

Entegre Et Tesislerinde Atık Suyun Yeniden Kullanımı

Recycling of Wastewater From Meat Processing Industry

Arınç KAFTAN*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Samsun

Özet: Evsel ve endüstriyel su kullanımında nüfus artışına bağlı olarak gözlenen artış, atık suların geri kazanımını ve yeniden kullanılmasını gündeme getirmektedir. Sanayideki atık sular, arıtma sonrası, proses suyu ya da soğutma suyu olarak kullanılabilir. Bu kullanım türleri içinde yer alan, soğutma suyu amaçlı kullanım en yaygın olan tür olarak bilinmektedir. Su geri dönüşüm sisteminde, kontaminantları yeteri düzeyde uzaklaştırmak temel amaç olarak benimsenmiştir. Et endüstrisinde ortaya çıkan atık sular, padoklardan, kesimhaneden ve rendering tesislerinden kaynaklanmaktadır. Tavuk mezbahalarında, farklı olarak padoklardan gelen atık sular bulunmamaktadır. Söz konusu atık sular, kan, yağ, etten kaynaklanan protein, yağ ve karbonhidrat içeriği ile BOI ve KOI değerlerinde yükselmeye neden olmaktadır. Et endüstrisi atık su arıtmada flotasyon yöntemi kullanılmaktadır. Flotasyondan sonra damlatmalı filtre ile yapılan arıtma ile BOI değerinde etkin bir düşme sağlanabilmektedir. Kanatlı atık suyunun arıtımı, eleklenme, filtrasyon, ozonlama ve klorlama aşamalarını içermektedir. Bu çalışmada entegre et tesislerinde oluşan atık su özellikleri belirtilmiş ve bu tesislerde oluşan atık suyun geri kazanımında kullanılan yöntemler karşılaştırılmıştır.

Anahtar kelimeler: Et endüstrisi atık suyu, BOI, KOI, Flotasyon, Filtrasyon.

Abstract: The increasing demand for domestic and industrial water due to growth of population, has raised the need for recycling and reusing of waste water. Industrial waste water could be used either for processing or cooling after its treatment. It has been known that the most common type of use for recycled water is cooling. Removal of contaminants has been considered as the main object in water recycling systems. The effluent from meat industry originates from the stockyards, the slaughterhouse and rendering units. As there is no effluent from stockyards, poultry slaughterhouses differ in the composition of their effluents. The effluent containing blood, fat, and meat protein, fat and carbohydrate, increase the BOD and COD values of them. The method of flotation has been used for wastewater treatment in meat industry, which can effectively decrease BOD, if it is followed by a trickling filter process. The treatment of poultry wastewater includes screening, filtration, ozonation and chlorination. In this study the characteristics of wastewater of meat processing industry were described, and a comparison between the methods of treatments available for wastewater recycling is carried out.

Key words: Wastewater of meat industry, BOD, COD, Flotation, Filtration.

1. Giriş

Sanayi atık suyu, kullanılabilir atık su kaynakları içinde yer almaktadır. Arıtılmış atık sular, sanayide soğutma suyu veya proses suyu olarak yeniden kullanılabilir. Geçen asır sonunda dünya nüfusunun kişi başına yıllık üç yüz elli metreküp olan su gereksinimi içinde, yirmi metreküp'lük kısmını endüstriyel su oluşturmaktaydı (Kavaklı ve Civan, 1997). Suyun en yaygın tekrar kullanım şekli olan soğutma suyu olarak kullanımı ile birlikte çamur oluşumu, korozyon ve köpüklenmenin düşünülmesi gerekmektedir (Hammer and Hammer, 1996). Atık su arıtılması ile ilişkili temel kontaminantlar askıda katı maddeler, biyobozunur maddeler, patojenler, besin maddeleri (azot, fosfor), önemli kirleticiler, zor bozunan organik maddeler, ağır metaller ve çözünmüş inorganik maddeler olarak belirtilmektedir. Atık su için sekonder arıtım, biyobozunur organik maddelerin, süspansiyon halindeki katı maddelerin ve patojenlerin uzaklaştırılmasını içermektedir (Eltem, 2001). Çözünmüş sıvıyı ayırmak amacıyla kullanılan, basınçla geçişme sağlayan membran teknikleri arasında ters ozmoz (1nm'den küçük parçacıklar); nanofiltrasyon (1 ile 5 nm arasında parçacıklar-şeker); ultrafiltrasyon (5 ile 100 nm arasında parçacıklar-protein) ve mikrofiltrasyon (100 ile 1000 nm arasında parçacıklar-bakteri, maya) yer almaktadır. Atık suda temel kirleticiler içinde yer alan protein ve yağın uzaklaştırılmasında ultrafiltrasyon (Avula vd., 2009); askıda katı madde ve yağın birlikte ayrılmasında flotasyon etkili yöntemler olarak bilinmektedir (Öztan, 2003).

