

# Bir Entegre Et Tesisine Ait Arıtma Tesisi Çıkış Sularının Yaz Sezonunda Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'ne (SKKY) Uygunluğunun Araştırılması

Murat TOPAL<sup>1,\*</sup>, E. Işıl ARSLAN TOPAL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fırat Üniversitesi Müh. Fak. Çevre Müh. Böl., Elazığ.

## Özet

*Bu çalışmada, Elazığ ilinde bulunan bir entegre et tesisine ait arıtma tesisi çıkış suyu alıcı ortama deşarj standartlarına uygunluğu bakımından araştırılmıştır. Bu amaçla, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY) ile sınırlandırılan parametreler değerlendirilmiştir. Ayrıca, Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ), Yağ-gres ve Renk parametreleri için olasılık hesabı yapılmış ve en kötü çıkış suyu kalitesi belirlenmiştir. Sonuç olarak, en yüksek pH=8,12, KOİ=250 mg/L, Yağ-gres=29 mg/L ve Renk=276 Pt-Co olarak; en düşük pH= 7,41, KOİ=190 mg/L, Yağ-gres=16 mg/L ve Renk=214 Pt-Co olarak belirlenmiştir. Olasılık hesabına göre, en kötü çıkış KOİ konsantrasyonu 270 mg/L, Yağ-gres konsantrasyonu 35 mg/L ve Renk 290 Pt-Co olarak tespit edilmiştir. Olasılık hesaplamalarından elde edilen sonuçların SKKY tarafından verilen değerleri aştığı belirlenmiştir.*

**Anahtar kelimeler:** Et endüstrisi, kirlilik, yönetmelik, olasılık, arıtma, yaz.

## Investigation of Suitability of Effluents of Treatment Plant of an Integrated Meat Industry to Water Pollution Control Regulation (WPCR) at Summer Season

### Abstract

*In this study, the effluent of treatment plant of an integrated meat industry located in Elazığ City was investigated in terms of the suitability to discharge standards to the receiving environment. For this aim, the parameters limited by Water Pollution Control Regulation (WPCR) were evaluated. Furthermore, probability calculation was done for the parameters of COD, oil-grease and color and the worst water quality was specified. As a result, the worst COD concentration, oil-grease concentration and color were*

\* Murat TOPAL, mtopal@cumhuriyet.edu.tr.

determined as 270 mg/L, 35 mg/L and 290 Pt-Co, respectively. It was determined that the results obtained from the probability calculations exceeded the values given by WPCR.

**Keywords:** Meat industry, pollution, regulation, probability, treatment, summer.

## 1. Giriş

Ülkemizde sanayi ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte artan nüfus artışı et ve et ürünlerine olan ihtiyacı da artırmaktadır. Bu nedenle, et ve et ürünleri ihtiyacını karşılamak amacıyla mezbaha ve entegre et tesisleri kurulmaktadır. Mezbahalar ve entegre et tesisleri gıda sanayi endüstrisi içerisinde yer alan ve farklı tiplerde bulunan tesislerdir. Bu nedenle, mezbaha ve entegre et tesislerinde tüketilen su miktarı ve oluşan atıksu miktarı farklılıklar gösterebilmektedir. Tüketilen ve oluşan atıksu miktarı, kesilen hayvan sayısına, hayvanın küçükbaş ya da büyükbaş olmasına, hayvanın ağırlığına, tesiste kullanılan teknolojiye, oluşan atıksuların proste tekrar kullanılıp kullanılmamasına, kesim sonucu oluşan kanın toplanıp toplanmamasına, iç organlarının atıksuya karışıp karışmamasına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Mezbaha ve entegre et tesislerinden kaynaklanan atıksuların doğrudan alıcı ortama verilmesi söz konusu değildir. Mezbaha atıksuyu yüksek konsantrasyonlarda BOİ, KOİ, azot, patojenik olan ve olmayan virüsler ve bakteriler ve parazit yumurtaları içeren tipik bir organik atıksudur [1, 2, 3, 4]. Bu sebeple, mezbaha atıksuyu alıcı sulara deşarj edilmeden önce, çevre ve insan sağlığı üzerindeki kritik etkilerini gidermek için arıtılmalıdır [4, 5, 6].

Ülkemizde, 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı resmi gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği [7] ‘Gıda Sanayi Sektöründe’ yer alan mezbahalar ve entegre et tesisleri için alıcı ortama deşarj standartlarını tanımlamıştır (Tablo 1).

Tablo1. Gıda sanayi (Mezbahalar ve Entegre Et Tesisleri, SKKY Tablo 5.6) [7].

