

# Adıyaman organize sanayi bölgesi (ADOSB) ve endüstriyel atıksularının karakterizasyonu üzerine bir durum değerlendirmesi

**Turgay DERE\***

*Adıyaman Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Merkez Kampüs, Adıyaman*

*Geliş Tarihi (Received Date): 07.07.2020*

*Kabul Tarihi (Accepted Date): 29.12.2020*

## Öz

Endüstriyel atıksuların karakterizasyonunun önemli bir ihtiyaç olduğu çalışmalar için atıksuların uzun süreli takibi önem arz etmektedir. Bu çalışmada Adıyaman Organize Sanayi Bölgesi (ADOSB) endüstriyel atıksuları 2013-2016 yılları boyunca izlenmiş, endüstriyel atıksu çalışmaları için, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği (SKKY) alıcı ortam deşarj kriterleri ile karşılaştırılması yapılmıştır. ADOSB endüstriyel atıksularının Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Askıda Katı Madde (AKM), Toplam Fosfor (TP), Toplam Azot (TN), Bakır (Cu) ve Çinko (Zn) konsantrasyonlarının (925±391 mg/L; 235±64 mg/L; 5.15±1.31 mg/L; 14.68±7.94 mg/L; 2.54±0.97 mg/L; 0.83±0.51 mg/L) düzenlenmesini ön planda tutabilen çalışmaların önem arz ettiği belirlenmiştir. Krom(Cr), Kadmiyum(Cd) ve Kurşun (Pb) konsantrasyonlarının alıcı ortamda toksik seviyede olmadığı (0.20±0.18 mg/L; 0.014 mg/L; 0.29±0.12 mg/L), atıksuyun bu özelliklerinin korunması gerektiği gözlenmiştir. Ayrıca pH 7.57'de renk değerlerinin Avrupa Birliği (AB) normlarına göre yüksek olduğu, pH değerlerinde artışlar gözlemlendiğinde ise renk değerlerinin uygun seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Örgün zamanlarda ölçülen, ADOSB endüstriyel atıksuyuna ait verilerin göz önünde bulundurulması, atıksu deşarj kriterlerinin sağlanması amacıyla uygulanan veya uygulanması planlanan çalışmaların dinamikliği için oldukça katkı sağlayabilecek seviyededir.

**Anahtar kelimeler:** Adıyaman, ADOSB, karışık endüstriyel atıksu, SKKY.

\* Turgay DERE, tdere@adiyaman.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-9306-5409>

## The case evaluation of industrial wastewater characterization of Adiyaman organized industrial zone (ADOIZ)

### Abstract

*Long-term follow-up of wastewater is important for improvement studies where characterization of industrial wastewater is an important need. In this study, Adiyaman Organized Industrial Zone (ADOSB) industrial wastewater was monitored during 2013-2016 and compared with the Water Pollution Control Regulation (WPCR) discharge criteria for industrial wastewater improvement studies. Chemical Oxygen Demand (COD), Suspended Solids (AKM), Total Phosphorus (TP), Total Nitrogen (TN), Copper (Cu) and Zinc (Zn) concentrations ( $925\pm391$  mg/L;  $235\pm64$  mg/L;  $5.15\pm1.31$  mg/L;  $14.68\pm7.94$  mg/L;  $2.54\pm0.97$  mg/L;  $0.83\pm0.51$  mg/L). Thus, it has been determined that improvement studies are important. It has been observed that chromium, cadmium and lead concentrations are not at toxic levels ( $0.20\pm0.18$  mg/L;  $0.014$  mg/L;  $0.29\pm0.12$  mg/L) and these properties of wastewater should be preserved. It has also been determined that the color values at pH 7.57 are higher than the European Union (EU) norms, and when the pH rises, the color values are at appropriate levels. Industrial wastewater data measured in formal times are dynamic that can contribute considerably to the fulfillment of wastewater discharge criteria.*

**Keywords:** Adiyaman, ADOIZ, mixed industrial wastewater, WPCR.

### 1. Giriş

Dünya nüfusunun zamanla artması ve beraberinde teknolojinin gelişmesi, çeşitli endüstriyel faaliyetlerin oldukça yükselmesini neden olmuştur. Bu faaliyetlerin neticesinde oluşan kentsel atıklar, önemli çevre kirliliği problemlerine sebep olmuştur [1]. Birçok gelişmekte olan ve gelişmiş ülkede, çevre kirliliği problemlerine neden olan kentsel atıkların, arıtma tesislerinde arıtılmadan deşarj edilmesi ve ortamdan uzaklaştırılması için akarsular kullanılmaktadır. Bu durum ise halk sağlığı açısından risk oluşturmaktadır [2,3,4].

Endüstriyel faaliyetler sonucu ortaya çıkan ve ekonomik geçerliliği olmayan organik ve inorganik özelliklerde zehirli madde atıkları, doğal olmayan bileşimleri, miktarları ve kirlenici türleri bakımından toprak, hava ve su ortamlarında neden olduğu kirlilikler bakımından oldukça problemlidir [5]. Bu problemlidir atıkları ihtiva edebilen endüstriyel atıksuların kontrolsüzce doğal ortamlara bırakıldığında besin zinciri yolu ile insana kadar ulaşabilmektedir [6,7,8].

