

Atık Su Arıtma Sisteminin Performansına Sıcaklık, Kimyasal ve Biyolojik Etmenlerin Etkileri

Servet TEKİN¹ 

Akif Mehmet KETENCİ¹ 

Gizem ARSLANKURT² 

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş

²Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği ABD, Kahramanmaraş

Öz

Çalışma, Adıyaman ilinde 2016 yılında kurulan “Adıyaman Atık Su Arıtma Tesisinde 2017 ve 2018 yıllarında yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü Atık Su Arıtma Tesisi, Atatürk Barajı’na deşarj edilen atıklar, arıtma işlemine tabi tutularak, baraj göletinin kirlenmesinin önüne geçmek amacıyla kurulmuştur. Çalışmada arıtma sistemine giren ve çıkan suyun sıcaklık, elektriksel iletkenlik (EC_w), pH, askıda katı madde (AKM), kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) ve biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ₅) değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda, tesiste arıtma yapılan suyun ilk yıl ortalama $15.7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2.00$, ikinci yılında $14.7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.80$ değerinde olduğu belirlenmiştir. Tesis arıtımında “Biyolojik Arıtma” prosesi uygulandığından mikroorganizmaların faaliyetlerinin istenilen sıcaklıklar arasında olduğu ve su sıcaklığının elektriksel iletkenliği üzerinde kimi zaman etkili olduğu belirlenmiştir. Arıtma tesisinden çıkıp Atatürk Baraj gölüne deşarj edilen suların her iki yıl içinde II. Sınıf sular sınıfındadır. 2017 yılında sistemden çıkan suyun pH’ında %3.3’lük, EC_w ’de %10.8’lik, AKM’de %95.3’lük, KOİ’de %94.9’luk ve BOİ₅’de %93.5’lik düşüş belirlenirken, 2018 yılında sistemden çıkan suyun pH değerlerinde %4.7’lik, EC_w ’de %15’lik, AKM’de %93.5’lik, KOİ’de %94.4’lük, BOİ₅’de %94.1’lik düşüşler gerçekleşmiştir. Atık Su Arıtma Tesisi Atatürk Baraj göletinin kirlenmesinin önüne geçmek amacıyla kurulmasına rağmen bölgede mevcut tarım alanlarında tesisten deşarj edilen sudan yararlandığı fakat kontrolsüz sulama yapıldığından bitki verimine negatif etki edebileceği dikkate alınmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Adıyaman, elektriksel iletkenlik, askıda katı madde, kimyasal oksijen ihtiyacı, biyolojik oksijen ihtiyacı.

Effects of Temperature, Chemical and Biological Factors on Wastewater Treatment Plant System Performance

Abstract

This study was conducted in 2017 and 2018 years in Adıyaman Wastewater Treatment Plant. In this study the temperature, electrical conductivity (EC_w), pH, suspended solids, chemical oxygen demand (COD), biological oxygen demand (BOD₅) of intake and outlet water was evaluated. At the result of the study, temperature values of plants was compared for two years and the temperature is to be identified $15.7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$ for 2017 and $14.7\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.8$ for 2018. Biological treatment is used in plant and the activity of the microorganism was appointed in intended temperature. In this study, water temperature was affected on electrical conductivity The waters discharged from the treatment plant into the Atatürk Dam was classified as second class waters in every two years. In 2017, a decrease of 3.3% in the pH of the water leaving the system, 10.8% in EC_w , 95.3% in AKM, 94.9% in COD and 93.5% in BOD₅ was determined. Also, decreases of 4.7% in EC_w , 15% in EC_w , 93.5% in AKM, 94.4% in COD and 94.1% in BOD₅ were observed in 2018. Although the Waste Water Treatment Plant was established to prevent pollution of the Atatürk Dam pond, it should be taken into account that the existing agricultural areas in the region benefit from the water discharged from the plant, but due to uncontrolled irrigation, it may have a negative effect on plant yield.

Keywords: Adıyaman, electrical conductivity, suspended solids, chemical oxygen demand, biological oxygen demand.

Sorumlu Yazar/Correspondence to: S. Tekin; servettekin@ksu.edu.tr
Geliş Tarihi/Received: 20.06.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 29.06.2022

Makalenin Türü: Araştırma
Category: Research

Servet TEKİN  <https://orcid.org/0000-0002-5691-2549>

Akif Mehmet KETENCİ  <https://orcid.org/0000-0001-6506-3940>

Gizem ARSLANKURT  <https://orcid.org/0000-0003-1577-9873>

Giriş

Günümüzde sanayinin yoğun olarak bulunduğu bölgelerde doğanın kendi kendine yenileyebilme kapasitesi aşıldığında yoğun bir kirlilik ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, dünyadaki içilebilir su kaynaklarına talep artarken, düzensiz kentleşme, aşırı nüfus artışı ve aşırı sanayileşme gibi

nedenlerle tatlı su arz talep dengesi olumsuz yönde bozulmaktadır. Canlı hayatının sürdürülebilmesi için suyun vazgeçilmez olması nedeniyle çevre kirlenmesi problemleri içerisinde su kirliliği önemli bir yer tutmaktadır. Birleşmiş Milletler, 2025 yıllarında dünyada yaklaşık 2.7 milyar insanın ciddi bir su sıkıntısıyla karşı

