

## MEZBAHA ATIKSUYUNUN KOAGÜLASYON/FLOKÜLASYON-ARDIŞIK KESİKLİ REAKTÖR (AKR) YÖNTEMİYLE ARITILMASI

*Engin GÜRTEKİN\**

**Özet:** Bu çalışmada, yüksek organik kirliliğe sahip mezbaha atıksuyunun arıtımında koagülasyon/flokülasyon-ardışık kesikli reaktör (AKR) yönteminin etkinliği araştırılmıştır. Ham mezbaha atıksuyu öncelikle basit olarak çöktürülmüştür. Çöktürülmüş mezbaha atıksuyuna uygulanan koagülasyon/flokülasyon yönteminde optimum değerler pH değeri için 6, koagülant (alüminyum sülfat) dozu için 600 mg/l ve anyonik polielektrolit için 20 mg/l olarak bulunmuştur. Koagülasyon/flokülasyon prosesi sonunda AKM konsantrasyonu 35 mg/l (giderme verimi, %95) ve yağ-gres konsantrasyonu 9 mg/l'ye (giderme verimi, %90) azaldığından deşarj standart değerleri sağlanmıştır. Biyolojik artım için kullanılan ardışık kesikli reaktör (AKR) ise; 1, 2 ve 3 günlük hidrolik bekleme zamanının (HRT)'da işletilmiştir ve çıkışında KOİ değerleri sırasıyla 150 mg/l (giderme verimi, %87), 120 mg/l (giderme verimi, %90) ve 80 mg/l (giderme verimi, %93) olarak bulunmuştur. 1 günlük hidrolik bekleme zamanının KOİ parametresi bakımından deşarj standart değerini sağlamaya yeterli olduğu bulunmuştur. Bu çalışmanın sonunda, koagülasyon/flokülasyon-ardışık kesikli reaktör (AKR) yönteminin kuvvetli karakteristiğe sahip mezbaha atıksularının arıtımında etkili olduğu ve mevcut deşarj standartlarını sağladığı bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Koagülasyon/flokülasyon, AKR, Mezbaha Atıksuyu, Ön Çökeltme.

### Treatment of Slaughterhouse Wastewater by Coagulation/Flocculation-Sequencing Batch Reactor (SBR) Methods

**Abstract:** In this study, coagulation/flocculation-sequencing batch reactor (SBR) method was applied to a strong slaughterhouse wastewater. The raw slaughterhouse wastewater was first allowed to settle. The optimum removal efficiency in coagulation/flocculation process was obtained at 6 for pH, 600 mg/l for coagulant (aluminium sulphate) and 20 mg/l for anionic polyelectrolyte. Effluent concentrations after the coagulation/flocculation treatment were 35 mg/l for TSS (removal efficiency, %95) and 9 mg/l for oil-grease (removal efficiency, %90) and the discharge standard values were obtained. SBR was operated at three hydraulic retention times (HRTs) of 1, 2 and 3 days and effluent COD concentration was 150 mg/l (removal efficiency, %87), 120 mg/l (removal efficiency, %90) and 80 mg/l (removal efficiency, %93), respectively. A 1-day HRT was found sufficient to get discharge standard value for COD. The results show that coagulation/flocculation-sequencing batch reactor (SBR) method is an effective method for strong slaughterhouse wastewater and its effluent concentration values were lower from discharge standard values.

**Key Words:** Coagulation/flocculation, SBR, Slaughterhouse Wastewater, Preliminary Settling.

## 1.GİRİŞ

Mezbaha atıksuları içeriği bakımından farklı Avrupa kanunları tarafından "çok kirletici" olarak sınıflandırılmaktadır. Başlıca; yağ, protein ve fiberlerin kompleks bir karışımı olarak karakterize edilmektedir (Ruiz, 1997). Organik madde konsantrasyonu orta-yüksek olup, yaklaşık % 45'i çözülmüş formda bulunurken, % 55'i askıda formunda bulunmaktadır (Manjunath, 2000). Ayrıca; mezbaha atıksuyunun kalitesi; kan tutma verimi, su kullanımı, kesilen hayvan tipi ve et işleme miktarı gibi çok sayıda faktöre bağlıdır (Masse ve Masse, 2000; Satyanarayan ve diğ., 2005). Mezbahalardan oluşan atıksuların arıtılmadan direkt deşarj edilmesi sonucu nehirler oksijensizleşmekte ve yüzey suları kirlenmektedir (Masse ve Masse, 2000). Bu nedenle, mezbaha atıksuları kanalizasyon, nehir, göl gibi alıcı ortamlara deşarj edilmeden önce arıtılması gerekmektedir (Aguilar ve diğ., 2005).

\* Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, 23119, Elazığ.

Mezbaha atıksularının çok kirletici olmasından dolayı, bu atıksuların direkt olarak aerobik proseslerde arıtılması büyük olasılıkla önemli problemlere neden olacaktır. Bu problemlerin başlıcaları; havalandırmadan dolayı yüksek enerji gereksinimi, oksijen transfer hızlarında sınırlamalar ve büyük miktarda çamur üretimidir (Torkian, 2003). Bu nedenle, mezbaha atıksularının ön arıtımı çok tavsiye edilmektedir. Koagülasyon/flokülasyon prosesi, mezbaha atıksularının yüksek miktarda çözünmeyen madde içermesinden dolayı bu ön arıtım için en uygun teknolojilerden biridir (Nunez ve diğ., 1999). Koagülasyon/flokülasyon prosesi, düşük maliyetli, işletmesi kolay ve enerji tasarrufu sağlayan bir arıtma alternatifidir (Amuda ve Alade, 2006). Bunun yanında, mezbaha atıksularında bulunan büyük askıda katıların koagülasyon/flokülasyon prosesini olumsuz yönde etkilememesi için atıksu öncelikle çökelmeye bırakılmalıdır (Satyanarayan ve diğ., 2005). Son yıllarda; gerek ön çökeltilmiş gerekse de ham mezbaha atıksularının koagülasyon/flokülasyon prosesiyle arıtılmasıyla ilgili birçok çalışma yapılmıştır (Aguilar ve diğ., 2002; Al-Mutuari ve diğ., 2004; Aguilar ve diğ., 2005; Satyanarayan ve diğ., 2005; Amuda ve Alade, 2006). Bu çalışmalarda; mezbaha atıksuyundan organik madde ve askıda madde giderimini iyileştirmek için çeşitli koagülant ve flokülant kombinasyonları kullanılmıştır. Fiziko-kimyasal arıtmadan sonra organik yük hala yüksektir ve atıksuyun deşarj edilmesinden ve/veya tekrar kullanılmasından önce daha düşük biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ<sub>5</sub>) ve KOİ değerleri elde etmek için etkili bir biyolojik arıtım veya bir ileri oksidasyon prosesi gereklidir (Sena ve diğ., 2008). Ancak, bu çalışmalarda koagülasyon/flokülasyon ile arıtılmış atıksular bir biyolojik arıtıma tabi tutulmamış ve deşarj standartları açısından değerlendirilmemiştir.

Ardışık kesikli reaktörler, popüler biyolojik atıksu arıtma teknolojilerinden biridir. Ardışık kesikli reaktörlerde mikroorganizmalar daha uzun süre zarfında sistemde tutulabildiğinden endüstriyel atıksuların arıtılmasında ideal bir yöntemdir. Bunun yanında; işletme kolaylığı, az yer gerektirmesi, şok yüklere karşı toleranslı olma ve yeni proses kontrol teknolojilerine adapte olma kabiliyeti gibi ilave avantajlara sahiptir (Fongsatitkul ve diğ., 2008).

Bu çalışmada, yüksek organik konsantrasyonuna sahip mezbaha atıksuları öncelikle basit olarak çökeltilmiş ve arıtılması için koagülasyon/flokülasyon ve ardışık kesikli reaktör yöntemi birleştirilmiştir. Bu çalışmanın amacı, koagülasyon/flokülasyon-ardışık kesikli reaktör yönteminin performansını ve mevcut deşarj standardını sağlayıp sağlamadığını araştırmaktır. Bu amaçla, koagülasyon/flokülasyon yönteminde pH, koagülant (alüminyum sülfat) dozu, anyonik polielektrolit dozu için optimum değerler ve ardışık kesikli reaktörde ise hidrolik bekleme zamanının (HRT) etkisi tespit edilmiştir.