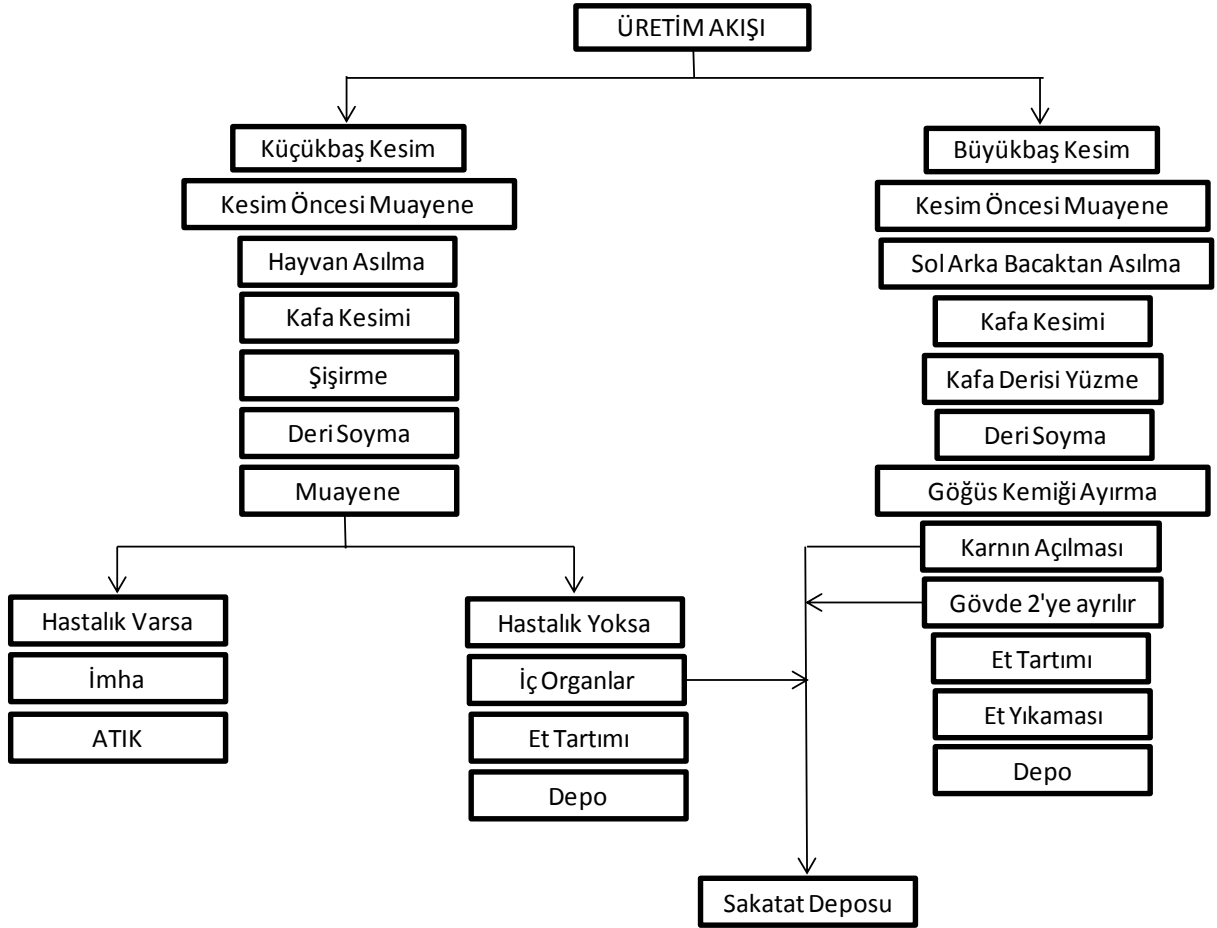
Parametre	Birim	Kompozit Numune	Kompozit Numune
		2 Saatlik	24 Saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/L	250	160
Yağ ve Gres	mg/L	30	20
pH	-	6,0-9,0	6,0-9,0
Renk	Pt-Co	280	260

Eğer mezbaha ve entegre et tesisleri Tablo 1’de verilen deşarj standartlarını sağlayamaz ve oluşan atıksuları doğrudan alıcı ortama verirse, 2872 Sayılı Çevre Kanunu’nun 8. Madde’sinde yer alan ‘Her türlü atık ve artığı, çevreye zarar verecek şekilde, ilgili yönetmeliklerde belirlenen standartlara ve yöntemlere aykırı olarak doğrudan ve dolaylı biçimde alıcı ortama vermek, depolamak, taşımak, uzaklaştırmak ve benzeri faaliyetlerde bulunmak yasaktır’ hükmü gereğince idari para cezasına çarptırılır [8]. 2872 Sayılı Çevre Kanunu’nun 8. maddesini ihlal etmek, aynı kanunun 5491 Sayılı yasa ile değişik 20. maddesi (1) bendine göre 34.189 TL (Otuz dört bin yüz seksen dokuz lira) idari para cezası uygulanmayı gerektirir.