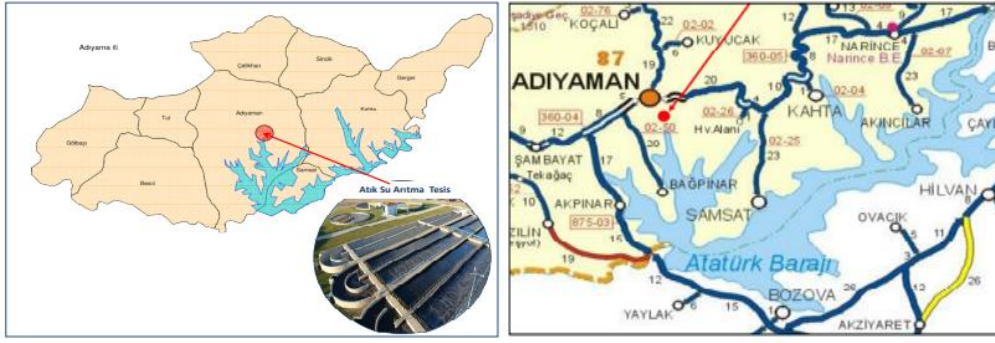
karşıya kalacağını tahmin ederek, ülkeleri yeni su yönetimi stratejilerini geliştirilmesine zorlamaktadır (Yılmaz, 2015). Sınırlı su kaynakları ve artan su talepleri karşısında atık suların geri kazanılması ve yeniden kullanılması konusu, sadece yoğun kentsel alanlarda değil, aynı zamanda kırsal alanlarda da önem kazanarak yaygınlaşmaktadır (Üstün ve Solmaz, 2008). Atık suların arıtılması ve geri kazanılmasındaki amaç, var olan su kaynaklarını korunumu ve temiz su kaynakları üzerine düşen yükün azaltılmasıdır. Atık suların geri kazanılması ve yeniden kullanılmasında atık suyun belli standartlara getirilmesi ve belli parametrelerin göz önünde tutulması gerekmektedir (Büyükkamacı, 2009). Bu konuda, Ekka ve ark. (2006) Amerika'da bulunan Ozark akarsuyuna akarsu su hacminin 57 katı kadar ortalama deşarj olduğu ve akarsu hacminin %90'ının arıtılmış sudan oluştuğunu belirtmişlerdir. Graham ve ark. (2010), Amerika'daki Blue nehrinin toplam yıllık akış hacmine Blue River Atık Su Arıtma Tesisinde arıtılarak deşarj edilen arıtılmış suyun katkısı kurak yıllarda %14 iken, yağışlı zamanlarda %4.6 olduğu görülmüştür Karataş ve ark. (2005), İzmir ilinde oluşan evsel ve endüstriyel nitelikli atık suların arıtıldıktan sonra denize deşarj edilmesi yerine Menemen Ovasında sulama suyu olarak kullanılabilirliğini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, İzmir kentsel arıtılmış atık suyunun, toplam tuz, Elektriksel iletkenlik (EC), Çözünmüş Katı Madde (ÇKM), Sodyum Adsorpsiyon Oranı (SAR), Değişebilir Sodyum Yüzdesi (DSY) ve Klor (Cl) açısından birçok bitkinin tolerans sınırını aştığı ve dolayısıyla mevcut durumuyla bu suların sulamada kullanımının mümkün olmadığını belirtmişlerdir. Aşık ve Katkat (2005), Bursa'da bulunan bir gıda sanayi arıtma tesisi atık suyunun sulama suyu olarak kullanım olanağını belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucunda, atık suyun zamana bağlı olarak C_3S_1 (yüksek tuzlu) ve C_4S_2 (çok yüksek tuzlu) sulama suyu sınıflarına girdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak analizleri yapılan atık suyun yüksek ve yüksek tuzluluk tehlikesine sahip su olması ayrıca sulama suyunun C_3S_1 ve C_4S_2 sınıfına girmesi nedeniyle sulama amaçlı kullanılmak

istenmesi halinde dikkatli olunması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çalışmanın yürütüldüğü Adıyaman ilinde nüfusun arttığını ve bununla beraber su kaynaklarının geri kazanılması ve yeniden kullanılması konusu önem kazanmıştır. Adıyaman'da 2007 yılı için tüketilen su miktarı 92 L/kişi-gün olarak belirlenmiştir. Bu miktarın, yaşam standardının yükselmesine paralel olarak, 2040 yılında 120 L/kişi-gün'e çıkacağı öngörülmektedir. Gelecekte artan nüfusla birlikte kirletici unsurların artacağı, su kaynaklarının azalacağı beklenmektedir. Ayrıca bölge ve canlı fauna için önem taşıyan Atatürk baraj gölünün kirliliği her geçen gün önemli olmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü Atık Su Arıtma Tesisleri Atatürk Barajı'na deşarj edilen atıklar, arıtma işlemine tabi tutularak, baraj göletinin kirlenmesinin önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma Adıyaman ilinde 2016 yılında %85 Avrupa Birliği (AB) hibesi, %6 Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve %9 Belediye bütçesiyle kurulan Adıyaman Atık Su Arıtma Tesisinde yürütülmüştür. Çalışmanın yürütüldüğü Atık Su Arıtma Tesisleri Atatürk Barajı'na deşarj edilen atıklar, arıtma işlemine tabi tutularak, baraj göletinin kirlenmesinin önüne geçmek amacıyla kurulmuştur. Tesisin günlük kapasitesi 32808 m³/gün, maksimum akışı 2878 m³/h, tasarlanan akış 2135 m³/h ve minimum akış 858 m³/h'dir. Çalışmanın yürütüldüğü Atık Su Arıtma Tesisleri proje alanı, harita ve konum olarak Adıyaman İli Merkez Bahçecik mahallesi Şehir Çayı mevkiinde, 10.2 ha'lık bir alan üzerine kurulmuştur (Şekil 1). Kentin önemli çevresel sorunu ve Atatürk Baraj göl kirliliğini önlemek amacıyla Sivilce mevkiinde kurulan arıtma tesisi; 4 pompa istasyonu, kolektör toplayıcı hatlar, biyolojik arıtma yapılan alanı ve arıtılan suyun Atatürk baraj göletine deşarjını sağlayan kısımlardan oluşmaktadır. Çalışmanın yürütüldüğü Atık Su Arıtma tesisinde arıtılan sular, Adıyaman ilinden kullanılan evsel sulardan elde edilmektedir.



