



Karo endüstrisi atıksularının fizikokimyasal arıtılabilirliği

E.İşıl ARSLAN*, Sibel ASLAN*, Murat TOPAL**

*Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Elazığ

**Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Sivas

Anahtar Kelimeler

Karo
Arıtma
Atıksu
Pıhtılaştırma/Yumaklaştırma

ÖZET

Bu çalışmada Malatya'da bulunan bir karo endüstrisi atıksuyunun fizikokimyasal arıtılabilirliği farklı zamanlarda alınan iki numunede incelenmiştir. Bu amaçla, pıhtılaştırıcı olarak $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ve Agroflok 100 seçilmiş ve toplam katı madde (TKM) ve askıda katı madde (AKM) giderim verimleri incelenmiştir. Bu pıhtılaştırıcılar, 100, 200, 300 ve 400 ppm miktarlarında kullanılmış ve en uygun pıhtılaştırıcı miktarları belirlenmiştir. I. numunede en yüksek TKM ve AKM giderim verimleri, kullanılan tüm pıhtılaştırıcılar için 100 ppm miktarlarında elde edilmiştir. En yüksek TKM ve AKM giderim verimleri $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ile elde edilmiştir. II. numunede en yüksek TKM ve AKM giderim verimleri sırasıyla 400 ppm $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ve 400 ppm Agroflok 100 ile elde edilmiştir. 200 ppm $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ ve 200 ppm $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ile elde edilen AKM giderim verimleri, 400 ppm Agroflok 100 ile elde edilen verime yakın olmuştur.

Physicochemical treatability of tile industry wastewater

ABSTRACT

In this study, physicochemical treatability of wastewater of a tile industry located in Malatya was investigated in two samples taken at various times. For this aim, $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ and Agrofloc 100 were selected as coagulants and total solid matter (TS) and suspended solid matter (SS) removal efficiencies were investigated. These coagulants were used at dosages of 100, 200, 300 and 400 ppm and optimum coagulant dosages were determined. In sample I, highest removal efficiencies of TS and SS were achieved for 100 ppm dosages for all coagulants used. The highest TS and SS removal efficiencies were obtained by $FeCl_3 \cdot 6H_2O$. In sample II, the highest TS and SS removal efficiencies were achieved by 400 ppm $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ and 400 ppm Agrofloc 100, respectively. SS removal efficiencies achieved by 200 ppm $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ and 200 ppm $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ were similar to the efficiency achieved by 400 ppm Agrofloc 100.

* Sorumlu yazar (Corresponding author) e-posta : eiarslan@firat.edu.tr

Keywords
Tile,
Treatment
Wastewater,
Coagulation-Flocculation

1. GİRİŞ

Endüstriyel atıksuların özellikleri, endüstriden endüstriye oldukça farklılık göstermektedir. Aynı daldaki endüstrilerde bile, kullanılan hammaddeler ve uygulanan süreçlerin farklılığı, diğer birçok etmenlerle birlikte çıkan atıksuyun yapısında farklılıklar oluşturmaktadır. Endüstrinin yapısı ve alıcı ortamın planlanan kullanım amacına bağlı olarak atıksudaki bazı maddelerin deşarj edilmeden önce uzaklaştırılması gerekir [1].

Karo endüstrisi proses atıksuyu, temel olarak, parçaları dökme ve hazırlama sırasında kullanılan temizleme suyundan ve parlatmadan, boyama, yaş öğütme gibi çeşitli proses aktivitelerinden kaynaklanmaktadır. Genel olarak potansiyel kirlenmeler, yüksek miktarda kil ve çözünmeyen silikatlar gibi inorganik askıdaki katılar [2,3] ve iz haldeki organik maddeler [3] olup, küçük gözenekteki ve mikron altı boyuttaki partiküller, karo parlatma işlemi esnasında ortaya çıkmakta ve zemin drenajı yoluyla yerçekimiyle atıksuya taşınmaktadır [4].