## 2. MATERYAL VE METOT

Mezbaha atıksuyu, büyükbaş ve küçükbaş hayvan kesiminin yapıldığı bir tesisten her yarım saatte bir olmak üzere, 2 saatlik kompozit numune halinde alınmıştır. Deneysel çalışma için kullanılan mezbaha atıksuyunun ham ve 2 saatlik çökeltmeden sonraki kirlilik karakteristikleri Standart Metotlara (APHA, 1998) göre saptanmış ve elde edilen değerler Tablo I'de sunulmuştur.

**Tablo I. Mezbaha atıksuyunun ortalama karakteristiği**

Parametre	Birim	Ham atıksu	2 saat çökeltme sonrası atıksu
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/l	12150	8320
Askıda katı madde (AKM)	mg/l	2300	700
Yağ ve Gres	mg/l	90	90
pH	-	7.2	7.1

Koagülasyon/flokülasyon deneyleri, klasik jar cihazıyla yapılmıştır. Deneysel çalışmada, koagülant olarak alüminyum sülfat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.18.H<sub>2</sub>O) ve flokülant olarak anyonik polielektrolit kullanılmıştır. Koagülasyon/flokülasyon deneylerinde, çökeltilmiş mezbaha atıksuyu numuneleri 5 dakika boyunca 100 rpm hızda hızlı karıştırıldıktan sonra 20 dakika boyunca 50 rpm hızda yavaş karıştırılmış ve 1 saat numunenin çökmesi için beklenmiştir. Koagülasyon/flokülasyon prosesini optimize etmek için jar testi, pH değeri 4-8 aralığında, koagülant dozajı 200-800 mg/l aralığında ve polielektrolit dozajı 10-40 mg/l aralığındaki seçilen değerlerle yürütülmüştür. Deneysel işlemlerin 1. aşamasında, 600

mg/l koagülant ve 20 mg/l polielektrolit dozajı kullanılarak, optimum pH değerini bulmak amacıyla pH değeri 4, 5, 6, 7 ve 8'e ayarlanmıştır. 2. aşamada, 1. aşamada belirlenen optimum pH değeri ve 20 mg/l polielektrolit dozajı kullanılarak optimum koagülant dozajını belirlemek amacıyla 200, 400, 600 ve 800 mg/l koagülant dozları kullanılmıştır. 3. aşamada ise, 1. ve 2. aşamada belirlenen optimum pH değeri ve koagülant (alüminyum sülfat) dozu kullanılarak, optimum polielektrolit dozajını belirlemek amacıyla 10, 20, 30 ve 40 mg/l polielektrolit dozları kullanılmıştır.

Biyojik arıtma deneylerinde kullanılan AKR'nin çalışma hacmi 5 l'dir. AKR'de her bir devir 24 saat olup, günde 1 devir yapılmıştır. Her bir devir; 120 dakika doldurma, 1140 dakika reaksiyon (havalandırma), 90 dakika çökeltme, 15 dakika boşaltma ve 75 dakika dinlendirme fazlarından oluşmaktadır. Reaktör içerisinde atıksuyun havalandırılması hava pompası ve difüzör yardımı ile yapılmıştır. Reaktördeki MLSS konsantrasyonu  $3000 \pm 100$  mg/l'de tutulmuştur. Tüm çalışma boyunca reaktördeki çamur yaşı sabit tutulmuş olup, 10 günlük çamur yaşında çalıştırılmıştır. AKR'de üç farklı hidrolik bekleme zamanı (1, 2 ve 3 gün) denenmiş ve elde edilen sonuçlar deşarj standartları açısından değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada deşarj standartları olarak, Mezbağa ve Entegre Et Tesisleri için verilen standart değerler ile benzerlik gösteren ve AKM parametresi için de standart bir değer bulunduğu Hayvan Kesimi Yan Ürünleri İşleme ve benzeri tesisler için alıcı ortama deşarj standart değerleri kullanılmış olup (SKKY, 2004), bu değerler Tablo II'de verilmiştir.