Tablo 1’de verilen standartların sağlanması için mezbahalarda ve entegre et tesislerinde arıtma tesisleri kurulmalı ve işletilmelidir. Bu amaç için fiziksel, kimyasal ve biyolojik arıtma sistemleri ile ileri arıtma yöntemleri kullanılarak atıksuların arıtımı gerçekleştirilebilir. Mezbaha ve et entegre tesislerinde, oluşan atıksuların karakterizasyonu yapılarak en ekonomik arıtma şekli seçilmelidir. Her ne kadar fiziksel, kimyasal ve biyolojik prosesler mezbaha atıksuyunu arıtmak için kullanılsa da, bu atıksuların biyolojik olarak oldukça bozunabilir karakteristiğinden dolayı, biyolojik proses arıtım için uygundur [4]. Ancak, mezbaha atıksularının biyolojik arıtımı, akım ve kimyasal karakteristiklerdeki yüksek değişimler nedeniyle kolay anlaşılabilir. Bu faktörler, Aralık-Şubat aylarındaki düşük sıcaklıklar ve Mayıs-Ağustos aylarındaki yüksek sıcaklıklar ile birlikte, tutarlı biyolojik arıtımı zorlaştırabilir [9, 10].

Aktif çamur prosesi, atıksuyu arıtmada etkili bir araç olarak geniş uygulama bulmuştur. Aktif çamur prosesinin amacı, çözünebilir ve çözünemeyen organikleri atıksudan uzaklaştırma ve bu maddeyi klasik bir tankta iyi çökelen yumaklı bir süspansiyon haline çevirmektir. Çoğu durumda atıksuyun yapısı, esas olarak uygun tam karışım sızı çökeltme özelliklerini sağlamak için tercih edilen proses seçeneklerini etkileyecektir [10, 11]. Temel olarak aktif çamur, karışmış ve geniş oranda kontrol edilmeyen mikro ve makro organizmaların bir birlikteliğinden oluşan mikrobiyal bir zenginleşmiş kültürü ihtiva eder [10, 12].

Elazığ ilinde bulunan entegre et tesisi Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı’ndan 1. sınıf mezbaha statüsünde çalışma izni alarak faaliyetine başlamış ve hala faaliyetine devam etmektedir. Entegre et tesisinin üretim akım şeması Şekil 1’de verilmiştir. Çiftliklerden getirilen büyük ve küçükbaş hayvanlar tesis bünyesinde çalışan veteriner hekimlerin kontrolünden geçtikten sonra tesise alınmaktadır. Tesise alınan küçükbaş hayvanlar, kesim öncesinde veteriner hekim tarafından muayene edilmektedir. Eğer hayvanlar kesim onayı alırlarsa hayvan asılır, kafası kesilir, şişirilir, derisi soyulur ve muayeneye alınırlar. Muayene sonucu hastalık varsa et imha edilerek atık deposuna alınır. Eğer hastalık yoksa iç organları çıkartılarak sakatat deposuna alınır. Geriye kalan kısım tartılarak soğuk depolarda depolanır. Büyükbaş hayvan kesiminde ise hayvan kesim öncesi veteriner hekim tarafından muayene edilir. Hayvanlar kesim onayı alırsa sol arka bacağından asılır, kafası kesilir, kafa derisi yüzülür, hayvanın derisi soyulur, göğüs kemiği ayrılır ve karnı açılır. İç organlar sakatat deposuna gönderilir. Geriye kalan gövde 2’ye ayrılır, et tartımı yapılır ve et yıkandıktan sonra soğuk depoya gönderilerek depo edilir. Bu işlemlerin gerçekleşmesi esnasında su tüketimi gerçekleşir ve atıksu meydana gelir. Çıkan atıksular arıtma tesisine verilir.



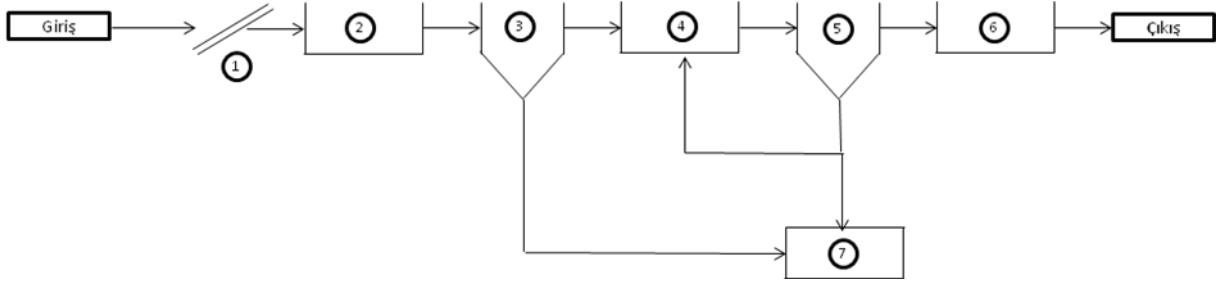
Şekil 1. Entegre et tesisi üretim akım şeması

Bu çalışmanın amacı, Elazığ ilinde bulunan bir entegre et tesisine ait arıtma tesisi çıkış sularının Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği'nde verilen sınır değerlere uygunluğunu ve olası en kötü çıkış suyu kalitesini belirlemektir.