Şekil 1. Harita ve konum olarak Adiyaman Atık Su Arıtma Tesisinin gösterimi

Atık su tesisinden arıtılan sular Atatürk Barajına dökülen deşarj deresiden Atatürk Baraj Gölü'ne deşarj edilmektedir. Doğal türlerin en yoğun olarak bulunduğu bu deşarj noktası, delta özelliğine sahip olup özellikle sucul fauna unsurları açısından oldukça önemli bir habitat haline gelmiştir ve sucul fauna tür çeşitliliği açısından önemli bir alandır. Kirlilikten dolayı deşarj alanında ötrofikasyon hatta pütrifikasyon (kokuşma) etkisi ve arıtılan suların göl üzerindeki olumlu yönleri çalışmada dikkate alınmıştır. Çalışmada arıtma tesisinin arıtım çıkış noktasında su örnekleme noktası oluşturulmuş ve dönemsel olarak örnekleme noktalarından sular alınarak tesis içindeki laboratuvarlarda kimyasal ve fiziksel özellikler analiz edilmiştir.

Çalışmada kullanılan atık su örnekleri Adiyaman Atık Su Arıtma Tesisinden Ocak 2017 yılından Aralık 2018 yılına kadar aylık dönemlerde arıtma tesisinin giriş ve çıkışından debi ile orantılı olarak 2 saatlik kompozit numune olarak alınmıştır. Alınan su örnekleri tesisi içerisinde kapalı plastik şişelerle getirilerek, pH, EC_w, AKM, KOİ ve BOİ₅ belirlenmiştir. pH ve EC_w Milwaukee Mw802 ölçüm aleti ile, KOİ ölçümleri Hach Lange DR3800 model spektrofotometreyle, BOİ₅ ölçümleri ise Aqua Lytic AL606 BOİ cihazı ile yapılmıştır. AKM analizinde ise standart metotlar uygulanmıştır (APHA, 1998). Çalışmanın yürütüldüğü atık su arıtma tesisinde deşarj sularının değerlendirilmesi için 20748 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY-2004) (ResGaz, 2004) ve Kentsel Atık Su Arıtımı Direktifi (KAA Direktifi-2006) (ResGaz, 2006) standart değerleri dikkate alınmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Suyun Sıcaklık Değerleri

Çalışmada elde edilen veriler sonucunda 2017 yılı için ortalama en düşük su sıcaklık değeri Kasım ayında ($11.1 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.65$) ve en yüksek su sıcaklık değeri ise Temmuz ayında ($25.3 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.06$) ölçülmüştür. Çalışmanın ikinci yılı olan 2018 yılı için ortalama en düşük sıcaklık değeri Şubat ayında ($12.1 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2.58$) ve en yüksek su sıcaklık değeri ise Eylül ayında ($18.0 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.50$) ölçülmüştür (Çizelge 1). Suyun sıcaklık değerleri atık su arıtımında faaliyet gösteren mikroorganizmalar için önemli bir parametredir. Su sıcaklığı oksijenin sudaki çözünürlüğü başta olmak üzere diğer tüm su kalite özelliklerinin birbiriyle etkileşimini belirler. Yüksek su sıcaklıkları daha çözünmüş oksijen içerirken su sıcaklığı arttıkça amonyak ve ağır metallerin toksik etkisi artar. Düşük sıcaklık değerlerinde ise mikroorganizmaların metabolizmalarını etkilemektedir. Ayrıca, su sıcaklığı ve iyonların derişimi elektriksel iletkenliği etkilemektedir. Sudaki iyonların derişimi arttıkça elektriksel iletkenlik de artar, dolayısıyla elektriksel iletkenlik ölçümleri sudaki toplam iyon derişimi hakkında iyi bir göstergedir (Asano ve ark. 1985). Her iki yılın sıcaklık değerleri karşılaştırıldığında tesisin ilk yıl ortalama $15.7 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2.00$, ikinci yılında $14.7 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1.80$ değerinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Tesis arıtımında “Biyolojik Arıtma” prosesi uygulandığından mikroorganizmaların faaliyetlerinin istenilen sıcaklıklar arasında olduğu saptanmıştır. Çalışmada su sıcaklığının elektriksel iletkenliği üzerinde kimi zaman etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca elde edilen su sıcaklık verileri standart sınırlar arasında olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait ısıtma suyunun günlük sıcaklık değerleri