Pıhtılaştırma-yumaklaştırma, askıdaki maddeleri stabilize etmek ve küçük partiküllerin daha büyük çökebilir yumaklar halinde toplanmasını sağlamak için $FeCl_3$ ve/veya polimer gibi bileşiklerin atıksuya eklendiği, su ve atıksu arıtımında yaygın olarak kullanılan bir prosesdir. Endüstriyel atıksuların arıtımı için bu prosesin denendiği çeşitli çalışmalar bildirilmiştir. Bu çalışmalarda; pıhtılaştırıcının-yumaklaştırıcının performans optimizasyonu, deneysel şartların tespiti, pH'nın değerlendirilmesi ve yumaklaştırıcının eklenmesinin araştırılması yapılmıştır [5, 6, 7].

Aluminyum ve demir bileşikleri su ve atıksu arıtımında kullanılan genel pıhtılaştırıcılardır. Metal pıhtılaştırıcılar birim ağırlık başına düşük maliyet avantajına sahiptirler. Dezavantajı ise büyük miktarlardaki çamur üretimidir. Çünkü oluşan çamurun uzaklaştırılması zor ve pahalıdır [8].

Polielektrolitler yüksek molekül ağırlıklı polimerlerdir. İçerdikleri adsorplanabilen gruplardan dolayı partiküller veya yüklü floklar arasında köprü oluştururlar. Üç tip polielektrolit vardır: katyonik

polielektrolitler, negatif kolloid veya floklar adsorplar; anyonik polielektrolitler, kolloid parçacıklarda anyonik gruplarla yer değiştirerek kolloid ve polimer arasında hidrojen bağına izin verir; iyonik olmayan polimerler ise katı yüzeyleri ile polimerdeki polar gruplar arasında hidrojen bağı ile parçacıkları adsorplayarak yumaklaşmalarını sağlar [1]. Polielektrolitler su ve atıksu arıtımında pıhtılaştırma yardımcısı olarak kullanılırlar. Ayrıca, aynı amaçla asıl pıhtılaştırıcı olarak da kullanılabilirler [7, 9, 10, 11]. Çoğu polielektrolit kimyasal pıhtılaştırıcılara göre avantajlara sahiptir. Çünkü, muameleleri daha güvenli olup kolaylıkla biyolojik olarak bozunabilirler [7, 9, 12].

Bu çalışmada, bir karo endüstrisi atıksuyunun fizikokimyasal arıtılabilirliği farklı pıhtılaştırıcılar kullanılarak incelenmiş, en uygun pıhtılaştırıcı tipi ve miktarı tespit edilerek söz konusu atıksuyun en ekonomik şekilde arıtımının araştırılması amaçlanmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

Bu çalışmada kullanılan atıksular, Malatya'daki bir karo endüstrisinden farklı zamanlarda (birbirini takip eden iki ay içinde) temin edilmiştir. Fizikokimyasal arıtılabilirlik jar testi ile araştırılmıştır. Pıhtılaştırıcı olarak $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ve Agroflok 100 (AGRON, İzmir) kullanılmıştır. Agroflok 100, anyonik bir poliakrilamittir. Uygulanan pıhtılaştırıcı miktarları; 100, 200, 300 ve 400 ppm olarak seçilmiştir. Jar testleri oda sıcaklığında ($25^\circ C$) gerçekleştirilmiştir. Jar testine tabi tutulacak atıksular öncelikle yarım saatlik kendi halinde çökmeye bırakılmıştır. Daha sonra Jar testine geçilmiştir. Hızlı ve yavaş karıştırma sırasıyla, 100 devir/dak.'da 2 dakika ve 40 devir/dak.'da 20 dakika olarak seçilmiştir. Çökme zamanı olarak 30 dakika uygulanmıştır. Durusular alınarak çeşitli parametreler açısından analizlenmiştir. pH ve elektriksel iletkenlik (EC) ölçümleri için sırasıyla, ORION model SA 720 pH metre ve JENWAY iletkenlik ölçer kullanılmıştır. Toplam katı madde (TKM), askıda katı madde (AKM), Toplam Kjeldahl Azotu (TKN) ve KOİ, Standart Metotlara [13] göre analizlenmiştir. Ortofosfat ve NH_4^+ ise Nova 60 spectroquant ile tespit edilmiştir.