* İletişim: akaftan@omu.edu.tr

2. Endüstriyel Atık Su

Pek çok işletmede, farklı kalitede suya duyulan ihtiyaca göre suyun iki ya da daha çok şekilde kullanımı söz konusudur. Malzeme transferi, seyreltme, çözme, yıkama amacıyla kullanılan ve bazı proseslerde ek arındırmanın da gerekli görüldüğü şehir şebekesinden sağlanan taze su, birinci sınıf su olarak; soğutma ve genel işletme temizliği gibi proses dışı uygulamalar için yeterli düzeyde temiz olduğu düşünülen nehir vb.den sağlanan su da ikinci sınıf su olarak olarak tanımlanmaktadır. Bu iki uygulama arasında yer alan ara kalitede su elde etmek için (örn. kazan besleme suyu) genelde ikinci sınıf suyun ön arıtması gerekmektedir (Bridgwater and Mumford, 1979). Suyun kalitesindeki farklılığa bağlı olarak içme suyu ihtiyacının %77, geri kazanılan su ihtiyacının %20 ve ham su ihtiyacının %3 düzeyinde yer aldığı bildirilmektedir (Matsumura and Mierzwa, 2008). Üretim sırasında oluşan proses atık sularında, çeşitli ham maddeler, ara madde atıkları ve mâmul madde atıkları bulunmaktadır. Proses sularında bulunan organik atıkların bir kısmının oluşumunda gıda endüstrisinin etkili olduğu bilinmektedir. Bu endüstrinin atık suları içinde yer alan karbonhidratlar, atık suyun yüzeysel sulara ulaştığı noktalarda mikroorganizma kolonilerinin oluşumu ile çamurların çökmesine/ayrışmasına neden olmaktadır (Samsunlu, 1987). Proses suyu, istenmeyen maddeleri uzaklaştırma (örn. sebze işleme) ya da enerji transferini sağlama (örn. soğutma suyu) görevi yapmaktadır. Su geri dönüşüm sisteminin amacı, suyun kalitesini düşüren kontaminantları yeteri düzeyde uzaklaştırmaktır. Endüstriyel suyun geri dönüşüm oranı, gıda sanayinde kaynağına bağlı olarak et için 4, şeker pancarı için 1.5 ve mısır/buğday öğütme için 1.2 olarak belirtilmektedir (Bridgwater and Mumford, 1979). Burada geri dönüşüm oranı, belli hacimde geri dönüştürülen suyun ortalama sayısı olarak ifade edilmektedir. Geri dönüşümlü soğutma suyu sistemleri, kullanılan su miktarını düşürmektedir. Farklı soğutma işlemlerinden gelen su, buharlaştırıcı soğutma ünitesine pompalanmakta ve soğutulan su geri dönüştürülmektedir. Soğutma ünitesi, sprey veya soğutma kulesi ile desteklenmiş gölet olabilmektedir (Bridgwater and Mumford, 1979).