**Tablo II. Hayvan Kesimi Yan Ürünleri İşleme ve benzeri tesisler için alıcı ortama deşarj standartları**

Parametre	Birim	Kompozit Numune 2 saatlik	Kompozit Numune 24 saatlik
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/l	200	160
Askıda katı madde (AKM)	mg/l	100	60
Yağ ve Gres	mg/l	30	20
pH	-	6-9	6-9

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Ön Çökeltme Prosesi

Ön çökeltme prosesi, kimyasal ilavesi gerektirmeyen doğal bir arıtma prosesidir (Amuda ve Alade, 2006). Bu çalışmada, koagülasyon/flokülasyon prosesinden önce ham mezbağa atıksuyu bir çökeltme tankında 2 saatlik bir çökeltmeye bırakılmıştır. Basit çökeltme sonrası, KOİ konsantrasyonu 12150 mg/l'den 8320 mg/l'ye ve AKM konsantrasyonu 2300 mg/l'den 700 mg/l'ye azalmıştır. KOİ ve AKM konsantrasyonlarında elde edilen bu azalmalar literatürde elde edilen değerlerle uyumludur (Satyanarayan ve diğ., 2005; Amuda ve Alade, 2006).

#### 3.2. Koagülasyon/Flokülasyon Prosesi

Koagülasyon/flokülasyon prosesine farklı pH değerlerinin (4, 5, 6, 7 ve 8) etkisini tespit etmek amacıyla yapılan deneysel çalışmada alüminyum sülfat dozu 600 mg/l ve polielektrolit dozu 20 mg/l seçilmiştir. Jar testi sonucu elde edilen KOİ, AKM ve yağ-gres giderme verimleri Tablo III'de verilmiştir. Deneysel çalışma sonucunda, optimum pH'nin 6 olduğu bulunmuştur. Bu optimum pH değerinde KOİ, AKM ve yağ-gres giderme verimleri sırasıyla %87, %95 ve %90 olarak bulunmuştur.

**Tablo III. Alüminyum sülfat (600 mg/l) ve polielektrolit (20 mg/l) kullanılan koagülasyon/flokülasyon prosesinde KOİ, AKM ve yağ-gres giderme verimine farklı pH değerlerinin etkisi**

	pH				
	4	5	6	7	8
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (%)	58	85	87	83	75
Askıda katı madde (AKM) (%)	90	92	95	96	96
Yağ ve Gres (%)	82	85	90	91	92

Koagülasyon/flokülasyon için yapılan deneysel çalışmanın ikinci aşamasında; birinci aşamada bulunan optimum pH değeri olan 6 ve 20 mg/l polielektrolit dozu kullanılarak optimum koagülant dozu araştırılmıştır. Bunun için, 200 mg/l, 400 mg/l, 600 mg/l ve 800 mg/l koagülant dozları kullanılarak jar testi yapılmış ve elde edilen sonuçlar Tablo IV’de verilmiştir. Belli değerlerin üzerinde ilave edilen koagülant dozu giderme veriminde önemli bir artış meydana getirmiyorsa bu değer optimum olarak kabul edilir (Amuda ve Alade, 2006). Bu deneysel çalışmada, optimum koagülant dozu 600 mg/l olarak bulunmuştur. Optimum koagülant dozunda, KOİ, AKM ve yağ-gres giderme verimleri sırasıyla %86, %94 ve %90 olarak bulunmuştur.

**Tablo IV. pH=6 ve polielektrolit (20 mg/l) kullanılan koagülasyon/flokülasyon prosesinde KOİ, AKM ve yağ-gres giderme verimine farklı koagülant dozlarının etkisi**

	Koagülant Dozu, mg/l			
	200	400	600	800
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (%)	60	75	86	88
Askıda katı madde (AKM) (%)	85	90	94	95
Yağ ve Gres (%)	75	82	90	92

Deneysel çalışmanın üçüncü aşamasında, önceki aşamalarda bulunan pH değeri 6 ve koagülant dozu 600 mg/l kullanılarak optimum polielektrolit dozu araştırılmıştır. 10, 20, 30 ve 40 mg/l polielektrolit dozları kullanılmıştır. Tablo V’de optimum polielektrolit dozunun 20 mg/l olduğu görülmektedir. Belirlenen optimum dozlar sonucunda, KOİ, AKM ve yağ-gres giderme verimleri sırasıyla %86, %95 ve %90 olarak bulunmuştur.

**Tablo V. pH=6 ve Alüminyum sülfat (600 mg/l) kullanılan koagülasyon/flokülasyon prosesinde KOİ, AKM ve yağ-gres giderme verimine farklı polielektrolit dozlarının etkisi**

	Polielektrolit Dozu, mg/l			
	10	20	30	40
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) (%)	84	86	86	87
Askıda katı madde (AKM) (%)	93	95	96	96
Yağ ve Gres (%)	89	90	90	90

Koagülasyon/flokülasyon prosesi giriş ve çıkışındaki atıksu konsantrasyon değerleri Tablo VI’da verilmiştir. pH, AKM ve yağ-gres konsantrasyonlarının alıcı ortam deşarj standartlarını sağladığı görülmektedir. KOİ konsantrasyonu ise, deşarj standartlarının üzerindedir.