Özellikle boyama proseslerinin atıksularında, arıtma yöntemini belirleyebilecek kapasitede boyar madde atıkları, inorganik ve organik yardımcı kimyasallar bulunmaktadır [9,10]. Alıcı su ortamında düşük konsantrasyonlarda bulunmalarında bile, toksik ve kanserojen etkiler ve canlı organizmalarda birikme eğilimleri gözlenmiştir. Neticede hastalıklar ve ölümler gerçekleşmeye başlamıştır. Bunun için bu maddeleri içeren atıksuların iyileştirilerek ekolojik dengeyi bozmayacak şekilde alıcı ortama deşarj edilmesi gerekmektedir [11]. Bu maddelerin önemli bir grubunu Bakır,

Nikel, Kobalt, Kadmiyum, Krom, Kurşun, Mangan, Çinko gibi ağır metaller oluşturmaktadır [3,12,13].

Bu tip olumsuz sonuçların minimum seviyede tutulabilmesi için uygulamaların gerçekleştirilmesi ve ilgili yatırımların yönlendirilebilmesi amacıyla Türkiye'de Organize Sanayi Bölgeleri (OSB) modeli gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Gerçekleştirici olarak Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) görevlendirilmiştir [14]. Türkiye'de 1962-2002 yılsonu arasında yetmiş OSB projesi, 2003'ten 2013 yılına kadar ise seksen beş OSB projesi tamamlanmıştır (155 OSB hizmete açılmıştır) [15]. Adıyaman Organize Sanayi Bölgesi (ADOSB) de bu projelerden biridir. İlk çalışmalara 1991'de başlanmış, 2001'de ise Bakanlık onayıyla "93 parsel/185 hektar alan" kurulmuştur. 2014 yılı için ADOSB hakkında verilen bilgilere göre yaklaşık 4100 işçinin istihdam edildiği 93 işletme aktif durumda hizmet vermektedir. ADOSB 'de, tekstil ürünleri imalatı ile uğraşan işletmeler sektörel olarak baskın durumdadır [16].

Su kirliliklerinin azaltılmasının ve su kaynaklarının korunmasının sağlanabilmesi için ayrıca kirlilik kaynaklarının, kirliliğin yayılma mekanizmalarının ve ortamda gözlemlenen etkilerin bilinmesi gerekmektedir [17]. Bunun için oluşan atıksuların uzun süreli ve örgün bir şekilde takibi önem arz etmektedir.

Bu çalışmamızda endüstriyel atıksulardaki kirliliklerin azaltılması amacıyla uygulanan veya uygulanması planlanan çalışmaların, kararlı ve dinamik özelliklerine oldukça katkı sağlayabilecek seviyelere ulaştırmak amacıyla, ADOSB endüstriyel atıksuyuna ait veriler uzun süreli ve örgün bir şekilde takip edilmiştir.

## 2. Deneysel çalışmalar

### 2.1. ADOSB sektörel yapısı

Ülke ekonomilerinde, endüstriyel yatırım amaçlı altyapıyı geliştirmede önemli rol oynayan "Organize Sanayi Bölgeleri (OSB)" orta ölçekli endüstrilere sahip illerde; "Küçük Sanayi Siteleri (KSS)" ise küçük ölçekli endüstrilerin bulunduğu illerde kurulmuş ve kurulmaktadır [18].

1991 yılında Yatırım Programına giren Adıyaman ili OSB için, yer seçimi komisyonu tarafından seçilen alan, Atatürk Baraj Gölü kenarında, koruma kuşağı yakınında yer alması ve kentin makro formunun baraj gölü yönünde yayılmasının önlenmesi nedenlerinden dolayı, GAP İdaresi tarafından uygun görülmemiş, alternatif yeni OSB alanı olarak kentin kuzeyi seçilmiştir. 2000 yılında ADOSB tesis sayısı 3 iken, 2007 yılında 54'e yükselmiştir. 2003'ten sonraki dönemde Adıyaman ilinde sanayide tekstil sektöründe önemli bir atılım ortaya çıkarken kalkınmada çok önemli rolleri olan organize sanayi bölgesinde işletme sayılarında hızlı artışlar yaşanmıştır [19].

2014 yılı itibariyle tekstil ve gıda sektörü ağırlıklı Adıyaman Organize Sanayi Bölgesi caddelerinde faaliyet gösteren sektörler Tablo 1'de, atıksu konumu ile ilgili görüntü ve bilgiler ise Şekil 1 ve Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. 2014 yılı itibariyle ADOSB'de faaliyet gösteren sektörler ve OSB caddelerine göre sektör faaliyetleri.