3. DAF (Çözünmüş Hava Flotasyonu)

Çözünmüş hava ile yüzdürme sistemleri (DAF), flokulasyon ile birlikte kullanıldığında, arıtma tesisi üzerindeki yükün azaltılması, biyolojik arıtma havuzlarındaki Karışık Sıvı Askıda Katı Madde (Mixed Liquor Suspended Solid-MLSS) biyokütle miktarının yüksek tutulması, aktif çamur çöktürme havuzlarındaki yükün azaltılması, ön arıtmanın aktif çamur yoğunlaştırma ile kombine edilmesi gibi üstünlükleri bildirilmektedir (Kluit, 2008). Yüksek katı madde içeren sularda daha büyük yüzey alanına sahip DAF ünitesi; yüksek debide daha düşük katı madde içeren sularda paralel plakalı DAF ünitesi kullanılabilir. Emülsifiye yağ ve gres, çözünmüş proteinler, dispers katı maddeler biyolojik arıtmanın kirlilik yükünü önemli ölçüde arttırmaktadır. Tek başına DAF ile serbest ayrıştırılabilen maddeler dışında yer alan, diğer bileşenleri ayırmak için metal tuzlarıyla, organik koagulantlarla veya asit koagülasyonla ön işlemin ardından polimerlerle flokulasyon yapılabilir. Biyolojik arıtma, çözünmüş organik maddelerin giderimi için iyi bir yöntem olarak bilinmektedir; ancak, askıdaki katı maddelerin, yükü artırdığı eklenmektedir (Kluit, 2008). Atık su içinde yüksek miktarda inorganik katı maddelerin, biyolojik arıtma öncesi, aktif çamur ile giderimi gerekmektedir. DAF ile bu katı maddelerin minimum %50'si ve ortamdaki yağ ve gresin serbest kısmının biyolojik havuz öncesinde giderimi mümkün olmaktadır. DAF ünitesine flokulator eklenmesi ile mezbaha ve kesimhanelerde %70-75; tavuk vb. beyaz et kesimhanelerinde %80-85 KOI giderim verimlerine ulaşıldığı bildirilmektedir (Kluit, 2008). Çöktürme havuzu aşırı yüklendiğinde DAF ünitesi, çöktürme havuzuna paralel kullanılmaktadır. Ayrıca DAF ünitesinden elde edilen %3-4 KM'de çamurun, konvansiyonel çöktürme havuzlarından çıkan çamura göre 4-6 kat daha konsantrite olduğu bildirilmektedir (Kluit, 2008).

4. Gıda Sanayiinde Su Kalitesi

Gıdanın bileşiminde bulunan suyun kalitesi, gıdanın kalitesini ve üretim mâliyetini etkilemektedir. Otoklav ve pastörizasyon ünitelerinde kaliteli su kullanılmadığında, ambalaj üzerinde

kireç lekelerinin oluşumu ile ambalaj görüntüsünün bozulması; kum filtresi kullanan işletmelerde, filtre içinde üreyen mikroorganizmaların klor kullanımında artışa yol açması; kaliteli su ile besleme yapılmayan bir buhar kazanı içinde ısı veriminin %50'lere düşmesi sonucu buhar kullanımının artması, kaliteli su kullanımının önemine ilişkin örnekler olarak sıralanmaktadır (Burkut, 2003).

5. Et Endüstrisinde Atık Sular

Su tüketim miktarları, gıda endüstrisinde yer alan sektörler göre farklılık göstermektedir. Sektörlere bağlı gözlenen bu farklılıklar, Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Endüstri kuruluşlarında su tüketim miktarları (Kavaklı ve Civan, 1997'den adapte)

Endüstri	Birim	Su Tüketimi
Et kesim	litre/kg	10
Tavuk kesim	litre/adet	30
Konserve	m ³ /ton. ürün	4-70
Süt/tereyağ	litre/kg	35-115
Süt/peynir	litre/kg	110-195
Süt/dondurma	litre/kg	50-100

Padoklardan çıkan atık su miktarının 20-30 L/m²/gün olduğu ve ortalama 100 mg/L BOI (Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı) içerdiği tahmin edilmektedir (Öztaş, 2003). Mezbaha ve entegre et tesislerinde izin verilen kirlilik yükü çıkış değerleri Çizelge 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2. Gıda sanayii (mezbahalar ve entegre et tesisleri) (Anonim, 2004).

Parametre	Birim	Kompozit numune (2 saatlik)	Kompozit numune (24 saatlik)
KOI	mg/L	250	160
Yağ ve gres	mg/L	30	20
pH	-	6-9	6-9

Kanın yirmi günlük BOI'nın 405000 mg/L, beş günlük BOI'nın 150000-200000 mg/L olduğu belirtilmektedir (Şengül, 1989). Çizelge 3'de görüldüğü gibi mezbaha atık sularının önemli bileşeni olan kanın değerlendirilip değerlendirilmemesi ve işkembe/bağırsağın atık suya karışıp karışmaması, kesimhaneden çıkan atık su miktarını belirlemektedir (Öztaş, 2003). Çizelge 4'teki veriler ise atıkların yüksek sıcaklıkta buharla pişirilip, yağdan alındığı, ıslak tip rendering tesislerinde, kuru tipe göre atık su kirliliğinin %60 daha fazla olduğunu göstermektedir (Öztaş, 2003).

Çizelge 3. Et endüstrisinde çıkan atık su kompozisyonu (Öztaş, 2003).