## 2. Materyal ve metot

### 2.1. Entegre Et Tesisine Ait Arıtma Tesisi

Elazığ ilinde bulunan bir entegre et tesisine ait arıtma tesisi klasik aktif çamur prensibine göre çalıştırılmaktadır. Arıtma tesisi; ön arıtma, biyolojik arıtma ve çamur uzaklaştırma olmak üzere 3 temel mekanizma ile çalıştırılmakta ve arıtılan atıksu tesisin yanından geçen bir dereye deşarj edilmektedir. Entegre et tesisine ait arıtma tesisinin akım şeması Şekil 2'de verilmiştir.



1-İzgara, 2- Yağ tutucu, 3-Ön çökeltme havuzu, 4-Havalandırma havuzu, 5- Son çökeltme havuzu, 6-Dezenfeksiyon havuzu, 7- Çamur kurutma yatağı

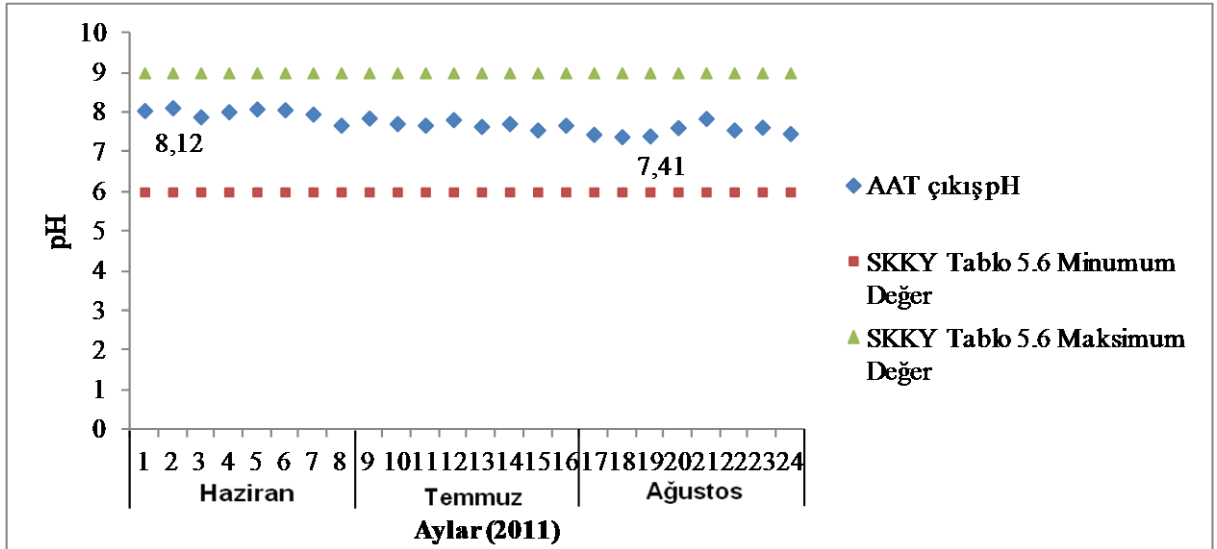
Şekil 2. Entegre et tesisine ait arıtma tesisi akım şeması

## 2.2. Materyal ve metod

Araştırmada materyal olarak kullanılan atıksu numuneleri, Elazığ ilinde bulunan bir entegre et tesisine ait arıtma tesisinden temin edilmiştir. Atıksu numuneleri, 2011 yılında, Haziran, Temmuz ve Ağustos aylarında (yaz sezonu) haftada 2 kez toplam 24 adet 2 saatlik kompozit numune şeklinde arıtma tesisi çıkışından alınmış ve analiz edilmiştir. pH değerleri Hach Lange 30d pH metre kullanılarak, KOİ analizleri, Hach Lange DR3800 model spektrofotometre kullanılarak analiz edilmiştir. Yağ-gres ve renk analizleri ise standart metotlara göre yapılmıştır [13].

## 3. Bulgular ve Tartışma

Entegre et işletmesine ait arıtma tesisi çıkış suyunun pH değerleri ile SKKY Tablo 5.6'da belirtilen deşarj standartlarının karşılaştırılması Şekil 3'de verilmiştir.

