



## Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi

**Araştırma Makalesi (Research Article)**

Makale Doi: 10.17100/nevbiltek.975225

Geliş Tarihi:27-07-2021

Kabul Tarihi:08-11-2021



### Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisinde Tasarım ve Mevcut Durum Karşılaştırması<sup>A</sup>

Mehmet KARAKAYA<sup>1\*</sup>, Hakan DULKADİROĞLU<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Nevşehir  
ORCID ID: 0000-0002-2402-4651

<sup>2</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Nevşehir  
ORCID ID: 0000-0002-2110-1332

#### Öz

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 sorunlar yaşanabilmektedir. Bu çalışmada, OSB'lerde ortak atıksu arıtma tesislerinin proje aşamasında esas alınan atıksu miktar ve özelliklerinin zamanla işletme sayı 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 m<sup>3</sup>/gün olarak esas alınan debi değerine henüz ulaşılmadığı ve mevcut debinin 28.000 – 30.000 m<sup>3</sup>/gün aralığında değiştiği, atıksu karakterizasyonu için de 2008'de tespit edilen değerlerin son 5,5 yılda ölçülen değerlerle büyük oranda uyumlu olduğu ve deşarj limitlerinin sağlanmasında herhangi bir sorun yaşanmadığı görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** OSB, endüstriyel atıksu, atıksu arıtımı

### Comparison of Design and Current Situation of Kayseri Organized Industrial Zone Wastewater Treatment Plant

#### Abstract

In the stage of wastewater treatment plant design, the fullness ratio of the capacity of Organized Industrial Zones (OIZ) are generally low and it is not known that how many and what kind of installation will take place 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 the total installation number increased from 353 to 1165. However, it was determined that wastewater flowrate has not been reached the design value of 40.000 m<sup>3</sup>/d of the first stage and it is changing between 28.000 – 30.000 m<sup>3</sup>/d. Also, wastewater characterization determined in 2008 is largely similar to the values measured in the last 5,5 years. Therefore, there is not any problem encountered in fulfilling discharge standards.

**Keywords:** OIZ, industrial wastewater, wastewater treatment

<sup>A</sup>Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü "Kayseri Organize Sanayi Bölgesi Atıksu Arıtma Tesisinde Tasarım ve Mevcut Durum Karşılaştırması" başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

**Sorumlu yazar e-mail:** [karakaya-mehmed@hotmail.com](mailto:karakaya-mehmed@hotmail.com)

## 1. Giriş

Sanayi devrimiyle birlikte 20. yüzyılın başlarında sanayicilerin altyapılı arsa ihtiyaçlarını karşılayarak kar elde etmek üzere özel firmaların başlattığı Organize Sanayi Bölgesi (OSB) uygulamaları, 2. Dünya Savaşı sonrası daha çok devlet yatırımı olarak devam etmiştir. İlk OSB İngiltere’de kurulmuş ve ardından başta ABD olmak üzere diğer gelişmiş ülkelerde de yaygınlaşmıştır. Türkiye’de ise 1960 yılında planlı kalkınma çalışmalarının başlamasıyla alınan pek çok teşvik önlemlerinden biri olarak 1962 yılında ilk OSB Bursa’da kurulmuştur. Bugün gelinen noktada ise Türkiye genelinde çeşitli kentlerde toplam 190 adet OSB hizmettedir; planlama ve kuruluş aşamasındakilerle birlikte toplam sayı 350’yi bulmaktadır [1].

OSB’lerin amaç ve hedefleri şu şekilde sıralanmaktadır:

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 [1].

Sayılan amaç ve hedefler arasında yer alan ve atıksuların ortak bir arıtma tesisinde arıtımını vurgulayan 7. madde çevrenin korunması açısından öne çıkmaktadır. Çevre Kanunu, Madde 11:“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 [2]. Bu hüküm özellikle maliyet anlamında işletmeler için yük oluşturmakta [3] 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 [4]. 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 [5].

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 [4]. 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” [4]. Dolayısıyla kanal ve arıtma sistemini güvenle işletilebilmek için OSB yönetimleri gereken durumlarda ön arıtma yapılmasını isteyebilir ve işletmeleri denetleyebilir. Böylece ortak arıtma tesisinde yaşanabilecek sorunların önüne kısmen de olsa geçilebilir.