Ünite	BOI (mg/L)	Askıda katı miktarı (mg/L)	Organik azot (mg/L)	pH
Kesimhane	825	220	134	6.6
Kan toplama tankı	3200	3690	5400	9.0
Rendering	4600	8360	1290	9.0
İşkembe yıkama ünitesi	13200	15110	643	6.0
Ürün ünitesi	800	560	136	7.3
İç yağlar	180	180	84	7.3
Yan ürün ünitesi	2200	1380	186	6.7
Toplama atık su	2240	929	324	

Çizelge 4. Et Endüstrisinde Birim Üretim Başına Çıkan Atık Su Yükleri* (Öztaş, 2003).

	Atık su (m ³ /t)	BOI (kg/t)	Askıda katı miktarı (kg/t)	Yağ (kg/t)	Azot (kg/t)
Kesimhane	-	6.4	5.2	2.8	1.58
Kan toplanmıyor	9.3	17.4	-	-	-
Kan toplanıyor	5.3	11.3	-	-	-
İşkembe içeriği var	14.5	11.1	-	-	-
paketleme	9.3	6.3	3.0	2.3	1.59
Islak rendering	17.6	20.2	-	-	-
Kuru rendering	10.8	14.4	-	-	-

* canlı ağırlık veya ürün ağırlığı üzerinden

Şengül (1989) mezbaha atık sularının arıtılmasının ilk aşamasını ızgara ve elekten geçirme ile kıl, et, gübre, yüzen katı maddelerin, askıda katı maddelerin tutulması, yağ tutucular yardımıyla yağ ve gresin atık sudan uzaklaştırılmasını izleyen, daha sonra kullanılacak biyolojik arıtma sisteminin tipine bağlı olarak belirlenen ön çökeltme işlemi uygulaması olarak tanımlamıştır. Damlatmalı filtrasyon ile arıtmada %81-90; iki kademeli damlatmalı filtrasyon ile %95 oranında BOI giderme verimi elde edildiğini, biyolojik arıtma amacıyla aktif çamur sistemi (%90-95 BOI giderimi) veya oksidasyon hendekleri kullanılmakta olduğunu eklemiştir. Bildirildiğine göre et endüstrisi atık suyu arıtmada ise klasik ön çöktürme ve ön arıtma yerine flotasyon kullanılmakta ve bu şekilde yağ kapanı olmadan askıda katı partiküller yağ ile birlikte uzaklaştırılmaktadır. Damlatmalı filtrelerde atık sudaki yüksek BOI nedeniyle 5/1 oranında geri besleme yapılmakta ve flotasyondan sonra %60 BOI arıtımı sağlanmaktadır. Biyolojik arıtma basamağında damlatmalı filtreler, aktif çamur veya anaerobik temas prosesi kullanılmaktadır (Şengül, 1989; Öztan, 2003). Küçük tesislerde anaerobik havuzlarla ön arıtma ile örneğin 22-27°C de 200-500 g/m³/gün BOI organik yükleme için de %65-80 arıtma sağlanmaktadır (Öztan, 2003). Mezbaha ve entegre et tesislerinde atık suların arıtılmasında kimyasal arıtmanın yaygın olmadığı ve kimyasal arıtmadan çıkan suyun, sulama suyu olarak kullanılabilmesi vurgulanmaktadır (Şengül, 1989). İşletme kolaylığı ve maliyetinin düşük olması nedeniyle çeşitli endüstri atık sularının arıtımında elektrokoagülasyon yönteminin, entegre et ve et ürünleri endüstrisi atık sularının arıtılmasında alüminyum ve demir elektrotların kullanıldığı, elektrokoagülasyonda en yüksek KOI (Kimyasal Oksijen İhtiyacı) giderim veriminin (%78.99) alüminyum elektrot ile elde edildiği belirtilmektedir (Özyonar ve Karagözoğlu, 2008). Et endüstrisinde ortaya çıkan atık sular, özellikle padoklardan, kesimhaneden ve rendering tesislerinden ortaya çıkmaktadır. Mezbahalarda büyükbaş ve küçükbaş a ait kirlilik yükleri Çizelge 5’de gösterilmiştir. Tavuk mezbahalarında et endüstrisinden farklı olarak padoklardan gelen atık sular bulunmamaktadır.