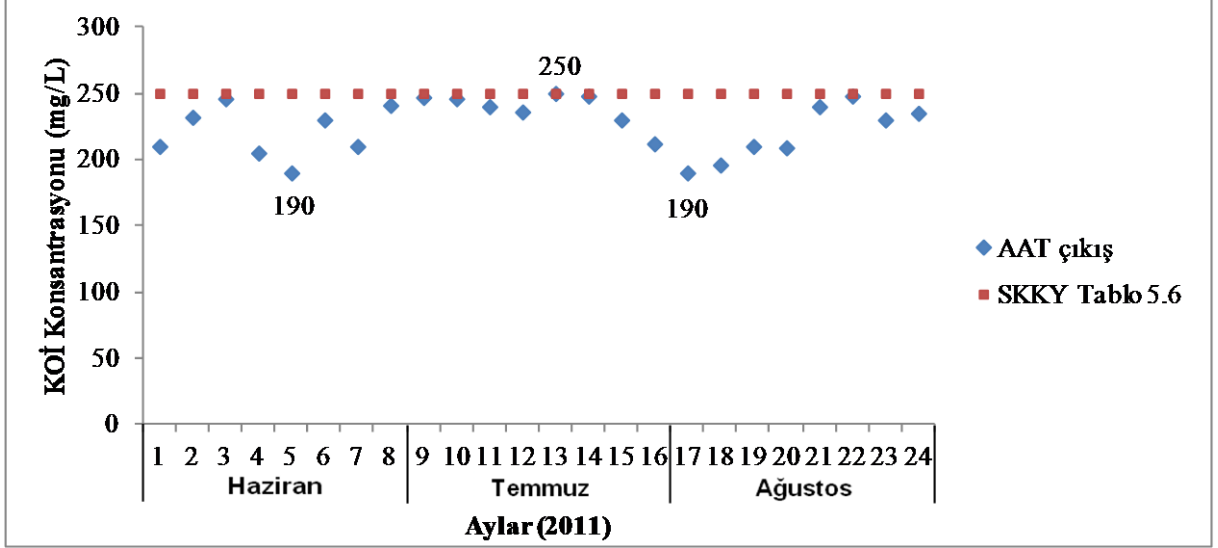


Şekil 3. Entegre et arıtma tesisi çıkış pH değerlerinin SKKY ile karşılaştırılması

SKKY Tablo 5.6'da Mezbahalar ve Entegre Et Tesisleri için deşarj standartları belirtilmiştir. Yönetmeliğe göre Şekil 3 değerlendirildiğinde arıtma tesisinden çıkan arıtılmış atıksuyun pH değerlerinin 6 ile 9 arasında olması gerekmektedir. Entegre et arıtma tesisi çıkış atıksularının yaz ayları boyunca yönetmelikte belirtilen değerler

arasında bir pH'ya sahip olduğu tespit edilmiştir. En yüksek pH değeri Haziran ayında 8,12 olarak, en düşük pH değeri ise Ağustos ayında 7,41 olarak tespit edilmiştir.

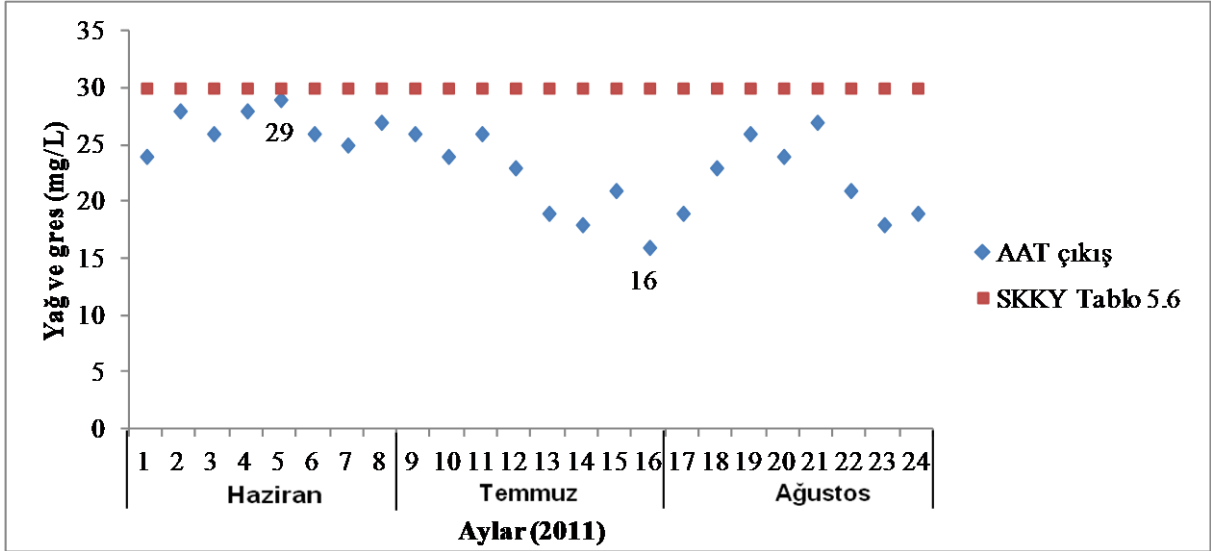
Entegre et tesisine ait arıtma tesisi çıkış KOİ konsantrasyonlarının SKKY Tablo 5.6 ile karşılaştırılması Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Entegre et arıtma tesisi çıkış KOİ konsantrasyonlarının SKKY ile karşılaştırılması