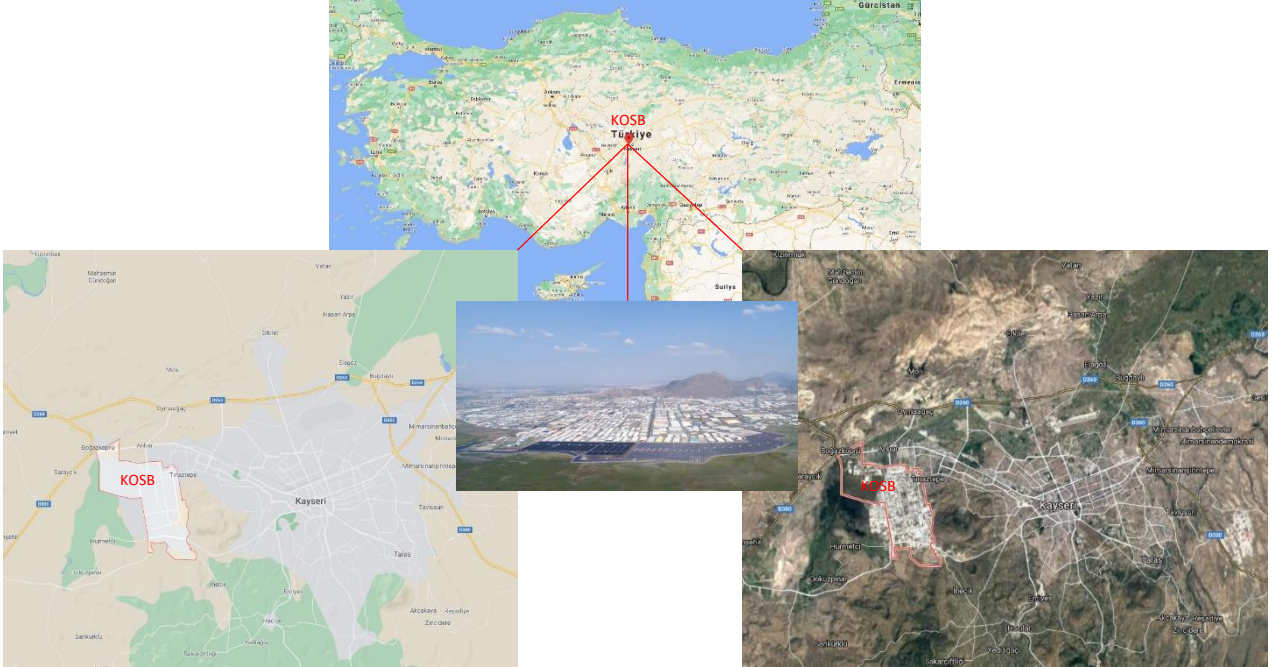
Özellikle karma OSB'lerde atıksu arıtımı açısından bir diğer zorluk da, bölgedeki işletmelerin sayı ve sektörlerinin zaman içerisinde değişim göstermesidir. Özellikle atıksu arıtma tesisinin projelendirilmesi aşamasında genellikle OSB'lerde kapasite doluluk oranı düşük olmakta ve bu boşlukların hangi 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 karşılaşabilmektedir. Bu durumda atıksuların deşarj limitlerini sağlayacak şekilde artırılmasında gerek arıtma tesisinin kapasitesi, gerekse uygulanan arıtma prosesleri açısından zorluklar yaşanabilmektedir.

Bu çalışmada, OSB'lerde ortak atıksu arıtma tesislerinin proje aşamasında esas alınan atıksu verileri ile zaman içerisinde işletme sayı ve sektörlerinde ve dolayısıyla atıksu miktar ve özelliklerinde meydana gelen değişimlerin karşılaştırması ve buna bağlı işletme sorunları Kayseri OSB atıksu arıtma tesisi örneği üzerinden incelenmiştir.

## 2. Materyal ve Metot

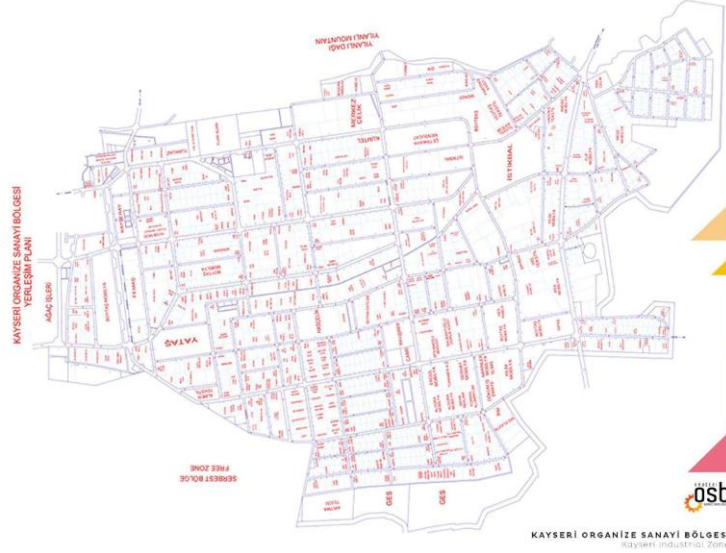
### 2.1. Kayseri OSB

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 1). 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 [6,7]. 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 [8].