Adıyaman OSB caddeleri															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	?
Konfeksiyon	prefabrik yapı elemanları	mermer	tarımsal sulama kanal boru üretimi	bulgur, bakliyat şeker	konfeksiyon	bal paketleme	tekstil	konfeksiyon	mobilya	organik tek.gıda üretim imalat	cam işleme	açık işleri	serum imalatı	Kablo ant.enjek.	cam işleme
Konfeksiyon	yem fabrikası	pvc doğrama, mobilya imalatı	gıda yemek üretimi	elektrik trafo imalatı	ambalaj, soğuk hava deposu	gıda biber üretimi		mobilya	gıda süt ürünleri	bulgur	peçete imalatı gıda paketleme	tekstil			
Örme	elektrik boru imalatı	mobilya	gıda üretimi	viol çocuk bezi şişe suyu imalatı	tekstil boyahane örme	bulgur, bakliyat şeker		konfeksiyon	boyahane	konfeksiyon boyahane	pvc kapı pencere mobilya üretimi	konfeksiyon			
iplik fabrikası	konfeksiyon		yem ve süt üretimi	elektrik malzeme	konfeksiyon	konteynr üretimi		iplik fabrikası		yem fabrikası		prefabrik yapı elemanları			
gıda yağ üretimi	konfeksiyon		mobilya	ıslak mendil imalatı		organik tek.gıda üretim imalat		boyahane		büro mobilyası		konfeksiyon			
Mobilya						süt mamülleri				tekstil		tekstil			
pamuk ipliği						gıda üretimi				gıda bakliyat		konfeksiyon			
						mobilya üretimi				sentetik çuval		konfeksiyon			
						ferforje imalatı						çuval fabrikası			
						deterjan imalatı						çuval fabrikası			
						gıda un						zeytin yağı			
						kablo ant.enjek.						kırtasiye			
tohum imalat												pamuk ipliği			
7	5	3	5	5	4	13	1	5	3	8	3	13	1	1	1
Adıyaman OSB caddelerindeki sektör sayısı															



Şekil 1. ADOSB endüstriyel atık suyu 2014 yılı itibariyle deşarj noktaları (1) Eğri Çayı yatağının Atatürk Baraj Gölü'ne bağlandığı nokta; (2) ADOSB endüstriyel atıksuyunun Eğri Çayı'na deşarj edildiği nokta.

Tablo 2. ADOSB endüstriyel atıksuyu deşarj koordinatları ve rakım yüksekliği (Garmin E-Trex20 GPS cihazı ölçümleri).

Atıksu Koordinat (Doğu)	Atıksu Koordinat (Kuzey)	Atıksu Rakım yüksekliği (m)	Atıksu Rakım hassasiyeti (m)	Atıksu Koordinat (Doğu)
37431184	4180300	705	9	37431184

## 2.2. Ölçüm cihazları ve metotları

Atıksu numuneleri "TS EN ISO 5667" standardına göre iki ayda bir 24 saatlik kompozit olarak alınmıştır. Yüzeysel sulara taşınabilecek KOİ, BOİ, TP, TN gibi kirlilik yüklerinin hesaplanması en az diğer parametrelerin hesaplanması kadar önemlidir. Bu hesaplamaların "kg/gün" olarak yapılabilmesi için ise debi değerlerinin bilinmesi gerekmektedir [20,21,22,23]. Atıksu debileri izleyici madde kullanılarak hız-alan ölçüm metodu ile belirlenmiştir.

Numune alma noktasının koordinatları Garmin E-Trex20 GPS cihazı ile belirlenmiştir. Atıksu pH ve ORP (Oksidasyon Redüksiyon Potansiyeli) ölçümleri için Thermo Orion-STAR2145 marka pH metre; sıcaklık, TDS (çözülmüş katı madde), tuzluluk (salinity) ve iletkenlik ölçümleri için Portable YSI EC-300 ölçüm cihazı; renk ölçümleri için Hach-Lange DR-6000 UV (436, 465, 525 ve 620 nm dalga boyunda) spektrofotometresi; KOİ ölçümü için spektrofotometrik dichromate ISO 6060-1989 DIN 38409-H41-H44 metodu; BOİ ölçümü için spektrofotometrik dilution -DIN EN 1899-1 metodu; AKM ölçümü için standart method;  $PO_4^{3-}$ -P ve fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) ölçümleri için spektrofotometrik phosphor molybdenum blue EN ISO 6878-1-1986, DIN 38405 D11-4 metodu; TN ölçümleri için spektrofotometrik oxidative digestion with peroxodisulfate-ISO 11905-1 metodu; nitrat ( $NO_3^-$ ) ve nitrat azotu ( $NO_3^-$ -N) ölçümleri için spektrofotometrik 2, 6 dimetilfenol-ISO 7890-1-2-1986, DIN 38405 D9-2-EN 38405 D-2 metodu; Nitrit ( $NO_2^-$ ) ve nitrit azotu ( $NO_2^-$ -N) ölçümleri için spektrofotometrik diazotisation EN ISO 26777, DIN 38405 D10 metodu; amonyak ( $NH_4^+$ ) ve amonyak azotu ( $NH_4^+$ -N) ölçümleri için spektrofotometrik indophenol blue ISO 7150-1, DIN 38406 E5-1 metodu; anyonik sürfaktant ölçümleri için spektrofotometrik methylene blue (MBA) ISO 7875-1-2-1984, DIN 38409-H 23-1 metodu; nikel ölçümleri için dimethylglyoxime DIN 38406-E11 metodu; bakır ölçümleri için bathocuproine disulfonic acid metodu; çinko ve kurşun ölçümleri için 4-(2-pyridylazo) resorcinol (PAR) metodu; mangan ölçümleri için formaldoksim metot-TS 6289 ISO 6333 metodu; kobalt ölçümleri için 1-(2-pyridylazo)-2-naphthol (PAN) metodu; krom ölçümleri için DIN 38402 A51/ISO 8466-1 metodu; kadmiyum ölçümleri için cation metodu kullanılmıştır.