3. BULGULAR

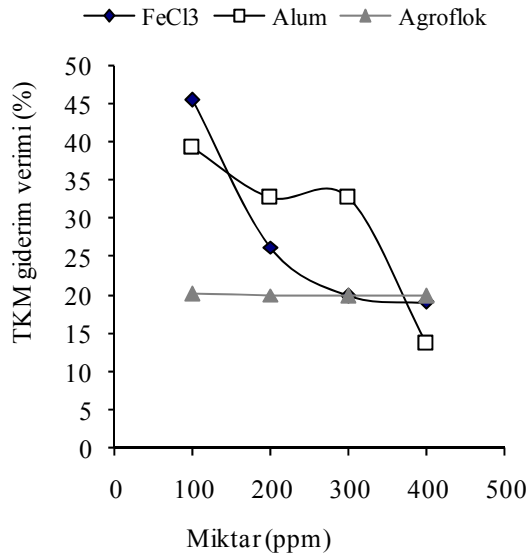
Temin edilen karo endüstrisi atıksularının özellikleri Tablo 1' de verilmiştir

Tablo 1. Atıksu özellikleri.

Parametreler	Numune	
	I	II
pH	12,30	12,70
EC, mS/cm	1,97	9,40
TKN, mg/L	1,96	0,84
TKM, mg/L	1040	2500
AKM, mg/L	260	633
KOI, mg/L	80	80
Ortofosfat, mg/L	1,70	0,80
NH ₄ ⁺ , mg/L	1,30	1,07

I. ve II. numunelerin pH değerlerinin birbirine yakın ve oldukça yüksek olduğu belirlenmiştir. EC değerlerinin birbirinden çok farklı olduğu; KOİ, TKN, ortofosfat ve NH₄⁺ derişimlerinin düşük olduğu tespit edilmiştir.

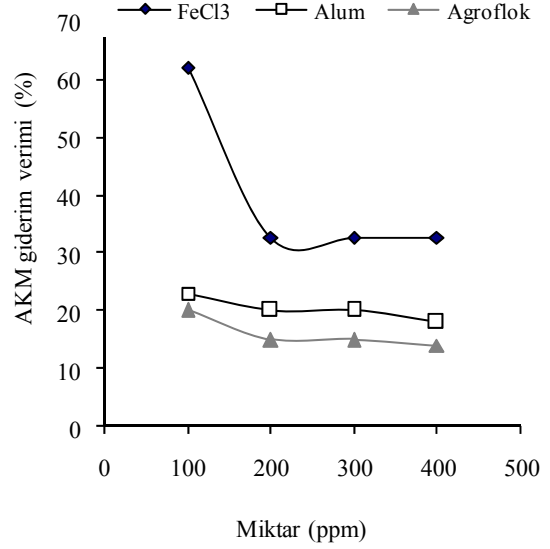
AKM yükünün ise yarım saatlik çöktürme uygulandığı için azaldığı görülmüştür. I. numune için kullanılan pıhtılaştırıcı miktarlarına karşı elde edilen TKM ve AKM giderim verimleri sırasıyla, Şekil 1 ve Şekil 2' de verilmiştir.



Şekil 1. I. numune için pıhtılaştırıcı miktarlarına karşı TKM giderim verimleri.

Bir pıhtılaştırıcının veya yumaklaştırıcının en uygun miktarı, bu miktarın üzerinde giderim verimi artışında herhangi bir belirgin farkın olmadığı değer olarak ifade edilmektedir [7, 11].

I. numuneden alınan sonuçlara göre TKM giderimi bakımından en uygun pıhtılaştırıcı miktarı, kullanılan tüm pıhtılaştırıcılar için 100 ppm olmuştur. Bununla beraber, TKM açısından en yüksek giderim veriminin FeCl₃ ile elde edildiği görülmektedir.



Şekil 2. I. numune için pıhtılaştırıcı miktarlarına karşı AKM giderim verimleri.

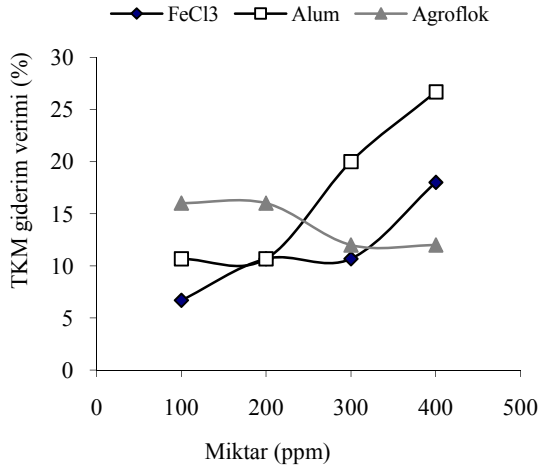
Atıksu TKM' si 100 ppm Alum ile yaklaşık %39, 100 ppm FeCl₃ ile yaklaşık %46, 100 ppm Agroflok 100 ile yaklaşık %20 giderilmiştir. Pıhtılaştırıcı miktarları arttıkça TKM giderim verimlerinin azaldığı görülmüştür (Şekil 1).