Şekil 1. Kayseri OSB'ye ait harita ve görseller [9]

Kayseri OSB'nin elektrik enerjisi ihtiyacını düşük maliyetle ve kesintisiz olarak sağlamak üzere sanayi parseli olmayan 900 bin m<sup>2</sup> alanda, toplam 50,6 MWp kapasiteye sahip Türkiye'nin en büyük güneş enerji santrali (GES) kurulmuştur. Bu kapasite yaklaşık 60 bin konutu aydınlatmaya yetecek ölçüdedir (Şekil 2) [10].



Şekil 2. Kayseri OSB yerleşim planı [10]

## 2.2. Kayseri OSB Atıksu Arıtma Tesisi

Kayseri OSB'den kaynaklanan evsel ve endüstriyel atıksular 2008 yılına kadar Kayseri Büyükşehir Belediyesi Atıksu Arıtma Tesisi'ne verilmiş, fakat OSB'nin büyümesiyle kendi atıksu arıtma tesisini kurma ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Böylece 2008 yılında sözleşmesi imzalanan ortak atıksu arıtma tesisinin temeli 2009 yılında atılmış, inşaatı 2012 yılında tamamlanmış ve 2013 yılında işletmeye alınmıştır (Şekil 3). OSB'deki tüm evsel ve endüstriyel nitelikli atıksuları arıtmak üzere tasarlanan tesis 52.500 m<sup>2</sup> alan üzerine kuruludur [8]. Tesisin ilk aşaması 40.000 m<sup>3</sup>/gün, ikinci aşaması 20.000 m<sup>3</sup>/gün olmak üzere toplam proje debisi 60.000 m<sup>3</sup>/gün olarak planlanmıştır. Tesis, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) Tablo 19'da verilen deşarj kriterlerine tabi olup [11], arıtılan atıksular 2,5 km'lik bir deşarj hattı ile Kızılırmak Havzası'nda bulunan Vanvanlı (Karasu) Deresi'ne deşarj edilmektedir.

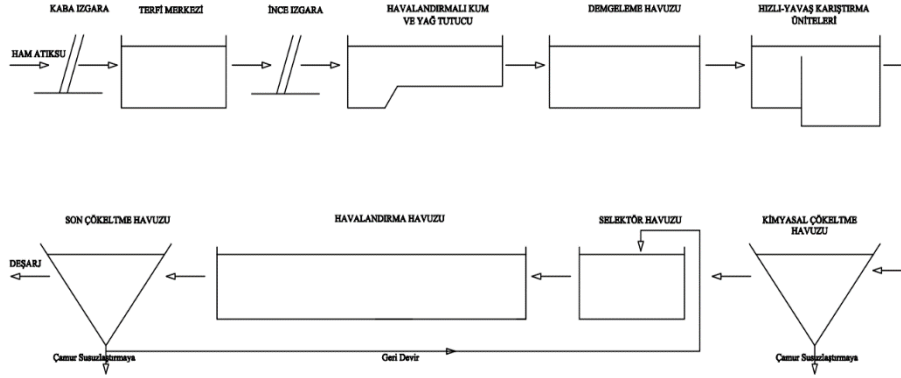


Şekil 3. Kayseri OSB Atıksu Arıtma Tesisi (AAT)'nin görünümü

Arıtma tesisi fiziksel, kimyasal ve biyolojik proseslerden oluşmaktadır (Şekil 4) [12]. Giriş yapısı, kaba ve ince izgaralardan 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 4. Kayseri OSB AAT'ne ait proses akım şeması [12]