Gün	Aritma Suyunun Sıcaklık Değerleri, °C																							
	Ocak		Şubat		Mart		Nisan		Mayıs		Haziran		Temmuz		Ağustos		Eylül		Ekim		Kasım		Aralık	
1	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
2	15.0	10.9	13.4	13.0	14.7	12.0	15.2	12.8	16.1	14.0	14.0	14.0	25.2	17.0	16.0	15.0	16.2	15.0	13.8	19.0	10.0	12.0	10.0	14.5
3	15.1	11.0	12.0	10.0	14.8	13.0	15.4	13.0	16.7	13.0	12.0	14.5	25.0	16.0	17.0	14.0	16.1	15.5	14.0	18.0	12.0	12.0	10.0	14.8
4	15.0	12.0	13.5	9.8	14.7	13.0	15.6	13.7	14.5	15.0	13.0	13.7	25.0	16.0	15.0	14.0	15.7	16.0	15.0	17.0	12.0	13.0	9.8	15.0
5	15.0	10.0	13.7	9.5	14.0	12.5	15.5	14.0	16.0	16.0	12.1	13.0	28.0	16.0	16.0	15.0	15.8	16.2	11.0	17.0	12.2	13.0	9.0	16.0
6	15.1	9.0	13.9	9.0	14.5	12.0	15.6	13.0	15.0	16.7	14.0	15.0	26.0	20.0	16.2	16.0	16.0	16.0	13.0	14.0	12.6	14.0	9.2	17.0
7	16.0	8.7	14.1	9.6	14.9	11.8	15.7	15.0	15.1	17.5	13.0	14.0	26.3	18.0	16.3	17.0	19.0	19.0	15.0	14.5	13.0	13.5	11.0	18.0
8	16.5	8.0	14.2	10.0	15.0	12.0	15.7	14.7	16.0	18.0	15.0	16.0	26.0	17.7	16.5	17.2	17.0	20.0	15.2	14.8	12.0	13.0	14.0	15.0
9	16.7	7.0	13.9	14.0	15.1	11.0	15.7	15.0	16.7	20.0	18.0	15.0	26.1	17.2	17.0	17.0	16.0	19.0	14.7	15.0	12.0	16.0	13.0	14.0
10	17.0	9.0	14.1	20.0	15.2	12.0	15.6	15.0	16.6	17.0	17.0	14.7	25.3	17.0	16.4	18.0	14.2	18.5	14.0	15.2	13.0	16.0	13.2	13.5
11	17.0	13.0	14.7	18.0	15.2	11.7	15.4	14.0	16.9	18.0	18.0	14.2	25.0	16.5	18.0	14.0	13.2	18.0	15.0	15.0	12.0	15.0	12.0	13.0
12	14.0	11.0	14.1	16.5	14.9	11.3	15.5	13.0	17.1	15.0	18.2	14.0	25.0	16.0	20.0	14.0	12.0	17.0	14.0	17.0	11.9	15.0	10.0	13.5
13	17.4	10.0	14.2	15.0	13.6	11.0	15.6	13.0	17.0	15.5	19.0	16.0	26.8	13.0	21.0	13.0	14.0	16.0	15.0	18.0	11.7	16.0	11.0	13.0
14	14.5	10.5	14.2	13.0	12.2	10.2	15.8	14.0	17.0	15.8	17.0	15.0	25.0	15.0	21.2	14.0	17.0	15.0	14.0	17.8	11.0	15.5	13.0	12.5
15	15.0	10.7	14.1	11.0	14.7	12.0	14.7	13.7	17.2	16.0	12.0	14.0	26.0	14.5	22.0	13.0	17.0	18.0	14.5	18.0	13.2	15.0	13.0	12.0
16	15.0	12.0	14.0	11.0	14.9	11.0	14.7	13.2	17.6	14.0	11.0	14.5	25.8	14.5	16.0	12.0	14.0	19.0	14.8	18.0	15.0	15.5	10.0	12.7
17	15.0	11.0	14.2	12.0	14.8	13.0	15.0	13.0	17.0	15.0	13.0	15.2	25.4	14.0	21.0	13.0	14.8	19.5	15.0	16.5	10.0	16.0	10.0	12.5
18	20.0	14.0	13.8	11.5	14.9	13.5	15.8	14.0	13.0	13.0	15.0	16.8	25.0	14.5	17.0	13.0	15.6	20.0	12.0	15.0	12.0	15.5	9.0	13.0
19	14.9	11.0	14.0	11.2	14.6	13.7	15.9	13.0	13.0	14.0	17.0	18.0	26.0	15.0	18.0	14.0	18.0	19.5	12.0	16.0	11.8	15.2	8.0	14.0
20	14.5	15.0	14.0	11.0	14.8	14.0	15.5	17.0	13.1	14.7	17.0	17.0	25.0	16.0	18.1	14.3	13.0	19.0	12.0	17.0	11.0	15.0	11.0	15.0
21	15.0	14.0	13.9	10.7	15.0	14.5	15.9	14.0	15.9	15.2	18.0	16.0	25.0	14.0	18.0	14.8	16.0	20.0	13.0	16.2	10.0	14.0	13.0	16.0
22	14.5	13.5	13.8	10.0	14.5	15.0	16.0	14.5	16.0	16.0	12.0	17.0	26.0	13.7	18.0	14.8	17.0	18.0	13.2	15.5	11.8	13.0	12.0	17.0
23	14.3	13.0	14.0	12.0	15.1	13.0	16.1	14.7	17.0	13.2	15.0	16.0	26.1	12.8	16.0	15.0	16.0	18.5	13.1	15.0	12.0	13.5	11.0	16.7
24	14.4	15.0	14.1	12.0	14.0	14.0	16.0	14.3	14.0	17.0	12.0	15.5	25.5	12.0	15.0	16.0	16.2	18.7	13.0	13.0	9.0	14.0	11.0	16.3
25	14.6	14.0	15.0	11.7	15.0	14.5	16.2	14.5	15.0	16.0	13.0	15.0	26.0	15.0	16.0	16.5	15.8	19.0	15.0	11.0	9.0	14.5	10.5	16.0
26	14.4	17.0	14.4	12.0	15.2	14.5	16.1	15.0	15.0	15.0	13.4	14.0	25.0	15.0	14.0	17.0	15.0	18.0	14.0	13.0	8.8	14.7	10.0	15.5
27	14.3	19.0	14.5	12.5	15.3	15.0	16.0	16.0	17.0	15.5	14.1	14.7	24.0	15.0	14.2	18.5	16.0	17.0	12.0	15.0	8.9	15.0	13.5	15.0
28	13.2	18.0	14.6	11.5	15.4	14.0	17.2	14.0	17.0	16.0	14.7	15.0	23.0	13.0	14.3	19.0	16.0	19.0	10.0	15.5	9.0	14.5	15.0	14.0
29	15.0	17.5	14.5	11.5	15.3	12.0	17.1	14.5	16.4	16.2	15.0	16.0	24.0	11.0	14.2	19.5	15.0	18.0	10.0	15.8	8.9	14.0	10.0	17.0
30	15.1	18.0			15.5	14.0	16.8	14.7	14.0	15.8	18.0	17.0	24.6	9.8	14.5	20.0	16.0	18.0	9.8	16.0	9.0	16.0	16.0	16.0
31	15.2	16.0			15.5	14.0	16.6	15.0	15.0	16.0	16.0	17.5	25.2	7.3	14.3	20.5	16.2	18.5	11.2	16.0	9.0	15.0	13.0	15.5
Ortalama	15.2	12.6	14.0	12.1	14.8	12.9	15.8	14.2	15.8	15.7	14.9	15.3	25.3	14.6	16.9	15.8	15.7	18.0	13.2	15.8	11.1	14.5	11.3	14.8
Std. Sapma	1.32	3.18	0.53	2.58	0.66	1.35	0.59	0.98	1.34	1.53	2.35	1.25	1.06	2.71	2.27	2.46	1.46	1.50	1.68	1.72	1.65	1.19	1.91	1.59