### 2.3. Bulgular

TS EN ISO 5667 standardına göre iki ayda bir 24 saatlik kompozit olarak alınan atıksu numunelerinin özellikleri Tablo 3'de verilmiştir. Tablo 3'de verilen değerler, SKKY'nin 19 nolu tablosunda belirtilen küçük ve büyük organize sanayi bölgeleri ve sektör belirlemesi yapılamayan diğer sanayilerden kaynaklanan karışık endüstriyel atıksuların alıcı ortama deşarj kriterleri [24] ile karşılaştırılmıştır (Tablo 4).

Tablo 3'de verilen özelliklerin deşarj edilen ortamın su kalitesini rahatlıkla değişmesine sebep olabilecek aralıklarda değerler aldığı görülmektedir. Ayrıca karışık endüstriyel kaynaklı atıksuların bu özellikleri, atıksu oluşumuna göre baskın endüstriyi tanımlayabilmede önemlidir.

Tablo 3. ADOSB atıksuyunun özellikleri.

	Ortalama Değer + Standart Sapma
Ortalama Debi (litre saniye <sup>-1</sup> )	75±13
BOİ (mg L <sup>-1</sup> )	516±152
KOİ (mg L <sup>-1</sup> )	925±391
pH	8.74±0.66
	Aralık (min-max)
Renk (Pt-Co)	393-2625
Renk (RES-436) Remazol Yellow RR gran	2-10
Renk (RES- 525) Remazol Red RR gran	1-4
Renk (RES -620) Remazol Blue RR gran	1-2
	Ortalama Değer + Standart Sapma
ORP (mV)	-97±44.3



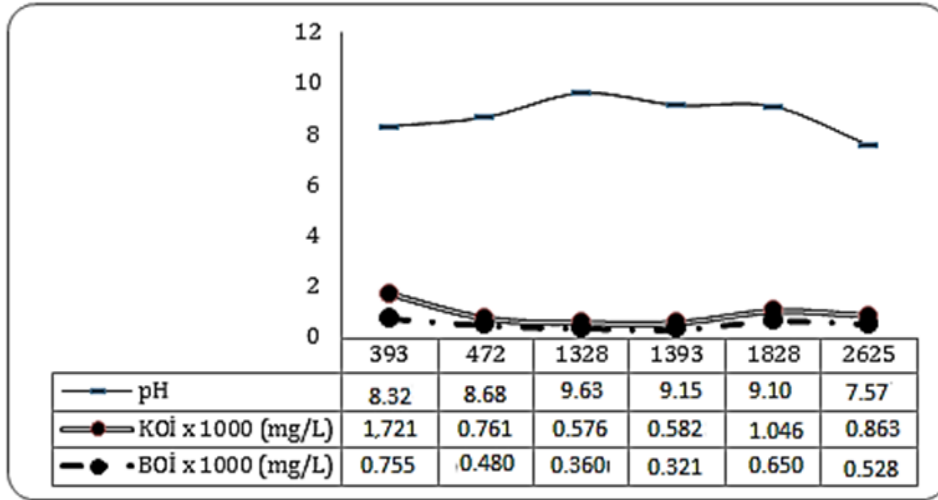
Tablo 3. (Devamı).

Sıcaklık (°C)	32±2.8
İletkenlik ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	4.443±798
Toplam Çözünmüş Madde (TDS) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	2.531±468
Tuzluluk (ppt)	2.10±0.40
AKM ( $\text{mg L}^{-1}$ )	235±64
$\text{PO}_4^{3-}$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	15.78±4.01
Toplam Fosfor, ( $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	5.15±1.31
Toplam Azot ( $\text{mg L}^{-1}$ )	14.68±7.94
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	6.35±2.33
Amonyum ( $\text{NH}_4^+$ ) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	4.98±2.39
Amonyum Azotu ( $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	3.87±1.86
Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1.53±1.12
Nitrat Azotu ( $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1.43±0.53
Nitrit Azotu ( $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.47±0.34
Anyonik sülfaktant ( $\text{mg L}^{-1}$ )	5.73±1.18
Bakır ( $\text{mg L}^{-1}$ )	2.54±0.97
Nikel ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1.94±1.18
Kobalt ( $\text{mg L}^{-1}$ )	1.81±0.58
Çinko ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.83±0.51
Krom ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.20±0.18
Kurşun ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.29±0.12
Mangan ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.24±0.24
Kadmiyum ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.014±0.000