### 2.3. 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.

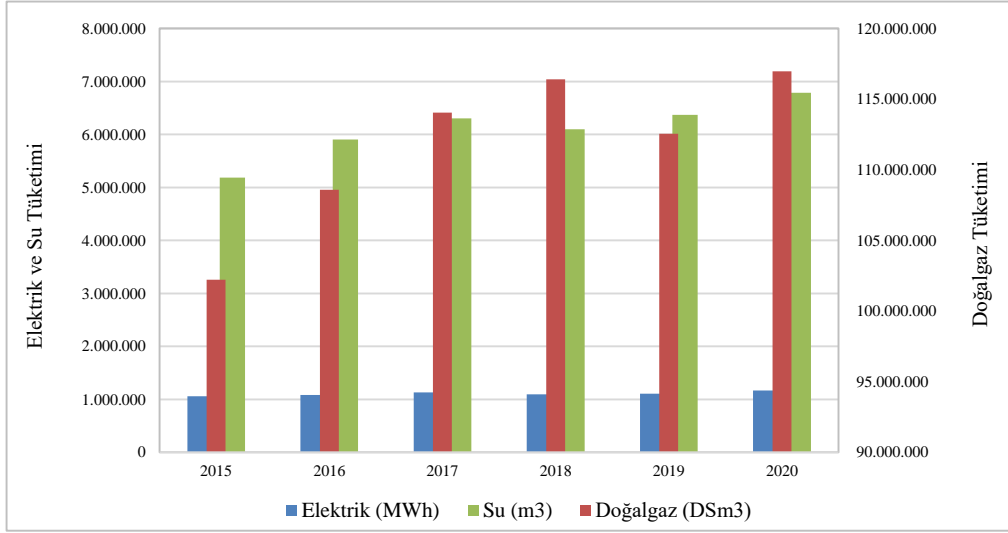
## 3. Bulgular

### 3.1. 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, çeşitli kaynaklardan sağlanan veriler de sektörel sınıflandırmada farklılıklar içermektedir. 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 tüketimlerdeki 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 [13]	2013 [14]	2017 [15]	2019 [12]	2021 [8]
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	-	-	-	-
<b>Toplam</b>	<b>295</b>	<b>353</b>	<b>1165</b>	<b>1219</b>	<b>1188</b>



Şekil 5. Kayseri OSB’de elektrik, su ve doğalgaz tüketimlerinin yıllara bağlı değişimi [16]

### 3.2. 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 m<sup>3</sup>/gün olarak projelendirilen tesise mevcut durumda gelen ortalama atıksu debisi 28.000 – 30.000 m<sup>3</sup>/gün aralığında değişmektedir [12]. 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 ve SKKY Tablo 19’a göre tabi olunan deşarj limitleri Tablo 2’de verilmiştir [11].

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 Şekil 6’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 değer 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 olduğu 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, Toplam Kjeldahl Azotu (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 bulunduğu 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.

**Tablo 2.** Atıksu arıtma tesisi tasarımında esas alınan atıksu özellikleri

Parametre	Ham Atıksu Tasarım Değeri	SKKY Tablo 19 Deşarj Limiti (2 saatlik kompozit)
pH	-	6-9
Askıda Katı Madde (AKM), (mg/L)	1000	200
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), (mg/L)	1750	400
Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ <sub>5</sub> ), (mg/L)	630	-
Toplam Kjeldahl Azotu (TKN), (mg/L)	30	20
Toplam Fosfor (TP), (mg/L)	11	2
Yağ ve Gres, (mg/L)	130	20

**Şekil 6.** Atıksu arıtma tesisi giriş atıksuyu özellikleri [12]

Tablo 3'te farklı OSB'lerin atıksu özelliklerini karşılaştırılmıştır. Tespit edilen değerlere göre, Kayseri OSB'nin atıksuyu organik maddeler açısından Aksaray, 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 oldukça yakındır ve OSB'deki işletme sayısındaki değişimlere rağmen atıksu özelliklerindeki değişimlerin önemsiz seviyede olduğu görülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, AKM dışındaki parametrelerde atıksudaki konsantrasyonların, tasarımda esas alınan 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 [18]	Konya [17]	Bursa [17]	Manisa [17]	Sivas [17]	Aksaray [18]
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
BOİ <sub>5</sub> , (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 değerleri

### 3.3. Arıtma Verimi

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 Şekil 7’de grafikler halinde verilmiştir.



Şekil 7. Atıksu arıtma tesisi çıkış atıksuyu özellikleri ve deşarj limitleri [12]

Atıksu arıtma tesisi çıkışında 5,5 yıl boyunca 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 ile deşarj sınırı olan 100 mg/L'nin oldukça 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 ortalama olarak AKM için %98, KOİ için %96, TN için %86 ve TP için %94 şeklinde gerçekleşmiştir. 5,5 yıllık periyotta



OSB'deki işletme sayı ve türlerindeki değişimlerin atıksu özelliklerine ve atıksu arıtma tesisi performansına önemli bir etkide bulunmadığı görülmektedir.