Çizelge 2. Çalışmanın yürütüldüğü 2017 ve 2018 yılına ait atık su arıtma sistemine giren ve çıkan suyun aylık kimyasal parametre değerleri

Aylar	Kimyasal Parametreler																				
	pH				EC _w (dS/m)				AKM (mg/L)				KOİ (mg/L)				BOİ ₅ (mg/L)				
	2017		2018		2017		2018		2017		2018		2017		2018		2017		2018		
	G*	Ç**	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	G	Ç	
Ocak	7.74	7.61	7.60	7.10	7.47	656	612	556	520	178.10	22.74	115.70	5.20	252.00	22.35	325.90	24.60	122.67	4.33	155.70	10.70
Şubat	7.68	7.56	7.46	7.14	7.16	660	642	560	4.21	212.11	19.16	94.21	4.21	408.98	26.80	378.70	12.23	161.20	13.33	174.50	7.00
Mart	7.87	7.68	7.40	7.11	7.28	653	637	574	6.32	148.19	10.96	153.19	6.32	405.65	17.94	313.67	15.48	180.48	6.65	155.67	8.00
Nisan	7.65	7.75	7.62	7.31	7.23	671	716	593	5.71	164.60	7.00	88.29	5.71	396.42	18.19	262.93	13.04	171.78	9.35	100.78	10.20
Mayıs	7.55	7.24	7.57	7.34	7.33	714	676	572	7.06	206.39	10.11	80.37	7.06	366.14	29.59	219.73	14.66	186.64	25.55	111.44	6.89
Haziran	7.46	7.09	7.44	6.82	806	711	704	585	5.59	205.33	7.40	84.24	5.59	425.70	28.72	279.44	17.06	245.20	20.10	168.57	9.66
Temmuz	7.42	7.09	7.65	6.87	922	779	663	576	5.75	290.13	5.48	113.34	5.75	540.33	15.40	299.41	17.44	203.10	12.06	151.10	10.86
Ağustos	7.29	7.24	7.71	7.46	700	621	642	539	10.50	272.23	6.84	79.83	10.50	530.47	19.86	254.00	12.80	206.11	19.24	168.33	12.33
Eylül	7.16	6.75	7.28	7.01	716	649	624	543	6.00	286.07	5.00	67.58	6.00	535.68	14.82	274.56	12.89	249.11	9.35	145.11	5.44
Ekim	7.32	6.97	7.52	7.26	663	564	661	536	5.65	188.23	5.45	97.70	5.65	433.62	16.62	302.81	12.97	261.09	10.82	162.45	7.14
Kasım	7.45	7.04	7.42	7.38	605	537	592	526	6.14	133.40	6.93	90.73	6.14	280.05	19.71	242.31	16.69	136.33	8.94	153.75	7.26
Aralık	7.46	7.03	7.26	6.88	621	518	601	452	6.18	87.74	3.42	79.18	6.18	261.18	14.60	166.19	14.51	139.90	7.30	81.60	5.82
Ortalama	7.50	7.25	7.49	7.14	723	645	648	551	6.19	197.71	9.21	95.36	6.19	403.02	20.38	276.64	15.36	188.63	12.25	144.08	8.44
Değişim, (%)	-3.3		-4.7		-10.8		-15.0		-93.5		-95.3		-93.5		-94.9		-94.4		-93.5		-94.1

*G= Giren su, ** Ç= Çıkan su

Arıtma Tesisine Giren ve Çıkan Suyun pH ve Elektriksel İletkenlikteki Değişim

Çalışmada 2017 yılı için sisteme giren suyun pH değeri 7.16-7.88 arasında değişirken; sistemden çıkan suyun pH değerinin ise 6.75-7.75 arasında değiştiği belirlenmiştir. Sisteme giren ve çıkan suyun pH değerlerinde %3.3'lük düşüşün olduğu hesaplanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun pH değerleri 7.26 ile 7.71 arasında değişirken; sistemden çıkan suyun pH değeri 6.82-7.46 arasında olduğu ve pH değerinin yıllara göre %4.7 oranında düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 2). Su kütlesinde pH düzeyi mevsimlere ve günün farklı zaman dilimlerine göre değişim gösterir. Fitoplankton ile yüksek yapılı sucul bitkiler fotosentez sırasında sudaki karbondioksiti kullandıklarından suların pH değerleri gündüz yükselir, gece ise düşer. Ayrıca, sucul ortama ilişkin değişikliklerde (kirlenme, solunum, organik madde parçalanması vb.) pH değerlerinde değişime yol açar (Lawson, 1995). Çalışma sonucunda suyun pH ve sıcaklık değerine göre bazik durumda amonyumun amonyağa dönüşmesi neticesinde suyun pH değeri zamanla azaldığı saptanmıştır. Yukarıda özetlenen araştırma sonucunda çalışmada pH değişimlerinin mevsim durumundan etkilendiği ve dönem içerisinde değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir.