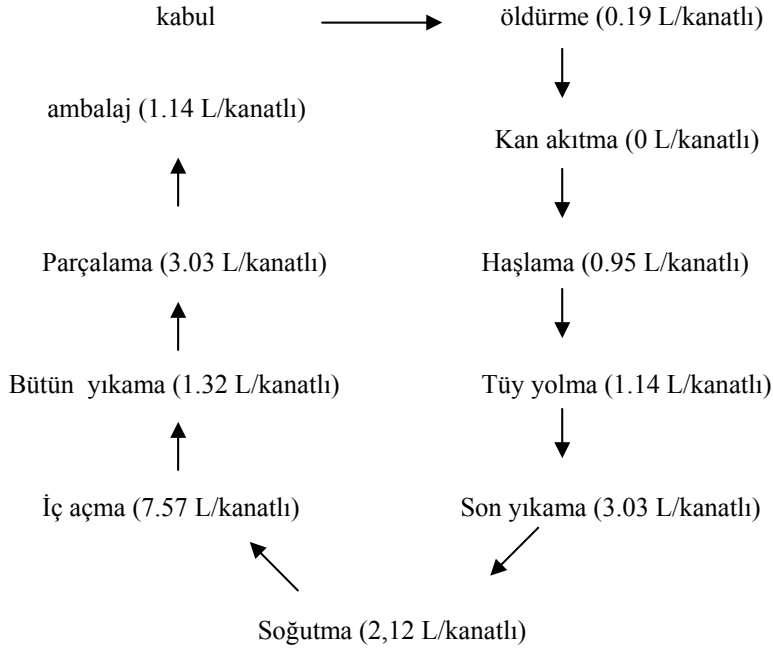
Çizelge 5. Mezbahalarda oluşan birim kirlilik yükleri (kg/500 kg canlı ağırlık) (Şengül, 1989).

Kesilen hayvan cinsi	BOI	Askıda katı madde	Azot	Yağ ve gres
Büyükbaş	9.40	6.70	1	0.31
Küçükbaş	4.53	5	0.49	0.25
Ortalama	6.97	5.85	0.75	0.28

Kanatlı kesme ve işleme tesislerinde, atık suda, ilk işlem olarak tüy, ayak ve kafanın uzaklaştırılması gerektiği, uygulanan arıtma işlemi ızgaralardan, foseptikten geçirme, lagünlerde biyolojik arıtma olarak sıralanmakta ve bu arıtma aşamalarından çıkışta BOI giderme verimi %93 olarak bildirilmektedir. (Şengül, 1989). Şekil 1’de görüldüğü gibi kanatlı üretim tesislerinde kanatlı başına 26.5 litre su kullanılmaktadır (Avula vd., 2009). Kanatlı 18 kg ağırlığa ulaştığında su ihtiyacı 130-150 L/kanatlı’yı bulabilmektedir. Kanatlı tesisinde proses suyu; et, kan, deri ve kanatlardan kaynaklanan yağ, protein ve karbonhidrat içermektedir. Bu durum, suda BOI ve KOI değerlerinde yükselmeye neden olmaktadır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Tavuk mezbahalarında ortaya çıkan atık su miktarı ve kirlilik yükleri (Anonim, 2008).

Parametre	Kirlilik yükü
Hacim (eski)	15 m ³ /1000 tavuk
(yeni)	27.6 m ³ /1000 tavuk
Toplam katı madde	12 kg/1000 tavuk
Askıdaki katı madde	7 kg/1000 tavuk
Çökebilene katı madde	4.3 kg/1000 tavuk
yağ	0.6 kg/1000 tavuk
BOI ₅	13.6 kg/1000 tavuk



Şekil 1. Kanatlı üretim tesisinde ortalama su kullanımı (Avula vd., 2009).

Aynı kaynakta belirtildiğine göre kanatlı proses suyunun, %35 protein içerdiği düşünülmekte, atık suyundaki organik materyalin %80'inin ortalama partikül büyüklüğünün 75-100 mikrometre olduğu bildirilmektedir. Kanatlı atık suyunun arıtımı, elekteleme, filtrasyon, ozonlama ve klorlama aşamalarını içermektedir (Çizelge 7).

Çizelge 7. Kanatlı atık suyu arıtımı (Avula vd., 2009).