Şekil 4'e göre KOİ konsantrasyonu incelendiğinde, SKKY Tablo 5.6'da olması gereken deşarj standardı 2 saatlik kompozit numune analiz sonucu 250 mg/L olarak belirtilmiştir. Bu kapsamda arıtma tesisi değerlendirildiğinde, en yüksek çıkış KOİ konsantrasyonunun Temmuz ayında 250 mg/L olarak tespit edildiği ve sınır değeri ile aynı değere ulaştığı görülmektedir. En düşük KOİ konsantrasyonu ise Haziran ayı ortalarında ve Ağustos ayının başlarında 190 mg/L olarak tespit edilmiştir. Temmuz ayında KOİ konsantrasyonunun yüksek çıkması arıtma tesisi veriminin gözden geçirilmesi gerektiği konusunda düşünceleri akla getirmektedir. Ayrıca sınır değerde olan bir çıkış KOİ konsantrasyonu, belirtilen günde kesimin çok fazla yapılmasından ya da sistemin verimini etkileyen sorunlardan kaynaklanmış olabilir.

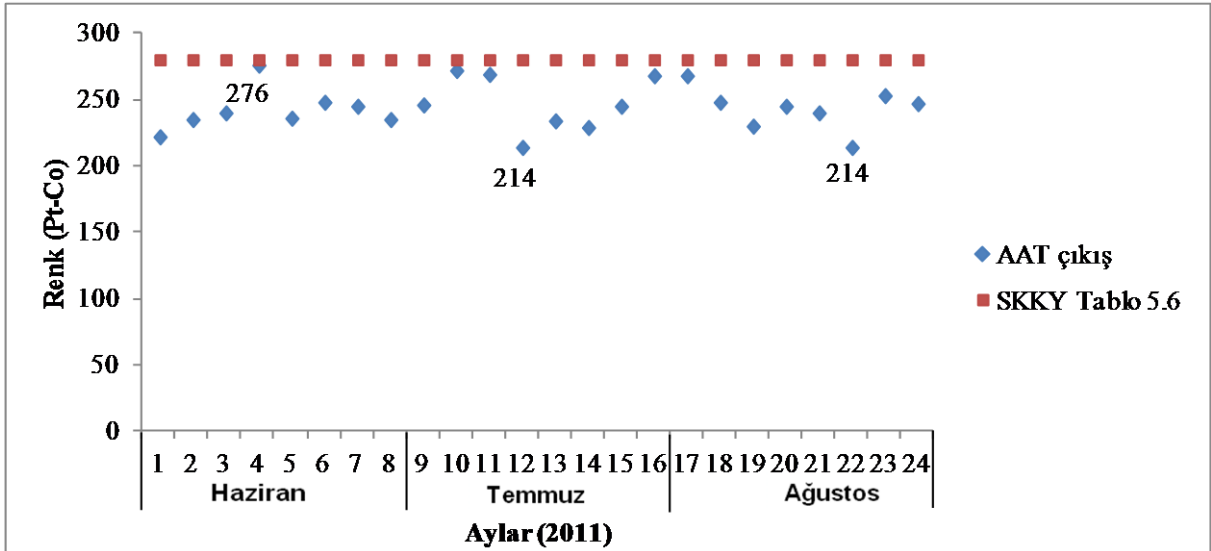
Şekil 5'de entegre et tesisine ait arıtma tesisi çıkış yağ ve gres konsantrasyonlarının SKKY Tablo 5.6'da verilen deşarj standartları ile karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 5. Entegre et arıtma tesisine ait çıkış yağ ve gres konsantrasyonlarının SKKY ile karşılaştırılması

SKKY Tablo 5.6'da 2 saatlik kompozit numune analiz sonucunun entegre et tesisleri için 30 mg/L olması gerektiği belirtilmektedir. Şekil 5 incelendiğinde, yağ ve gres konsantrasyonunun en yüksek Haziran ayında 29 mg/L olarak tespit edildiği, en düşük yağ gres konsantrasyonunun ise Temmuz ayının sonunda 16 mg/L olarak tespit edildiği görülmektedir. Yaz sezonu boyunca yağ ve gres konsantrasyonlarının yönetmelikte belirtilen sınır değerler arasında olduğu görülmüştür.