Bitki su ihtiyacının karşılanmasında, suyun miktarının yeterliliği yanında kalitesinin de sulamaya uygunluğu önemlidir. Çözelti içerisindeki tüm anyon ve katyonlar oluşturduğu etkiye "ozmotik etki" denir. Tuzlar çözelti içerisinde oluşturduğu basınç "ozmotik basınç" denir. Bu basınç bitkinin kökleri ile topraktan suyu alırken yenmek zorunda olduğu bir kuvvettir. Yüksek tuzluluk bitki fizyolojik kuraklığına neden olmaktadır. Bu etki verimde ve ürün kalitesinde azalmaya neden olmaktadır. Sulama suyunda elektriksel iletkenlik en basit anlatımla, bir su kaynağının toplam tuzluluğunu gösteren terimdir. Bundan dolayı sulama sularının elektriksel iletkenlik değerleri önemli bir parametredir. Çalışmada elde edilen veriler sonucunda 2017 yılı için sisteme giren suyun elektriksel iletkenlik değerleri (EC_w) 605 ile 922 dS/m ve sistemden çıkan suyun iletkenlik değeri 518 ile 779 dS/m arasında değiştiği belirlenirken, sisteme giren ve çıkan suyun EC_w değerlerinde %10.8'lik düşüş saptanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun EC_w değerleri 592 ile 716

dS/m (yıllık ortalama 648 dS/m) ve sistemden çıkan suyun EC_w değeri 452 ile 585 dS/m arasında (yıllık ortalama 551 dS/m) değişim göstermiş, %15 düşüş hesaplanmıştır (Çizelge 2). Elektriksel iletkenlik genellikle doğal sular içerisinde iyonize olmuş bileşenlerin toplam değişimlerini göstermede kullanılan bir parametredir. Elektriksel iletkenlik değerleri sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Yaklaşık 1.0 °C sıcaklık artması veya azalması elektriksel iletkenlik değerini %2 etkilemektedir (Bower ve Wilcox, 1965). Çalışma sonunda, her iki yılda da giren ve çıkan suyun EC_w değerlerin hava sıcaklıklarından etkilendiği ve araştırmacıların bulgularıyla örtüştüğü söylenebilir. Atık su arıtma tesisleri teknik usuller tebliğinde sulama suların EC_w değerleri 3 sınıf altında değerlendirilmiştir. Kullanımda zarar derecesi olmama durumunda I. sınıf sulama suyu, az ve orta ise II. sınıf sulama suyu ve sulamada kullanımı sakıncalı ise III. sınıf sulama suyu olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonunda sistemden çıkan ve Atatürk Baraj gölüne deşarj edilen sular II. sınıf sular olup, sulama açısından kullanılabilen sulardır.

Askıda Katı Madde Miktarındaki Değişim

Göllerde görünen ana su kalite sorunlarından biri ötrofikasyon, özellikle göllerde besin zenginleşmesi ve sonuçta aşırı miktarda organik madde üretim süreci için kullanılan bir terimdir. Sucul ekosistemleri bünyesinde barındıran akarsu havzaları tüm canlı organizmalar gibi çevresel etkilerden olumsuz yönde etkilenebilmektedirler. Yüksek miktarda askıda katı madde (AKM) taşıyan akarsularda su kalitesi ve canlıların yaşam kalitesini azaltmaktadır (Koralay ve ark., 2014). Fiziksel bir kirletici olarak AKM miktarının artması suyun kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. AKM, bir akarsuda doğrudan kirlilik oluşturduğu gibi içeriğindeki kimyasal ve biyolojik maddelerle de dolaylı olarak suyun kirlenmesine neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, AKM'ler suyun kullanım amaçlarını kısıtlamakta ve akarsuların denizlere bağlanan bölgelerinde başta görüntü kirliliği olmak üzere birçok olumsuz durumun ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Uslu ve Türkmen, 1987). Organik ve inorganik maddelerden oluşan AKM'lerin içeriğinin ve miktarlarının bilinmesi, bir sucul ekosistemlerde yaşayan organizmalar üzerinde ciddi tehdit oluşturan kirlilik kaynaklarının

tespitinde yol gösterici olabilir (De Madron ve ark., 1990).

Sisteme giren suyun 2017 yılı için AKM değerlerinin 87.74 - 290.13 mg/L ve sistemden çıkan suyun AKM değerleri 3.42 - 22.74 mg/L arasında değiştiği belirlenirken, sisteme giren ve çıkan AKM değerinde %95.3'lük bir düşüş saptanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun AKM değerleri 67.58 - 153.19 mg/L ve sistemden çıkan suyun AKM değeri ise 4.21-10.50 mg/L arasında ve AKM değerlerinin yıllara göre değişim oranında %93.5'lik bir düşüş belirlenmiştir (Çizelge 2). AKM'nin yüksek olması canlıların gelişimini engelleme, sudaki çözünmüş O₂ miktarını düşürme ve kötü kokuların oluşumu gibi olumsuz etkiler oluşturabilmektedir (Özyurt ve ark., 2004). Ayrıca, yağış ile AKM arasında bir ilişkinin olduğu bilinmektedir (Boran ve Sivri, 2001). Çalışmada sistemin başlangıcındaki atık suyun AKM değerlerinin yüksek olması bölgede arazi kullanımının yüksek oluşu, yaşayan insan popülasyonunun fazla olması, yıllık yağış rejiminin değişkenlik göstermesi ve Sitalce deresine istenilmeyen insan faaliyetlerinden (çöp boşaltım, kanalizasyon atıkları vb.) kaynaklandığı söylenebilir. Çalışma sonunda sisteme giren yüksek AKM miktarlarının her iki yılda da sistem çıkışında düştüğü belirlenmiş ve sonuçta arıtma tesisinin etkin çalıştığı söylenebilir.