Su tipi	Su arıtma yöntemi
Karkas yıkama suyu	Elekleme, diatome toprak filtrasyonu, ozonlama, elektriksel stimülasyon, UV ışınlama
Ön soğutma, karkas yıkama ve (boyun) soğutma suyu	Flokulasyon ve koagülasyon
Haşlama ve soğutma suyu	Elekleme, diatome toprak filtrasyonu, ozonlama
Soğutma suyu	Mikrofiltrasyon
	a) diatome toprak filtrasyonu, klorlama
	b) klorit
	c) hidrojenperoksit
	d) filtrasyon, ozonlama
	e) ozonlama
	e) elektroflotasyon

Avula vd. (2009) kanatlı atık suyu arıtım işlemlerini yeniden şartlandırma, elektriksel ve optik (elektriksel stimülasyon ve UV ışınlama ile bakteri sayısında azalma); kimyasal ve biyokimyasal (ozonlama ile bakterilerin yok edilmesi, organik maddenin koagülasyon ve flokülasyon ile ayrımı, organik maddenin anaerobik filtre veya kesikli reaktör yardımıyla biyolojik parçalanması); fiziksel (DAF, diatome toprak filtrasyonu ve mikrofiltrasyon) olmak üzere üç grup altında değerlendirmektedir. Proses atık suyunda yeniden şartlandırma için mikrobiyal güvenliğin önemli olduğu vurgulamaktadır (Çizelge 8).

Çizelge 8. Soğutma suyu için tekrar şartlandırma rehberi (Avula vd., 2009).

Mikroorganizma azalma %	Işık geçirgenliği %	1 l taze su için tekrar şartlandırılan su hacmi %
60	60	7.75
70	70	7.50
80	80	1.35
90	80	1.25
98	80	1.10

Et ve kanatlı üretim tesislerinde kullanılan arıtma tesislerindeki su yapılarına göre elde edilen BOI giderim değerleri Çizelge 9’da gösterilmiştir.

Çizelge 9. İşletmelerde kullanılan arıtma tesislerindeki su yapılarına göre BOI giderim değerleri

İşletme	Su yapıları	% BOI giderimi	Kaynak
Et	Flotasyon	60	(Öztan, 2003)
	Anaerobik havuz	65-80	(Öztan, 2003)
	Damlatmalı filtre	81-90	(Şengül, 1989)
	İki kademeli damlatmalı filtre	95	(Şengül, 1989)
	Aktif çamur sistemi	90-95	(Şengül, 1989)
Kanatlı	Ultrafiltrasyon	97.9	(Avula vd., 2009)
	Izgara-lagün	93	(Şengül, 1989)

6. Et Endüstrisi Soğutma Suyu ve Kazan Besleme Suyunda Arıtma

Arıtılmış atık suyun genelde içme suyuna yakın özellikte temiz su olma zorunluluğu, klasik arıtmaya ek olarak ileri arıtma işlemlerinin kullanımını gerektirmektedir. Endüstride suyun geri çevrimi, prosesin bir parçası olarak düşünülmektedir. Büyükkamacı ve Onbaşı (2007) tarafından yapılan çalışmada incelenen et endüstrisi örneğine ait soğutma suyu arıtma tesisi çıkış değerleri Çizelge 10’da; kazan besleme suyu arıtma tesisi çıkış değerleri Çizelge 11’de verilmiştir.

Çizelge 10. Önerilen soğutma suyu özellikleri ve arıtma tesisi çıkış değerleri (Büyükkamacı ve Onbaşı, 2007’den adapte).

Parametre (mg/L)	Önerilen limit değer	Arıtma tesisi çıkışı
Cl ⁻¹	500	50
Toplam çözünmüş katı madde	500	1068
Sertlik	650	372
Alkalinite (mg/L)	350	330
KOI	75	200
Toplam askıda katı madde	100	16
BOI	25	150
NH ₄ ⁺ -N	1.0	1.5
PO ₄ ⁻³	4	toplam fosfor=6.49
SiO ₂	50	81.5
Al ⁺³	0,1	0.0075
Fe	0.5	0.5
Mn ⁺²	0.5	0.15
Ca ⁺²	50	95
Mg ⁺²	0.5	300
SO ₄ ⁻²	200	85

KOI ve BOI değerleri için iki kademeli biyolojik arıtma, diğer parametreler için suda yumuşatma ve filtrasyon önerilmektedir.

Çökelmeye karşı silika, alüminyum ve kalsiyum/magnezyum tuzlarının kontrolü, kazan tipine bağlı filtrasyon, karbon adsorbsiyon ve azot giderimi uygulaması önerilmekte, arıtılmış atık suyun proses suyu olarak kullanılması durumunda içme suyu kalitesinde su elde edilinceye dek arıtma yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (Büyükkamacı ve Onbaşı, 2007).