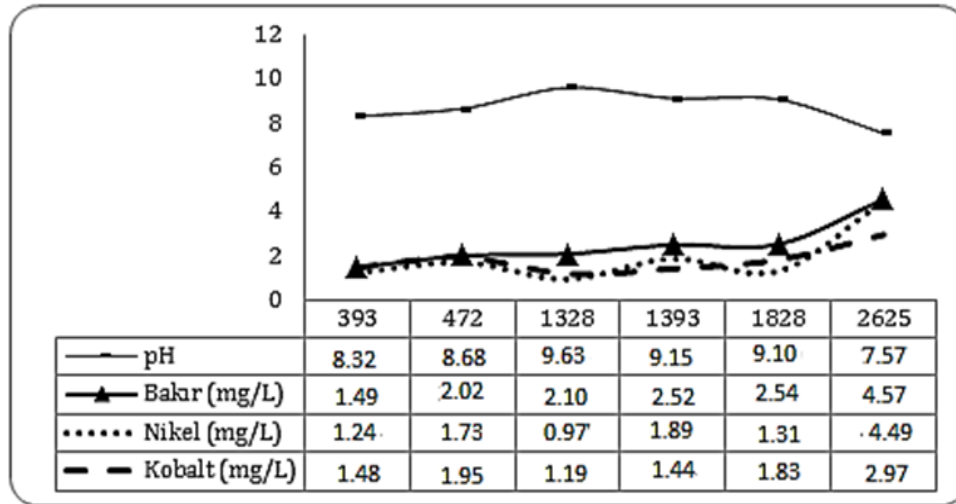
Tablo 4. ADOSB karışık endüstriyel atıksuyunun, SKKY alıcı ortam deşarj kriterleri ile karşılaştırılması.

Parametreler	Ortalama Değerler	24 saatlik kompozit numune deşarj standartları [24]
KOİ ( $\text{mg L}^{-1}$ )	925±391	300
AKM ( $\text{mg L}^{-1}$ )	235±64	100
TP ( $\text{mg L}^{-1}$ )	5.15±1.31	1
Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) ( $\text{mg L}^{-1}$ )	12.78±7.30	15
pH	8.74±0.66	6-9
Kurşun ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.29±0.12	1
Bakır ( $\text{mg L}^{-1}$ )	2.54±0.97	-
Çinko ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.83±0.51	-
Krom ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.20±0.18	1
Kadmiyum ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0.014±0.000	-

KOİ, BOİ, renk ve pH değerlerinin oldukça yüksek değerler alması ve renk, KOİ ve BOİ değerlerinin geniş aralıklarda dalgalanmalar göstermesinden dolayı birbirleri arasındaki ilişki Şekil.2'de; renk değerlerinin ise pH ve diğer ağır metallerle göre yüksek değerleri belirlenen bakır, nikel ve kobalt değerleri ile ilişkileri Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 2. ADOSB atıksuyu renk değerlerinin (Pt-Co) pH-KOİ-BOİ değerleri ile ilişkisi.



Şekil 3. ADOSB atıksuyu renk değerlerinin (Pt-Co) pH-Bakır-Nikel-Kobalt değerleri ile ilişkisi.

Atık su renk değerindeki artış ve azalış ile birlikte, atıksuyun KOİ, BOİ, bakır, nikel ve kobalt kirlilik yüklerinde de yükselme ve azalma görülmektedir. pH değerleri, diğer yükselme ve azalmalara göre bağımsız bir davranış sergilemektedir.

KOİ ve BOİ ile bakır, nikel ve kobalt kirlilik yüklerindeki yükselme ve azalmalar arasında Anova testine göre istatistiksel bir ilişki görülmemekle birlikte nikel ve kobalt ortalamalarının birbirine yakın değerler aldığı Tablo 5’de görülmektedir.



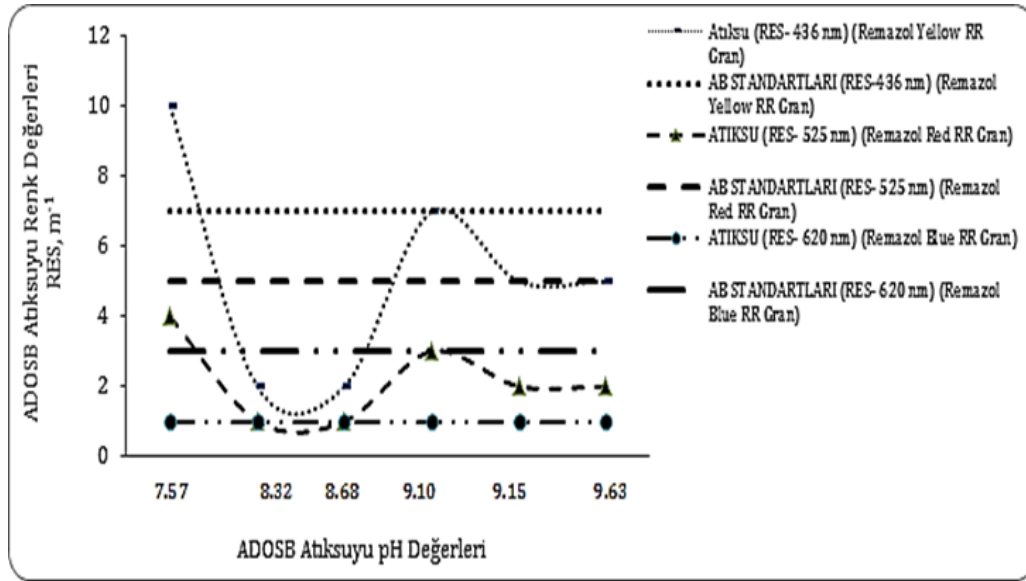
Tablo 4. ADOSB karışık endüstriyel atıksuyunun, SKKY alıcı ortam deşarj kriterleri ile karşılaştırılması.