**Tablo VI. Koagülasyon/flokülasyon prosesi giriş ve çıkışındaki atıksu konsantrasyonu değerleri**

Parametre	Birim	Giriş	Çıkış
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/l	8320	1165
Askıda katı madde (AKM)	mg/l	700	35
Yağ ve Gres	mg/l	90	9
pH	-	7.1	6.0

### 3.3. Ardışık Kesikli Reaktör

Ardışık kesikli reaktör 1, 2 ve 3 günlük hidrolik bekleme zamanlarında işletilmiştir. Ardışık kesikli reaktörün giriş ve çıkışındaki KOİ, AKM, yağ-gres ve pH konsantrasyonu değerleri Tablo VII’de verilmiştir.

**Tablo VII. Ardışık kesikli reaktörün giriş ve çıkışındaki KOİ konsantrasyonu değerleri**

Parametre	Birim	Giriş	Çıkış		
			Hidrolik Bekleme Zamanı		
			1 gün	2 gün	3gün
Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	mg/l	1165	150	120	80
Askıda katı madde (AKM)	mg/l	35	4	3	2
Yağ ve Gres	mg/l	9	2	t.e.	t.e.
pH	-	6.0	6.8-7.2	7.0-7.4	6.9-7.3

t.e.= Tayin edilemedi

Hidrolik bekleme zamanının artmasıyla veya organik yükün azalmasıyla KOİ giderme verimi artmıştır. 1 günlük hidrolik bekleme zamanı KOİ parametresi bakımından deşarj standartlarını sağlamaya yetmiştir. 1 günlük hidrolik bekleme süresinde ardışık kesikli reaktöre gelen organik yük 0.42 g KOİ/g-UAKM.gün olup, bu şartlarda çıkış KOİ konsantrasyonu 150 mg/l olarak bulunmuştur. Kabdaşlı ve diğ. (2003), magnezyum amonyum fosfat çöktürmesine tabi tuttıkları mezbaha atıksuyunu 0.23 ve 0.26 g KOİ/g-UAKM.gün organik yükleme ve 2 günlük hidrolik bekleme süresi ile çalıştırdıkları aktif çamur sistemine beslemişler ve sırasıyla çıkış KOİ konsantrasyonunu 140 ve 150 mg/l olarak bulmuşlardır. 1, 2 ve 3 günlük HRT'da AKM giderme verimi sırasıyla %89, %92 ve %95'dir. 1 günlük HRT'da yağ-gres giderme verimi %78 olup, 2 ve 3 günlük HRT'da yağ-gres ölçümünden sonuç alınamamış ve bundan dolayı yağ-gres giderme verimi tayin edilememiştir. Ayrıca, çıkış pH değerleri 6.8-7.4 aralığında değişmiş olup, deşarj standardı aralığında kalmıştır.

Çamur kabarması, atıksu arıtımı için kullanılan aktif çamur proseslerde en yaygın görülen problemlerden biridir. Çamur kabarması, yüksek çamur hacim indeksi (SVI) ile karakterize edilmektedir. Eğer, SVI değeri 150 ml/g değerinden yüksekse büyük olasılıkla filamentli kabarma meydana gelmektedir (Metcalf and Eddy, 2003). Bu çalışmada, SVI değeri 100 ml/g değerini aşmamıştır ve çamur kabarması ile ilgili herhangi bir problem gözlenmemiştir.