Çizelge 11. Kazan besleme suyu için önerilen özellikler (Büyükkamacı ve Onbaşı, 2007'den adapte).

Parametre (mg/L)	Düşük basınç (<150 psig)	Orta basınç (150-700 psig)	Yüksek basınç (>700 psig)	Atık su arıtma tesisi çıkışı
Silika	30	10	0.7	81.5
Aluminyum	5	0.1	0.01	0.075
Demir	1	0.3	0.05	0.5
Mangan	0.3	0.1	0.01	0.15
Kalsiyum	-	0.4	0.01	95
Magnezyum	-	0.25	0.01	300
Amonyak	0.1	0.1	0.1	1.5
Bikarbonat	170	120	48	-
Çözünmüş katı madde	700	500	200	1068
Bakır	0.5	0.05	0.05	<0.01
Çinko	-	0.01	0.01	0.024
Alkalinite	350	100	40	330
AKM	10	5	0,5	16
KOI	5	5	1	200

7. Kanatlı Endüstrisi Soğutma Suyunda Arıtma

Kanatlı endüstrisi soğutma suyu geri kazanımında ozonun kullanılabilirliği ile ilgili Waldroup vd. (1993) tarafından yapılan çalışmada, 580 galonluk dört tankta 7-11.7 ppm düzeyinde ozon otuz dakika süreyle uygulanmış ve toplam aerob, *Escherichia coli* ve muhtemel koliform düzeyinde %99'luk düşme yanında ışık geçirgenliğinin taze suya göre %88 ile %99 (540 nm) aralığında olduğu gözlenmiştir. Buna göre geri dönüşüm şartları minimum düzeyde karşılandığında bir galon taze su, 1,75 galon geri dönüşüm suyu yerine kullanılabilir. İdeal koşullarda, soğutma suyunun %90'ının geri dönüştürülebileceği bildirilmektedir. Ozon tarafından başlatılan oksidasyon, hidroksit oluşumu ve flokulasyon olarak tanımlanan işlem askıda katı maddelerden ve besin maddelerinden oluşan köpük oluşumuna neden olmaktadır. Ozon, doymamış büyük moleküllerle reaksiyona girerek onların daha küçük bileşenlere parçalanması ile arıtılan suyun renginde açılmaya yol açmaktadır. Bu sistemde artık ozonu uzaklaştırmak için aktif karbon filtrasyon ünitesi de bulunmaktadır. Ozonlama sonrası dört günlük örnekleme boyunca ışık geçirgenliğinde iyileşme gözlemlendiği ve aynı süre içinde *Escherichia coli* ya da toplam koliforma rastlanmadığı bildirilmektedir. Ozonlamadan 1400 saat sonra düşük miktarda aerobik mikroorganizma gözlenmesinin nedeni Waldroup vd. tarafından günün o saatindeki soğutma suyu mikroorganizma sayısındaki fazlalık yada karkas/su oranındaki değişim olarak açıklanmıştır.

8. Kanatlı Endüstrisinde Proses Suyunda Arıtma

Matsumura ve Mierzwa (2008) soğutma suyu bulunan 600-800 mg/L düzeyindeki katı maddenin %30-35'ini gres ve yağ gibi yüzen maddeler oluşturduğunu belirterek, askıdaki katı maddenin büyük bölümünün opak görünümde olduğu ve emülsiyeye yağ ile yoğun mikroorganizmadan oluştuğunun, az miktardaki kısmın (%5-10) 5 mm partikül büyüklüğünde olup, emülsiyeye globule bağlı olduğunun düşünüldüğünü eklemektedirler. Söz konusu araştırmada ultrafiltrasyon ile arıtma sonucu, proses suyuındaki KOI değerinin %59 oranında azaltılabildiği, soğutma suyu ve ön yıkama suyunun ultrafiltrasyon ve iç açma suyu kaba filtrasyonu ile toplam bakteri sayımında (%98.4), koliform (%86.6), BOI (%97.9), KOI (%96.6), yağ ve gres (%79.8), partikül büyüklüğü dağılımı (%70.2) ve su kullanımında 17 L/kanatlı düşme gözlenmiştir. Mikrobiyal alıkonma için ultrafiltrasyon ideal membran gözenek büyüklüğü, 0,05 mikrometre olarak verilmektedir (Avula vd., 2009). Gıdyla temas eden suyun içme suyu kalitesinde olması gerekliliği, biyolojik kontaminasyonun önemini arttırmaktadır. Kan, emülsiyeye yağ ve dışkının (*Salmonella spp.*, *Camphylobacter jejuni*) yüksek BOI değeri ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Matsumura ve Mierzwa, 2008).