Kimyasal Oksijen İhtiyacı ve Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)

Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler sonucunda 2017 yılı için sisteme giren suyun KOİ değerleri 252.00 ile 540.33 mg/L ve sistemden çıkan suyun KOİ değeri 14.82 ile 29.59 mg/L arasında değişmiş, sisteme giren ve çıkan suyun KOİ değerlerinde %94.9'luk bir düşüşün olduğu hesaplanmıştır. İkinci yılda sisteme giren suyun KOİ değerleri 166.19 ile 378.70 mg/L (yıllık ortalama 276.64 mg/L) ve sistemden çıkan suyun KOİ değeri 12.23 ile 24.60 mg/L arasında (yıllık ortalama 15.36 mg/L) belirlenmiş, arıtma tesisinden çıkan suyun KOİ değeri karşılaştırıldığında giriş suyunun KOİ değerine göre %94.4 oranında bir düşüş saptanmıştır (Çizelge 2).

Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), su içindeki organik maddelerin tamamen oksitlenmesi için gerekli olan oksijen miktarıdır. Oksijen, esas olarak sudaki karbonlu maddeler, okside olabilen azot ve oksitlenebilen kimyasal bileşikler olmak üzere 3 grup madde tarafından tüketilir. Yüzey sularında KOİ konsantrasyonları temiz sularda 20 mg/L oksijen ile daha düşük olabilirken atık suların deşarj edildiği alıcı sularda 200 mg/L oksijenden daha yüksek saptanabilir (Chapman, 1996). Çalışma elden veri sonuçlarına göre atık su arıtma sistemin etkin çalıştığı ve KOİ değerlerinin "Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği" ve "Kentsel Atık su Arıtımı Direktifi" standart değerlerine uyum gösterdiği belirlenmiştir. Yüzey sularında gözlenen KOİ konsantrasyonları, kirlenmemiş sularda 20 mg /L, atık sularda 200 mg/L değerlerinin üzerindedir. Endüstriyel atıksular, 100 mg/L ile 60.000 mg /L değişen KOİ değerlerine sahip olabilir (Chapman, 1996). Çalışmada, atıksular için belirlenen KOİ değerleri Chapman (1996)'da belirttiği sınır değerlerinde olduğu belirlenmiştir..

Kullanılmış ve yüzeysel suların organik kirliliğinin ölçülmesinde en yaygın şekilde kullanılan parametre "Biyolojik Oksijen İhtiyacı (BOİ₅)"dir. BOİ₅ kullanılmış sulardaki yükseltgenebilen organik maddelerin aerobik koşullarda stabilizasyonu için gereken moleküler oksijen miktarı veya diğer bir değişle su içindeki mikroorganizmaların canlılıklarını devam ettirebilmeleri için gerekli oksijen miktarı olarak tanımlanır. Çalışmanın yürütüldüğü yıllara ait BOİ₅ değerleri Çizelge 2 gösterilmiştir. Çalışmada elde edilen veriler doğrultusunda 2017 yılı için sisteme giren suyun BOİ₅ değeri 122.67-261.09 mg/L ve sistemden çıkan suyun BOİ₅ değeri 4.33-25.55 mg/L arasında değiştiği belirlenmiştir. Sisteme giren ve çıkan suyun BOİ₅ değerleri karşılaştırıldığında yüksek oranda BOİ₅ değerlerinin düştüğü (- %93.5) belirlenmiştir. İkinci yılda sisteme giren suyun BOİ₅ değerleri 81.60 ile 175.50 mg/L ve sistemden çıkan suyun BOİ₅ değeri 5.44-712.33 mg/L arasında olduğu bulunmuş, BOİ₅ değerinin yıllara göre %94.1 bir düşüş belirlenmiştir (Çizelge 2). BOİ₅ ve KOİ değerleri tesis tasarımında önemli iki parametre olup, genelde KOİ değeri BOİ₅ değerinden daha yüksektir. Kirlenmemiş suların BOİ₅ değeri genellikle ≤2.0 mg/L oksijen, atık suların deşarj noktasına yakın alıcı sularda ise ≥10.0 mg/L oksijen olabilir. Arıtım seviyesine bağlı olarak

işlem görmüş atık suların BOİ₅ 20-100 mg/L oksijen arasında değişirken, ham atık su değeri yaklaşık 600 mg/L oksijen içerir (Chapman, 1996). Çalışma sonucunda Atatürk Baraj gölüne deşarj edilen suyun BOİ₅ değerlerinin Chapman (1996)'da rapor ettiği sınır değerleriyle karşılaştırıldığında kirli olmayan su sınıfında olduğu görülmektedir.

Sonuçlar ve Öneriler

Günümüzde giderek önem kazanan doğal çevrenin korunması, atık suların büyük ölçüde çevre ile uyumlu hale getirilerek bilinçli bir şekilde kullanımı ile mümkündür. Çünkü atık suların yeni kirliliklere yol açmadan değerlendirilebilmesi ekosistemin sürdürülebilirliğinin ön koşuludur. Özellikle kanalizasyon atık sularındaki farklılaşma ve artış, yaşanan bölgeleri tehdit etmeye başlamıştır. Bu nedenle özellikle 20. yüzyılın ilk başlarında atık su arıtma tesisi çalışmaları başlamış ve atık suların arıtımında yer, iklim, enerji maliyeti gibi etkenlere bağlı olarak pek çok arıtma sistemi geliştirilmiştir. Bu etki verimde ve ürün kalitesinde azalmaya neden olmaktadır. Bundan dolayı sulama sularının elektriksel iletkenlik değerleri önemli bir parametredir. Çalışmada elektriksel iletkenlik değerlerinin sıcaklığa bağlı olarak değiştiği ve iklim koşullarının arıtmadaki suların EC_w değerlerini etkilediği belirlenmiştir. Gelecekte beklenen iklim değişimine uyumlu biyolojik arıtma tesislerinin oluşturulması gerekir. Alıcı su kaynaklarına ulaşan amonyak azotu deniz ortamında deniz canlılarında, göl ortamında göl canlılarında ve diğer su ortamlarında yaşayan canlılarda biyolojik birikime neden olmaktadır. Çalışmada özellikle azot formlarının arıtmada etkin arıtılmadığı ve sınır değerlerinin üstünde olduğu belirlenmiştir. Bundan dolayı Atatürk Barajına deşarj edilirken bu kriterin dikkate alınması gerekli olduğu önerilebilir. Günümüzde, su talebinin ve kentsel olarak atık su deşarjlarının artması atık suların yeniden kullanımı konusunda motivasyon sağlamıştır. Atık suyun geri kazanılması ve yeniden kullanımın artması, su kıtlığının hafifletilmesi, kirlilik emisyonunun azaltılması, toprak kalitesinin geliştirilmesi ve üretim masraflarından tasarruf gibi birçok çevresel ve ekonomik yarar sağladığı bilinmelidir. Adıyaman ilinde ilk olarak kurulan biyolojik arıtmadan elde edilen ortalama arıtma verimleri AKM için