Entegre et arıtma tesisi çıkış renk değerleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Entegre et tesisine ait arıtma tesisi çıkış suyu renk değerlerinin SKKY ile karşılaştırılması

SKKY Tablo 5.6'da entegre et tesisleri için renk parametresinin 2 saatlik kompozit numune analiz sonucunun (Pt-Co olarak) 280 olması gerektiği belirtilmektedir. Şekil 6 değerlendirildiğinde, en yüksek çıkış renk değerinin Haziran ayında 276 Pt-Co olarak,

en düşük değerlerin ise Temmuz ve Ağustos aylarında 214 Pt-Co olarak geręekleştii görölmektedir. Renk, entegre et tesislerinde çoğunlukla kesim esnasında hayvanlardan çıkan kandan kaynaklanmaktadır. Bu durum entegre et tesislerinde renk açısından büyük bir sorun oluşturmaktadır.

Bu çalışmada, arıtma tesisi çıkış atıksuyunda KOİ, yağ-gres ve renk parametreleri yaz sezonu boyunca ölçölmüştür. Tesise giren atıksudaki değişimler ve arıtma tesisinin dinamikleri nedeniyle, çıkış kalitesinde de değişimler olabilmektedir. Bu değişimleri tespit etmek için Vesilind ve diğ. [14]'nin bildirdii metot kullanılarak olasılıktan yararlanılıp normal dağılım çıkartılmıştır. Bu dağılıma göre ortalama ve standart sapma değerleri her bir parametre için hesaplanmış ve ayda (30 gün) bir kere karşılaşılabilecek en kötü çıkış suyu kalitesi bulunmuştur [14]. Tablo 2' de olasılık hesabı için kullanılan veriler verilmiştir.

**Tablo 2.** Olasılık hesabında kullanılacak parametrelere ait çıkış suyu değerleri.

Sıralama (m)	Çıkış Suyu KOİ Değeri (mg/L)	Çıkış Suyu Yağ-Gres Değeri (mg/L)	Çıkış Suyu Renk Değeri (Pt-Co)	m/n
1	190	16	214	0,042
2	190	18	214	0,083
3	196	18	222	0,125
4	205	19	229	0,167
5	209	19	230	0,208
6	210	19	234	0,250
7	210	21	235	0,292
8	210	21	235	0,333
9	212	23	236	0,375
10	230	23	240	0,417
11	230	24	240	0,458
12	230	24	245	0,500
13	232	24	245	0,542
14	235	25	245	0,583
15	236	26	246	0,625
16	240	26	247	0,667
17	240	26	248	0,708
18	241	26	248	0,750
19	246	26	253	0,792
20	246	27	268	0,833
21	247	27	268	0,875
22	248	28	296	0,917
23	248	28	272	0,958
24	250	29	276	1,000

Tablo 2'ye göre; öncelikli olarak örnekleme günü sıralanır. Toplam örnekleme gün sayısı n=24'dür. Sıralama, en düşük KOİ (190 mg/L), yağ-gres (16 mg/L) ve renk (214 Pt-Co) parametresinden en büyüğe doğru (KOİ=250 mg/L; yağ-gres=29 mg/L; renk=276 Pt-Co) yapılır. m/n sütunu KOİ, yağ-gres ve rengin bu değerden daha düşük olması beklenen zaman fraksiyonunu ifade etmektedir. Yani zamanın 0,042'sinde veya



%4,2'sinde KOİ değeri 190 mg/L'ye, yağ-gres değeri 16 mg/L'ye ve renk 214 Pt-Co'a eşit veya daha düşüktür.

Çıkış suyu KOİ, yağ gres ve renk değerleri ile m/n değerleri olasılık kağıdı üzerine işlendiğinde her bir parametre için tahmin edilen ortalama değer, standart sapma ve çıkış suyu kalitesi değeri hesaplanabilir. KOİ için tahmin edilen ortalama ( $m/n=0,5$ ) değer 235 mg/L; standart sapma 190 mg/L'dir. Her ay oluşabilecek en kötü çıkış suyu kalitesi  $29/30=0,967$  zaman oranı ile bulunabilir (bu değer 30 günün 29 gününde daha düşük bir KOİ değeri olduğu anlamına gelir). 0,967'lik zaman fraksiyonu için olasılık kağıdı üzerinde grafik işaretlendiğinde KOİ= 270 mg/L değeri elde edilir. Aynı şekilde yağ-gres için tahmin edilen ortalama değer 25 mg/L; standart sapma 16 mg/L'dir. Her ay oluşabilecek en kötü çıkış suyu kalitesi ise 35 mg/L olarak hesaplanır. Renk parametresi için tahmin edilen ortalama değer 250 Pt-Co; standart sapma 214 dür. Her ay oluşabilecek çıkış suyu kalitesi ise 290 Pt-Co'dır. Hesaplanan olasılık sonuçları ile SKKY Tablo 5.6'da verilen deşarj standartları karşılaştırıldığında 30 günde bir KOİ (270 mg/L > 250 mg/L), yağ-gres (35 mg/L > 30 mg/L) ve renk parametresi (290 Pt-Co > 280 Pt-Co) deşarj standartlarını aşabilir. Bu durum istenmeyen bir durum olmakla birlikte yapılan hesaplama sadece bir olasılıktır.