TKM için elde edilen en uygun pıhtılaştırıcı miktarlarında AKM giderim verimleri; en uygun Alum miktarında %23, en uygun FeCl₃ miktarında %62, en uygun Agroflok 100 miktarında ise %20 olmuştur (Şekil 2). En uygun pıhtılaştırıcı miktarlarında AKM açısından da en yüksek giderim veriminin FeCl₃ ile elde edildiği görülmektedir.

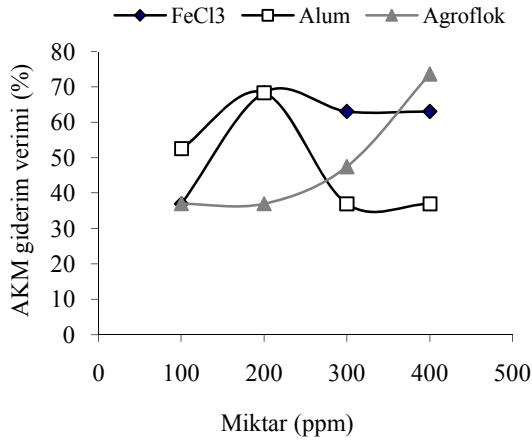
I. numunedeki, AKM giderimi bakımından ise, tıpkı TKM açısından olduğu gibi, en uygun pıhtılaştırıcı miktarı, kullanılan tüm pıhtılaştırıcılar için 100 ppm olmuş ve AKM açısından en yüksek giderim verimi FeCl₃ ile elde edilmiştir. Ayrıca, miktar arttıkça AKM giderim verimlerinin azaldığı görülmüştür (Şekil 2).

II. numune için kullanılan pıhtılaştırıcı miktarlarına karşı elde edilen TKM ve AKM giderim verimleri sırasıyla, Şekil 3 ve Şekil 4' de verilmiştir.

Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(1): 50-56 (2010)



Şekil 3. II. numune için pıhtılaştırıcı miktarlarına karşı TKM giderim verimleri.



Şekil 4. II. numune için pıhtılaştırıcı miktarlarına karşı AKM giderim verimleri.

II. numuneden alınan sonuçlara göre TKM giderimi bakımından en uygun pıhtılaştırıcı miktarı Alum ve FeCl₃ için 400 ppm, Agroflokok 100 için ise 100 ppm (100 ve 200 ppm için aynı verim tespit edilmiştir) olmuştur (Şekil 3). Atıksu TKM'si 400 ppm Alum ile yaklaşık %27, 400 ppm FeCl₃ ile yaklaşık %18 ve 100 ppm Agroflokok 100 ile yaklaşık %16 giderilmiştir. Alum ile FeCl₃ mukayese edildiği zaman, aynı miktarda Alum ile daha yüksek TKM giderim veriminin elde edildiği görülmektedir. Ayrıca 400 ppm FeCl₃ ve 100 ppm Agroflokok 100 ile birbirine yakın TKM giderim verimleri elde edilmiştir. TKM için elde edilen en uygun pıhtılaştırıcı miktarlarında belirlenen AKM giderim verimleri; en uygun Alum miktarında %37, en uygun FeCl₃ miktarında %63 ve en uygun Agroflokok 100 miktarında ise %37 olmuştur.

En uygun pıhtılaştırıcı miktarlarında AKM giderim verimlerinin Alum ve Agroflokok 100 için aynı olduğu, FeCl₃ için ise diğer pıhtılaştırıcılarınkinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4).