ÖZET						
Gruplar	Say	Toplam	Ortalama	Varyans		
Atıksu KOİ (mg/L)	6	5549	924.8333	183689.4		
Atıksu BOİ (mg/L)	6	3094	515.6667	27775.47		
Atıksu Nikel (mg/L)	6	11.625	1.9375	1.677318		
Atıksu Bakır (mg/L)	6	15.24	2.54	1.13756		
Atıksu Kobalt (mg/L)	6	10.86	1.81	0.39916		
ANOVA						
Varyans Kaynağı	SS	df	MS	F	P-değeri	F ölçütü
Gruplar Arasında	4215621	4	1053905	24.91878	2.08*10 <sup>-8</sup>	2.75871
Gruplar İçinde	1057340	25	42293.61			
Toplam	5272961	29				

ADOSB atıksuyunun aylara bağılı olarak değışen renk değerleri Tablo 6’da verilmiş, “EN ISO 7887” AB Normları [25,26] ile karşılaştırılması ise Şekil 4’de gösterilmiştir. Gün boyunca 24 saatlik alınan ADOSB atıksuyu örneklerinden hazırlanan kompozit atıksu numunesinin ölçülen Renk RES değerleri Remazol Yellow RR gran 2-10 m<sup>-1</sup> aralığında, Remazol Red RR gran 1-4 m<sup>-1</sup> aralığında ve Remazol Blue RR gran 1 m<sup>-1</sup> civarında değişim göstermektedir. pH değerlerinde sıcak aylardan soğuk aylara doğru artış görölmesine rağmen, renk değerlerinde AB normlarına göre uygun değerler gözlenmiştir.

Tablo 6. ADOSB atıksuyunun aylara bağılı olarak pH ve renk değerleri.

Atıksu pH	Aylar	Atıksu Renk (Pt-Co)	Atıksu Renk (Remazol Yellow RR Gran) (436 nm) (RES (m <sup>-1</sup> ))	Atıksu Renk (Remazol Red RR Gran) (525 nm) (RES(m <sup>-1</sup> ))	Atıksu Renk (Remazol Blue RR Gran) (620 nm) (RES (m <sup>-1</sup> ))
7.57	TEMMUZ	2625	10	4	1
8.32	MAYIS	393	2	1	1
8.68	MART	472	2	1	1
9.10	OCAK	1828	7	3	1
9.15	EYLÜL	1393	5	2	1
9.63	KASIM	1328	5	2	1



Şekil 4. ADOSB atıksuyu renk değerlerinin AB normları ile karşılaştırması.

ADOSB atıksuyunun deşarj kriterlerine göre önemli bazı özellikleri ile, Eğri Çayına deşarj edildikten sonraki ortam suyundaki özelliklerin karşılaştırılması Tablo 7’de verilmiştir. Deşarj sonrasında Eğri Çayı suyunda izlenen özelliklerdeki değişme aralıklarını kararlı halde ve uygun seviyelerde tutabilmek için uygulanan ve uygulanması planlanan çalışmalar açısından önem arz etmektedir.

Tablo 7. Deşarj öncesi ve deşarj sonrası Eğri Çayı suyunun önemli bazı özellikleri.

	Ortalama Değer + Standart Sapma	
	Deşarj Öncesi	Deşarj Sonrası
BOİ (mg L <sup>-1</sup> )	516±152	120±40
KOİ (mg L <sup>-1</sup> )	925±391	339±16
pH	8.74±0.66	8.45±0.17
	Aralık (min-max)	
Renk (Pt-Co)	393-2625	1192±272
	Ortalama Değer + Standart Sapma	
ORP (mV)	-97±44.3	-90.20±9.5
Sıcaklık (°C)	32±2.8	22.55±0.45
İletkenlik (µS cm <sup>-1</sup> )	4.443±798	4.062±292
Toplam Çözünmüş Madde (TDS) (mg L <sup>-1</sup> )	2.531±468	2.773±172
Tuzluluk (ppt)	2.10±0.40	2.25±0.15
AKM (mg L <sup>-1</sup> )	235±64	121±01
Toplam Fosfor, (PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> -P) (mg L <sup>-1</sup> )	5.15±1.31	1.81±01
Amonyum Azotu (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N) (mg L <sup>-1</sup> )	3.87±1.86	10±01
Anyonik sülfaktant (mg L <sup>-1</sup> )	5.73±1.18	11.60±01
Bakır (mg L <sup>-1</sup> )	2.54±0.97	0.013±00
Nikel (mg L <sup>-1</sup> )	1.94±1.18	0.005±00
Krom (mg L <sup>-1</sup> )	0.20±0.18	0.002±00
Kurşun (mg L <sup>-1</sup> )	0.29±0.12	0.03±00
Mangan (mg L <sup>-1</sup> )	0.24±0.24	0.003±00
Kadmiyum (mg L <sup>-1</sup> )	0.014±0.000	0.002±00

### 3. Sonuçlar ve tartışma

Bu çalışmada debisi 5785-8538 m<sup>3</sup>/gün aralığında salınım gösteren ADOSB karışık endüstriyel atıksuyunun fizikokimyasal parametreleri 2013-2016 yılları boyunca izlenerek değişim aralıkları belirlenmiştir. Buna göre ADOSB karışık endüstriyel atıksuyu, deşarj edileceği alıcı su ortamı kalitesinde uygun olmayan seviyelere sebep olabilecek kapasitedir:

“KOİ <sub>ADOSB</sub> (= 925±391 mg L <sup>-1</sup> )	>	KOİ <sub>SKKY</sub> (=300 mg L <sup>-1</sup> ),
AKM <sub>ADOSB</sub> (=235±64 mg L <sup>-1</sup> )	>	AKM <sub>SKKY</sub> (=100 mg L <sup>-1</sup> ),
TP <sub>ADOSB</sub> (=5.15±1 mg L <sup>-1</sup> )	>	TP <sub>SKKY</sub> (=1 mg L <sup>-1</sup> ),
Min. TKN <sub>ADOSB</sub> (= 5.48 mg L <sup>-1</sup> )	<	TKN <sub>SKKY</sub> (= 15 mg L <sup>-1</sup> )
Max. TKN <sub>ADOSB</sub> (= 20.08 mg L <sup>-1</sup> )	>	TKN <sub>SKKY</sub> (= 15 mg L <sup>-1</sup> )
pH <sub>ADOSB</sub> (= 8.74±0.66)	~	pH <sub>SKKY</sub> (= 6-9)”

olduğu için ADOSB karışık endüstriyel atıksuyu KOİ, AKM, TP ve TN değerlerini iyileşmesine sebep olabilecek ve/veya bu değerlerin yükselmesine neden olmayacak proseslerin kullanılması önem arz etmektedir.

Kullanılabilecek klasik biyolojik ve fiziksel proseslerin KOİ, AKM, TP ve TN değerlerinde iyileştirmelerde faydası olabileceği gibi, ileri fiziksel arıtma teknolojilerinin ADOSB atıksuyunda baskın olan çözünmüş katı madde konsantrasyonunun rahatlıkla azaltılmasında kullanılabilecek teknolojiler olduğu unutulmamalıdır.

SKKY sulama suyu atıksu deşarj standartlarına göre eser miktarda bile zehir etkisi görülebilen ağır metal konsantrasyonları belirlenmiş, bakır, kobalt ve nikel konsantrasyonlarının yıl boyunca sırasıyla “2.54±0.97 mg L<sup>-1</sup>”, “1.81±0.58 mg L<sup>-1</sup>” ve “1.94±1.18 mg L<sup>-1</sup>” ortalama değerleri ile çinko, krom, kurşun, mangan ve kadmiyum ağır metallerinden oldukça yüksek olduğu görülmüştür:

Bakır<sub>ADOSB</sub> (=2.54±0.97 mg L<sup>-1</sup>) > Bakır<sub>SKKY</sub> (= ~0 ) Çinko<sub>ADOSB</sub> (=0.83±0.51 mg L<sup>-1</sup>) > Çinko<sub>SKKY</sub> (= ~0 )

olduğu için özellikle ADOSB karışık endüstriyel atıksuyu bakır ve çinko konsantrasyonlarının azaltılmasında fiziksel adsorpsiyon ve kimyasal çöktürme arıtma proseslerinin kullanılması önem arz etmektedir.

Krom<sub>ADOSB</sub> (= 0.20±0.18 mg L<sup>-1</sup>) < Krom<sub>SKKY</sub> (= 1 mg L<sup>-1</sup>)

Kadmiyum<sub>ADOSB</sub> (=0.014±0.000 mg L<sup>-1</sup>) ~Kadmiyum<sub>SKKY</sub> (= ~0 )

Kurşun<sub>ADOSB</sub> (=0.29±0.12 mg L<sup>-1</sup>) < Kurşun<sub>SKKY</sub> (=1 mg L<sup>-1</sup>)

olduğu için ADOSB karışık endüstriyel atıksuyu krom, kadmiyum ve kurşun konsantrasyonlarında alıcı ortamda toksik etki görülebilecek seviyede değildir. Atıksuyun bu özelliklerinin korunması önem arz etmektedir.

ADOSB karışık endüstriyel atıksuyu renk değerlerinin AB normlarına uygunluğu bakımından atıksu pH değerlerinin yüksek olması bir avantaj olarak görülmektedir.

ADOSB atıksuyunun Eğri Çayı'na deşarjı için SKKY alıcı ortama deşarj kriterleri uygulanmalı ve Eğri Çayı alanı koruma altına almak için uygulanan ve uygulanması planlanan çalışmalara önemli destekler verilmelidir.

### Teşekkür

Bu çalışma ADYÜBAP (Adıyaman Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri) Birimi tarafından MÜFBAP/2012-0002 nolu proje ve MÜFLAP/2015-0001 nolu proje ile desteklenmiştir. Projelerde araştırmacı görevindeki Mehmet ÇEKİM, Fatih TUFANER, Yavuz DEMİRCİ, Harun TÜRKMENLER ve Kerem GÜLPINAR'ın ve ADYÜBAP Birimi'nin desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

