7.4	7.3	7.7	7.8	7.7	7.5	7.6	7.6
	AKM	Kompozit	mg/L	1292	1100	1338	1426	1359	1305	1237	1168	1245	1354	1369	1299	1308
	Top-N	Kompozit	mg/L	34.2	30.0	32.2	29.1	34.6	34.4	31.0	36.5	30.7	45.1	35.6	35.0	36.3
	Top-P	Kompozit	mg/L	7.3	6.53	7.78	6.94	4.89	5.23	4.12	9.70	11.80	6.72	6.57	7.22	10.54
	Yağ Gres	Kompozit	mg/L	32	29.40	32.50	38.88	36.70	26.60	21.10	41.50	26.33	33.17	28.30	29.63	37.38
	KOİ	Kompozit	mg/L	1.432	1.268	1.465	1.534	1.481	1.552	1.362	1.291	1.275	1.470	1.534	1.427	1.526
Son Çöktürme Çıkışı	İletkenlik	Anlık	µS/cm	3.577	2.412	3.349	3.922	4.106	4.212	3.572	4.071	3.563	3.528	3.749	3.519	2.923
	PH	Anlık		7.7	7.39	7.51	7.54	7.61	7.68	7.70	7.81	7.98	7.65	7.77	7.64	7.68
	AKM	Anlık	mg/L	19	20	21	17	16	26	17	23	18	16	22	19	17
	Top-N	Anlık	mg/L	5.3	6.75	7.18	4.48	3.33	3.29	2.19	6.77	5.17	5.95	4.32	7.18	6.925
	Top-P	Anlık	mg/L	0.35	0.65	0.16	0.18	0.11	0.30	0.14	0.76	0.58	0.21	0.26	0.34	0.54
	KOİ	Anlık	mg/L	46.9	48.1	50.9	42.2	40.6	64.4	47.8	59.5	42.8	57.2	41.3	29.8	38.3
	Yağ Gres	Anlık	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Giriş Debi		gün	m ³	24.010	26223	25364	24515	24263	23794	24403	20021	21447	21854	25201	23404	27632

2020 LABORATUVAR ANALİZLERİ ORTALAMA DEĞERLERİ

Konum	Analiz	Örnek Tipi	Birim													
				ORTALAMA	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL	EKİM	KASIM	ARALIK
Arıtma Girişi																
	PH	Kompozit		7.2	7.2	7.3	7.3	7.1	7.1	7.0	7.1					
	AKM	Kompozit	mg/L	1301	1629	1068	1286	1369	1087	1294	1376					
	Top-N	Kompozit	mg/L	32.8	36.80	30.30	32.20	36.20	30.30	30.60	33.00					
	Top-P	Kompozit	mg/L	8.00	7.90	6.36	7.71	9.16	5.89	6.40	12.36					
	Yağ Gres	Kompozit	mg/L	42.00	64.00	41.88	32.25	39.83	32.63	33.33	48.00					
	KOİ	Kompozit	mg/L	1504	1743	1265	1509	1696	1306	1445	1561					
Son Çöktürme Çıkışı																
	PH	Anlık		7.50	7.38	7.40	7.52	7.50	7.44	7.40	7.53					
	AKM	Anlık	mg/L	20.00	25.00	19.00	20.00	21.00	15.00	21.00	21.00					
	Top-N	Anlık	mg/L	3.50	5.20	4.57	5.89	2.11	2.32	2.35	3.73					
	Top-P	Anlık	mg/L	0.40	0.81	0.47	0.38	0.38	0.16	0.24	0.36					
	KOİ	Anlık	mg/L	51.90	43.80	43.60	48.40	65.20	56.80	59.60	45.90					
	Yağ Gres	Anlık	mg/L	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10					