#### 4. SONUÇLAR

Yüksek organik kirliliğe sahip mezbaha atıksuyu öncelikle basit olarak çökeltilmiş ve daha sonra arıtılması için koagülasyon/flokülasyon ve AKR yöntemi birleştirilmiştir. Basit çökeltme ile %32 KOİ ve %70 AKM giderme verimi elde edilmiştir. Koagülasyon/flokülasyon prosesinde optimum değerler pH değeri için 6, koagülant (alüminyum sülfat) dozu için 600 mg/l ve anyonik polielektrolit için 20 mg/l olarak bulunmuştur. Koagülasyon/flokülasyon prosesinde, %86 KOİ, %95 AKM ve %90 yağ-gres giderimi elde edilmiştir. Koagülasyon/flokülasyon prosesinin sonucunda AKM ve yağ-gres parametreleri bakımından deşarj standartları sağlanmıştır. Koagülasyon/flokülasyon prosesinin çıkışına uygulanan AKR'de biyolojik arıtım sonrasında ise KOİ parametresi açısından da deşarj standardı sağlanmıştır. AKR'de 1 günlük hidrolik bekleme zamanının KOİ parametresi bakımından deşarj standartlarını sağlamaya yettiği bulunmuştur. Bu çalışmanın neticesinde, koagülasyon/flokülasyon-AKR yönteminin kuvvetli karakteristiğe sahip mezbaha atıksularının arıtımında etkili olduğu ve deşarj standartlarını sağladığı bulunmuştur.

#### 5. KAYNAKLAR

1. Aguilar, M.I., Saez, J., Llorens, M., Soler, A. and Ortuno, J.F. (2002) Nutrient removal and sludge production in the coagulation-flocculation process, *Water Research*, 36, 2910-2919.
2. Aguilar, M.I., Saez, J., Llorens, M., Soler, A., Ortuno, J.F., Meseguer, V. and Fuentes, A. (2005) Improvement of coagulation-flocculation process using anionic polyacrylamide as coagulant aid, *Chemosphere*, 58, 47-56.
3. Al-Mutairi, N.Z., Hamoda, M.F. and Al-Ghusain, I. (2004) Coagulant selection and sludge conditioning in a slaughterhouse wastewater treatment plant, *Bioresource Technology*, 95, 115-119.
4. Amuda, O.S. and Alade, A. (2006) Coagulation/flocculation process in the treatment of abattoir wastewater, *Desalination*, 196, 22-31.
5. APHA, AWWA, WCPF. (1998) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20<sup>th</sup> Edition, American Public Health Association, Washington, D.C.
6. Fongsatitkul, P., Wareham, D.G. and Elefsiniotis, P. (2008) Treatment of four industrial wastewaters by sequencing batch reactors: evaluation of COD, TKN and TP removal, *Environmental Technology*, 29(11), 1257-1264.
7. Kabdaşlı, I., Özcan, P. and Tünay, O. (2003) Mezabaha endüstrisi atıksularında magnezyum amonyum fosfat çöktürmesi ile azot giderimi, *Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi*, 13 (2), 13-18.
8. Manjunath, N.T., Mehrotra Indu and Mathur, R.P. (2000) Treatment of wastewater from slaughterhouse by DAF-UASB system, *Water Research*, 34 (6), 1930-1936.

9. Masse, D.I. and Masse, L. (2000) Characterization of wastewater from hog slaughterhouses in Eastern Canada and evaluation of their in-plant wastewater treatment systems, *Canadian Agricultural Engineering*, 42 (3), 139-146.
10. Metcalf and Eddy (2003) *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, McGraw-Hill, New York.
11. Nunez, L.A., Fuente, E., Martinez, B. and Garcia, P.A. (1999) Slaughterhouse wastewater treatment using ferric and aluminum salts and organic polyelectrolytes, *Journal of Environmental Science and Health*, 34 (3), 721-736.
12. Ruiz, I., Veiga, M.C. and de Santiago, P. and Blazquez, R. (1997) Treatment of slaughterhouse wastewater in a UASB and an anaerobic filter, *Bioresource Technology*, 60, 251-258.
13. Satyanarayan, S., Ramakant and Vanerkar, A.P. (2005) Conventional approach for abattoir wastewater treatment, *Environmental Technology*, 26, 441-447.
14. Sena, R.F. de, Moreira, R.F.P.M. and Jose, H.J. (2008) Comparison of coagulants and coagulation aids for treatment of meat processing wastewater by column flotation, *Bioresource Technology*, 99, 8821-8225.
15. SKKY, (2004) Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği. 25687 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
16. Torkian, A., Eqbali, A. and Hashemian, S.J. (2003) The effect of organic loading rate on the performance of UASB reactor treating slaughterhouse effluent, *Resources, Conservation and Recycling*, 40, 1-11.

Makale 20.01.2009 tarihinde alınmış, 29.06.2009 tarihinde düzeltilmiş, 01.09.2009 tarihinde kabul edilmiştir. İletişim Yazarı: E. Gürtekin (egurtekin@firat.edu.tr).