### Kaynaklar

- [1] Mustafaoğlu, D., Adsorpsiyon ve biyosorpsiyon yöntemiyle fenol giderimi, Yüksek Lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, (2011).
- [2] Kara, C. ve Çömlekçioğlu, U., Karaçay (Kahramanmaraş)'ın kirliliğinin biyolojik ve kimyasal parametrelerle incelenmesi, **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi**, 7, 1, 1-7, (2004).
- [3] Toroğlu, E., Toroğlu, S. ve Alaeddinoğlu, F., Aksu Çayı'nda (Kahramanmaraş) akarsu kirliliği, **Coğrafi Bilimler Dergisi**, 4, 1, 93-103, (2006).
- [4] Sarıyıldız, A., Harmancıoğlu, N., Silay, A. ve Çetin, H.S., Gediz nehri su kalitesi parametrelerinin eğilim analizi, **Havza Kirliliği Konferansı**, 603-611, İzmir, (2003).
- [5] Başıbüyük, M., ve Forster, C.F., An examination of adsorption characteristics of basic dye on to live activated sludge system, **Process Biochemistry**, 38, 9, 1311-1316, (2003).
- [6] Tunç, M.S. ve Ünlü, A., Elazığ kenti atıksu arıtma tesisinin Haringet Çayı su kalitesine etkisi, **XII. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu**, 56-62, Elazığ, (2003).
- [7] Ünlü, A. ve Tunç, M., Evsel atıksu deşarjı öncesinde ve sonrasında Kehli Deresi'nin su kalitesi değişiminin incelenmesi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi**, 17, 2, 65-75, (2007).
- [8] Kurtulmuş, Y., Çark Deresi'nin kirlilik kaynaklarının ve su kalite sınıfının belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, (2006).
- [9] Ertuğrul, S., San, N.O. ve Dönmez, G., Treatment of dye (Remazol Blue) and heavy metals using yeast cells with the purpose of managing polluted textile wastewaters, **Ecological Engineering**, 35, 1, 128-134, (2009).
- [10] Yildirim, N. ve Erguven, G.O., Agar-plate screening for textile wastewater decolorization by some White Rot Fungi, **Ecronicon Microbiology**, 16,9, 20-24, (2020).
- [11] Ilhan, S., Cabuk, A., Filik, C. ve Caliskan, F., Effect of pretreatment on biosorption of heavy metals by fungal biomass, **Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 5, 1, 11-17, (2004).
- [12] Alhas, E., Oymak, S.A. ve Karadede, A.H., Heavy metal concentrations in two barb, *Barbus xanthopterus* and *Barbus rajanorum mystaceus* from Atatürk Dam Lake, **Environmental Monitoring and Assessment**, 148, 1-4, 11-18, (2009).

- [13] Kanat, G., İkizoglu, B., Erguven, G. O. ve Akgün, B., Determination of pollution and heavy metal fractions in “Golden Horn” sediment sludge (Istanbul, Turkey), **Polish Journal Environmental Studies**, 27, 6, 2605-2611, (2018).
- [14] Sarıkaya, H.Z., Meriç, S., Yılmaz, E. ve Toröz, İ., Organize sanayi bölgelerinde arıtma tesisi maliyet tahmini ve katılım paylarının belirlenmesi, **İstanbul Teknik Üniversitesi Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi**, 6, 3, 43-51, (1996).
- [15] Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, Organize Sanayi Bölgeleri Hizmetleri, <http://www.sanayi.gov.tr>. (15.02.2014).
- [16] Çekim, M. ve Dere, T., Eğri Çayı’na deşarj edilen endüstriyel atıksularının karakterizasyonu ve kirlilik yüklerinin belirlenmesi, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 30,3, 207-213, (2014).
- [17] Özdemir, T., Nitratın çeşitli topraklardaki adsorpsiyon ve taşınımının incelenmesi, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, (2006).
- [18] Özaslan, M., Recent local development models in Turkey, **Turkish Policy Quarterly**, 4,3, 121-139, (2005).
- [19] Aytekin, B., Adıyaman ilinin kalkınmasında öncü sektörler ve yerel dinamikler, Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Malatya, (2009).
- [20] Kaçan, E. ve Ülkü, G., Gümüşçay ve Çürüksu Çayları’nın Denizli sınırları içinde Büyük Menderes Nehri’ne verdiği kirlilik yüklerinin saptanması, **Ekoloji Dergisi**, 22, 87, 24-34, (2013).
- [21] Yonsel, F., Bilgin, C. ve Gülsen, C., İstinye Deresi’nin İstanbul Boğazı’na taşıdığı kirlilik, **IV. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi**, 769-774, İstanbul, (2000).
- [22] Solak, N.C., Barlas, M. ve Papuçcu, K., Akçay’ın (Büyük Menderes-Muğla) Bacillariophyta dışındaki epilitik algleri, **Ekoloji Dergisi**, 16, 62, 16-2, (2007).
- [23] Aydın, Y., Elazığ ili kentsel atık sularında organik kirlilik yükünün belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, (2009).
- [24] <https://webdosya.csb.gov.tr/db/cygm/icerikler/su-k-rl-l-g--kontrolu-yonetmel-g--20190104091110.pdf>, (27.12.2020).
- [25] Demir, G., Özcan, H.K. ve Borat, M., Bir beyaz çürükçül mantar türü olan Phanerochaete Chrysosporium ile Remazol Blue RR Gran’ın renk giderimi, **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi**, 10, 1, 42-4, (2007).
- [26] Vialle, C., Sablayrolles, C., Lovera, M., Jacob, S., ve Huau, M.C., Montréjaud-Vignoles, M., Monitoring of water quality from roof runoff: interpretation using multivariate analysis, **Water Research**, 45, 12, 3765-3775, (2011).