9. Sonuç

Tüketicilerden gelen talebe bağlı olarak üretim miktarındaki artış daha fazla su kullanımına yol açmaktadır. Suyun geri kazanımında amaç, toplam su kullanımında azalmaya yol açarak üreticiye ekonomik yönde katkıda bulunmaktır. Kirlilik yüklerinin yüksek olduğu bilinen entegre et ve kanatlı üretim tesislerinde kullanılan damlatmalı filtrasyon, aktif çamur sistemi, ultrafiltrasyon gibi arıtma yöntemleri ile BOI değerinde etkili arıtma verimi elde edilmektedir. Kullanılan farklı yöntemler içinde ultrafiltrasyon yöntemi ile proses suyundaki KOI değerinde azalması ile birlikte, ham protein gibi katma değer yaratan ürünlerin ayırımı sağlanabilmektedir. Suyun geri kazanımı ile ilgili yapılacak çalışmaların, özellikle çok su kullanan ve çok atık su oluşumuna yol açan sektörler için büyük önem taşıdığı düşünülmektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Resmi Gazete, Sayı 25687.
- Anonim, 2008. <http://www.eng.ege.edu.tr/otles/foodwaste-meat.tripod.com>
- Avula R.Y. Nelson H.M. ve Singh R.K. 2009. Recycling of Poultry Process Wastewater by Ultrafiltration, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 10: 1-8.
- Burkut E. 2003. Gıda Sanayinde Proses Suyu Kalitesinin ve Su Hazırlamanın Ürün Maliyetine Etkisi, GIDA-Şubat, s.45-46.
- Bridgwater A.V and Mumford C.J. 1979. Materials Recovery from Liquid Waste, Waste Recycling and Pollution Control Handbook, George Godwin Ltd., Great Britain, p.252-259.
- Büyükkamacı N. ve Onbaşı A.N. 2007. Endüstriyel Atık Suların Yeniden Kullanımının Değerlendirilmesi: Entegre Et Tesisi Atık suları, 7. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi Bildiri Kitabı, İzmir, s.502-510.
- Eltem R. 2001. Atık Sular ve Arıtım, Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No:172, 188s.
- Hammer M.J ve Hammer M.J.J. 1996. Water Reuse, Water and Wastewater Technology, 3'th edition, Prentice-Hall Inc., 519p.
- Kavaklı M. ve Civan Z. 1997. Türkiye'de Su Kullanımı, Atık suları Geri Kazanma ve Yeniden Kullanma Uygulamaları, Su ve Çevre Sempozyumu Bildiri Kitabı, İstanbul.
- Kluit A. 2008. Biyolojik Arıtmanıza İkinci Bir Şans Verin, Çulha E., (çev.) Su ve Çevre, Sayı: 20.
- Matsumura E.M ve Mierzwa J.C. 2008. Water Conservation and Reuse in Poultry Processing Plant-a Case Study. Resources, Conservation and Recycling, 52: 835-842.
- Öztan A. 2003. Et Bilimi ve Teknolojisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, yayın no:1, 4.baskı, 495s, Ankara.
- Özyonar F ve Karagözoğlu B., 2008, Entegre Et ve Et Ürünleri Endüstrisi Atık Sularının Elektrokoagülasyon Yöntemiyle Arıtılabilirliğinin Araştırılması, 11.Endüstriyel Kirlenme Kontrolü Sempozyumu Bildiri Kitabı, İstanbul, s.125-132.
- Samsunlu A. 1987. Kullanılmış Suların Arıtılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Müh-Mim.Fakültesi MM/ÇEV-87 EY 106, 301s.
- Şengül F.1989, Endüstriyel Atık suların Özellikleri ve Arıtılması, Dokuz Eylül Üniversitesi Müh-Mim.Fakültesi MMF/ÇEV-89 EY 172, 476s.
- Waldroup A.L., Hierholzer R.E., ve Forsythe R.H. 1993. Recycling of Poultry Chill Water Using Ozone, Journal of Appl. Poultry Res., 2: 330-336.