#### 4. Tartışma ve Sonuç

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 itibarıyla 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 itibarıyla 70.000 kişiye ulaştığı görülmektedir. Dolayısıyla evsel nitelikli atıksuların özellikleri çok değişmese de debisinde önemli artış olduğu düşünülmektedir.

Atıksu verilerine bakıldığında ise, tasarımda ilk etap için 40.000 m<sup>3</sup>/gün olarak esas alınan debi değerine henüz ulaşılmadığı ve mevcut durumda 28.000 – 30.000 m<sup>3</sup>/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 [19, 20]. Sonuç olarak, Kayseri OSB'de atıksu arıtma tesisinin tasarımı esas alınan atıksu debi ve karakterizasyonu oldukça isabetli şekilde öngörülmüş, tesis başarılı şekilde kurulup işletilmiş ve OSB'deki işletmelerin sayı ve türlerindeki değişimlere rağmen deşarj kriterleri uzun dönem boyunca başarılı şekilde sağlanmıştır. Bu bağlamda, diğer OSB'ler için iyi bir örnek teşkil etmektedir.

#### 5. Teşekkür ve Katkı Beyanı

İnceleme ve araştırma yapmak üzere işletmelerini bize açan, ihtiyacımız olan bilgi ve verileri bizimle paylaşarak bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde büyük katkı sağlayan Kayseri OSB Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

M.K.: Literatür araştırması, veri toplanması, H.D.: Verilerin işlenmesi ve değerlendirilmesi, makale yazımı ve düzenleme.

#### 6. Kaynaklar

- [1] OSB Üst Kuruluşu, Türkiye'de ve Dünyada OSB Uygulamaları, <https://osbuk.org/turkiyede-ve-dunyada-osb-uygulamalari/> (Erişim: 23.07.2021)
- [2] Resmî Gazete Tarihi: 11.08.1983 Resmî Gazete Sayısı: 18132, "Çevre Kanunu"
- [3] 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

- [4] Resmî Gazete Tarihi: 02.02.2019 Resmî Gazete Sayısı: 30674, “Organize Sanayi Bölgeleri Uygulama Yönetmeliği”
- [5] 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)
- [6] 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)
- [7] 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=2ahUKEwjX0fj56vjxAhWpsaOKHaiqAbMQFjAAegQICBAD&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)
- [8] Kayseri OSB, Web sitesi, Firmalar, <https://www.kayseriosb.org/tr/5/Firmalar.html>, (Erişim: 23.07.2021)
- [9] 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)
- [10] Kayseri OSB, Web sitesi, “Firma Rehberi”, <https://www.kayseriosb.org/Media/Dokuman/KayseriOSBREhber05ed5fe099804c14b3a34c4aac5300fc.pdf>, 2018 (Erişim:23.07.2021)
- [11] Resmi Gazete Tarihi: 31.12.2004, Resmi Gazete Sayısı: 25687, “Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği”
- [12] Kayseri OSB, Çevre Yönetim Müdürlüğü, (Yüzyüze Görüşme), 2021
- [13] Çelik T., “Kayseri Ekonomisinin Üretim Yapısı: Değişme, Gelişme ve İleriye Yönelik Tahminler” *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi XL*, 1, 7-19, 2016
- [14] 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
- [15] Kaya D., Eyidoğan M., Çoban V., Çağman 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
- [16] Kayseri OSB, Web sitesi, Rakamlarla OSB, <https://www.kayseriosb.org/tr/313/Rakamlarla-OSB.html>, (Erişim: 23.07.2021)
- [17] Çiner F., Eker A., “Characterization and Chemical Treatment of a Medium-Large Scale Mixed-Organized Industrial Estate (OIE)”, *Desalination*, 211, 102-112, 2007
- [18] Şimşek F., “Aksaray Organize Sanayi Bölgesi (OSB) Atıksu Yönetimi ve Çözüm Önerileri” Aksaray Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, 71 s, Aksaray, 2016
- [19] 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.
- [20] Eker A., Çiner F., “Sivas Organize Sanayi Bölgesi’nde Kirlenme Profili ve Arıtma Alternatifleri”, *DEÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6, 3, 97-112, 2004