#### 4. Sonuç

Entegre et işletmesine ait arıtma tesisi çıkış suyundan yaz ayları boyunca alınan numunelerin analiz sonuçlarına göre, en yüksek pH, yağ-gres ve renk parametrelerinin Haziran ayında, en yüksek KOİ konsantrasyonunun ise Temmuz ayında gerçekleştiği tespit edilmiştir. En düşük pH değerinin Ağustos ayında, en düşük KOİ konsantrasyonunun Haziran ayı ortası ve Ağustos ayı başında, en düşük yağ-gres konsantrasyonunun Temmuz ayında gerçekleştiği ve en düşük renk değerlerinin hem Temmuz hem de Ağustos ayında gerçekleştiği tespit edilmiştir. En yüksek pH=8,12, KOİ=250 mg/L, Yağ-gres=29 mg/L ve Renk= 276 Pt-Co olarak, en düşük pH=7,41, KOİ=190 mg/L, Yağ-gres=16 mg/L ve Renk=214 Pt-Co olarak ölçülmüştür. Yapılan olasılık hesaplarına göre çıkış KOİ, yağ-gres ve renk parametre değerlerinin ayda bir kere SKKY'nde belirtilen deşarj standartlarını aşabileceği sonucuna varılmıştır. Bu sonuca göre, arıtma tesisi veriminin tekrar irdelenmesi gerektiği savına ulaşılabilir. Genel olarak arıtma tesisine bakıldığında her bir parametrenin yaz sezonu boyunca çıkış atıksu değerleri (KOİ değerlerinin %38'i 240 mg/L'nin, yağ ve gres değerlerinin %46'sı 25 mg/L'nin, Renk değerlerinin %63'ü 240 mg/L'nin ve pH değerinin %25'i 8,0 değerinin üzerindedir) SKKY'de belirlenen sınır değerlere ( KOİ= 250 mg/L, Yağ-gres= 30 mg/L, Renk=280 Pt-Co ve pH=6,0-9,0) yakın olduğu görülmektedir. Bu durumu ortadan kaldırmak için arıtma tesisinde revizyon yapılması gerektiği de söylenebilir.

#### Kaynaklar

- [1] M.A. Bull, R.M. Sterritt and J.N. Lester, The treatment of wastewaters from the meat industry: a review. **Environ. Technol. Let.**, 3, 117–126, (1982).
- [2] W.P. Tritt and F. Schuchardt, Materials flow and possibilities of treating liquid and solid wastes from slaughterhouses in Germany. **Bioresour. Technol.**, 41, 235–245, (1992).

- [3] Haan, C., Steinfeld, H., Blackburn, H., **Livestock & the Environment, Chapter 5: Beyond production systems, Processing of livestock products.** United Kingdom. Available from: <http://www.fao.org/AG/aga/lspa/LXEHTML/tech/ch5d.htm>, (1996).
- [4] W. Cao, M. Mehrvar, Slaughterhouse wastewater treatment by combined anaerobic baffled reactor and UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> processes, **Chemical Engineering Research and Design**, 89, 1136-1143, (2011).
- [5] E. Salminen and J. Rintala, Anaerobic digestion of organic solid poultry slaughterhouse waste – a review. **Bioresour. Technol.**, 83, 13–26, (2002).
- [6] Fang, L., Environmental effects of the beef industry. **Agricultural and Natural Resource Economics Discussion Paper** 4/0065, (2008).
- [7] SKKY (Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği), 31.12.2004 tarih ve 25687 sayılı Resmi Gazete, (2004).
- [8] ÇK (Çevre Kanunu), 2872 sayılı Çevre Kanunu, 11.08.1983 tarih ve 18132 sayılı Resmi Gazete, (1983).
- [9] N. Al-Mutairi, M. Hamoda and I. Al-Ghusain, Performance-based characterization of a contact stabilization process for slaughterhouse wastewater. **J. Environ. Sci. Health, Part A**, 38, 2287–2300, (2003).
- [10] N. Al-Mutairi, Aerobic selectors in slaughterhouse activated sludge systems: A preliminary investigation, **Bioresource Technology**, 100, 50-58, (2009).
- [11] W. Eckenfelder and J. Musterman, Activated Sludge Treatment of Industrial Wastewater, **Technomic Publishing Company Inc.**, England (1995).
- [12] M. Richard, Activated Sludge Microbiology, **The Water Pollution Control Federation**, USA (1989).
- [13] APHA, AWWA, WCPF, Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater, **20<sup>th</sup> Edition, American Public Health Association**, Washington, D.C., (1998).
- [14] Vesilind, P.A., Morgan, S.M. and Heine, L.G. **Introduction to Environmental Engineering**, Üçüncü Basımdan Çeviri, Çeviri Editörü: Prof. Dr. İsmail Toröz, s.606, (2011).