%94.4, KOİ için %94.7, BOİ₅ için %93.8 dir. Sonuçta arıtma tesisinin etkinliğinin yüksek olduğu saptanmıştır. Adıyaman ilinde nüfus artışına karşın artan atık suyun bertaraf edilmesi ve tekrar kullanılabilir duruma getirilmesi için Atık Arıtma Tesislerinin artırılması gerekir. Tesisin bulunduğu çevrede Çevre Etki Değerlendirmesi ve Tarım alanlarının da deşarj edilen bölgede bu sudan yararlandığı fakat kontrolsüz sulama yapıldığından bitki verimine negatif etki edebileceği dikkate alınmalıdır.

Kaynaklar

- APHA, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, Part 3, Determination of Metals. 17th, American Public Health Association, Washington DC, 164.
- Asano, T., Smith, R.G., Tchobanoglous, G., 1985 Municipal Wastewater: Treatment and Reclaimed Water Characteristics, in Irrigation With Reclaimed Municipal Wastewater -Guidance Manual, (eds G.S. Pettygrove and T. Asano), Lewis Publishers Inc., Michigan, USA, pp. 2-1-2-26.
- Aşık, B.B., Katkat, A., 2005. Gıda Sanayi Arıtma Tesisi Atık Suyu'nun Sulama Suyu Olarak Kullanım Olanağı, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (2).
- Boran, M., Sivri, N., 2001. Trabzon İl Sınırları İçerisinde Bulunan Solaklı Ve Sürmene Derelerinde Nutrient ve Askıda Katı Madde Yüklerinin Belirlenmesi. Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Dergisi, 18 (3/4):343-348.
- Bower, CA., Wilcox, LV., 1965. Çözünabilir Tuzlar. In: Black, CA ve diğerleri, Toprak Analiz Yöntemleri, Amerikan Agronomi Derneği, Madison, 933-940.
- Büyükkamacı, N., 2009. Su Yönetiminin Etkin Bileşeni: Yeniden Kullanım, İzmir Kent Sorunları Sempozyumu, 363-77, 8-10 Ocak 2009, İzmir.
- Chapman, D., 1996. Water Quality Assesments- A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental monitoring-Second Edition. UNESCO/WHO/UNEP, 651, Cambridge.
- De Madron, X.D., Nyffeller, F., Godet, C.H. 1990. Hydrographic and Nepheloid Spatial Distribution in the Gulf of Lions

- Continental Margin, Continental Shelf Research, 10, 19-11, 911-929.
- Ekka, S.A., Haggard B.E., Matlock M.D., Chaubey I., 2006. Dissolved Phosphorus Concentrations and Sediment Interactions in Effluent-Dominated Ozark Streams. Ecological Engineering 26 (2006): 375–391.
- Graham, J.L., Stone, M.L., Rasmussen, T.J., Poulton, B.C., 2010. Effects of Wastewater Effluent Discharge and Treatment Facility Upgrades on Environmental and Biological Conditions of the Upper Blue River, Johnson County, Kansas and Jackson County, Missouri, January 2003 through March 2009. US Geological Survey Scientific Investigations Report 2010-5248.
- Karataş B. S., Akkuzu E., Aşık Ş., 2005. İzmir Kentsel Arıtılmış Atık Sularının Sulamada Kullanım Olanaklarının İncelenmesi. Ege Üniv. Ziraat. Fak. Derg., 42(3):111-122.
- Koralay, N., Kara, Ö., Kezik, U., 2014. Solaklı Deresinde Askıda Katı Madde Miktarının, Zamansal Değişimi 1. Ulusal Havza Yönetimi Sempozyumu 10-12 Eylül 2014, Çankırı.
- Lawson, T.B., 1995. Fundamentals of Aquaculture Engineering. Chapman and Hall, 335 p., New York
- Özyurt, M.S., Dayıoğlu, H., Bingöl, N., Yamık, A., 2004. Porsuk Baraj Havzası'nın Kütahya Kökenli Kirlilik Problemi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. Sayı: 6/43 -52.
- ResGaz, 2006. Kentsel Atıksu Arıtımı Yönetmeliği, 08 Ocak 2006 tarih ve 26047 sayılı Resmi Gazete.
- ResGaz, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY), 31 Aralık 2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete.
- Uslu, O., Türkmen, A., 1987. Su Kirliliği ve Kontrolü. T.C. Başbakanlık Çevre ve Genel Müdürlük Yayınları, Eğitim Dizisi 1, 364 p.
- Üstün, G.E., Akal-Solmaz, S.K., 2008. Atıksuların Geri Kazanımı ve Tarımsal Sulama İçin Tekrar Kullanımının Değerlendirilmesi, Su Tüketimi, Arıtma, Yeniden Kullanımı, Sempozyumu, 3-5 Eylül 2008, Bursa.
- Yılmaz, A., 2015. Küresel Isınmanın Dünya Su Rezervleri Üzerindeki Etkileri. Kent Akademisi 8(2): 63-72.