II. numunede, AKM giderimi bakımından ise, en uygun pıhtılaştırıcı miktarı, Alum ve FeCl₃ için 200 ppm (%68), Agroflokok 100 için ise 400 ppm (%74) olmuştur. Görüldüğü gibi ancak 400 ppm Agroflokok 100 kullanıldığı zaman elde edilen giderim verimi, 200 ppm miktarlarında kullanılan metal pıhtılaştırıcılarla elde edilen verime yakın olmuştur. TKM giderim verimleri, en uygun pıhtılaştırıcı miktarlarında birbirine yakın olmuştur. En uygun Alum ve FeCl₃ miktarında yaklaşık %11, en uygun Agroflokok 100 miktarında ise %12 olmuştur (Şekil 4).

Pıhtılaştırma-yumaklaştırma sonrası pH ve EC değerleri Tablo 2' de verilmiştir.

Tablo 2. Pıhtılaştırma-yumaklaştırma sonrası karo kesme endüstrisi atıksuyunda pH ve EC değerleri.

Pıhtılaştırıcı	Numune			
	I		II	
	pH	EC (mS/cm)	pH	EC (mS/cm)
FeCl₃				
100ppm	11,62	0,66	12,60	7,52
200ppm	11,52	0,83	12,57	7,19
300ppm	9,78	0,89	12,57	7,04
400ppm	9,03	0,99	12,56	6,09
Alum				
100ppm	11,5	0,95	12,64	7,14
200ppm	11,3	0,88	12,62	6,38
300ppm	9,31	0,83	12,57	6,24
400ppm	8,8	0,8	12,55	5,1
Agroflokok 100				
100ppm	12,22	1,49	12,67	7,49
200ppm	12,22	1,53	12,65	8,2
300ppm	12,22	1,53	12,65	8,52
400ppm	12,22	1,62	12,63	8,68

I. numunede pH değerlerinin kullanılan metal pıhtılaştırıcılar ve Agroflokok 100 açısından farklı durum izledikleri görülmüştür. Alum ve FeCl₃ pıhtılaştırıcıları kullanıldığında pıhtılaştırma miktarı artışıyla pH değerlerinin azaldığı, Agroflokok 100

kullanıldığında ise aynı kaldığı tespit edilmiştir. I. numunede EC değerleri $FeCl_3$ ve Agroflok 100 pıhtılaştırıcıları kullanıldığında miktarla birlikte artmış, alum kullanıldığında miktarla birlikte azalmıştır. II. numunede pH değerlerinin tüm pıhtılaştırıcılarda miktar artışıyla azaldığı, EC değerinin ise metal pıhtılaştırıcılarda miktar artışıyla azaldığı, Agroflok 100 kullanıldığında ise arttığı tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

pH değerlerinin, Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği (SKKY)'nde maden sanayi (Çimento, Taş Kırma, Karo, Plaka İmalatı, Mermer İşleme, Toprak Sanayi vb.) atıksularının alıcı ortama deşarj standartlarında verilen değerleri (6-9) aştığı görülmüştür. Ayrıca, numunelerin SKKY'nde atıksuların atıksu altyapı tesislerine deşarjında öngörülen standartlarında verilen pH değerlerini de (6,5-10) aştığı tespit edilmiştir [14]. Türkiye ve dünyada endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarjı için istenen pH değerleri 4,5-10 arasındadır. Uygun olmayan pH değerleri, kanalizasyonda ve arıtma tesisi ünitelerinde korozyon yapmakta ve biyolojik arıtma ünitelerini olumsuz yönde etkilemektedir. Alkali atıklar (pH >10) alüminyum içeren çimentoya fazlaca etki eder ve evsel atıksudaki bikarbonat ile tepkimeye girerek kanallarda karbonat tabakası oluşmasına sebep olabilir [15].

Numunelerin AKM derişimlerinin SKKY'nde maden sanayi (Çimento, Taş Kırma, Karo, Plaka İmalatı, Mermer İşleme, Toprak Sanayi vb.) atıksularının alıcı ortama deşarj standartlarında verilen sınırı (100 mg/L) aştığı görülmüştür. Ayrıca, II. numunenin, SKKY'nde atıksuların atıksu altyapı tesislerine deşarjında öngörülen standartlarında verilen AKM değerini (500 mg/L) aştığı tespit edilmiştir [14]. Türkiye ve dünyada endüstriyel atıksuların kanalizasyona deşarjı için istenen AKM değerleri 200-1000 mg/L arasındadır. Endüstriyel atıksudaki yüksek AKM derişimi, evsel atıksuya kıyasla aşırı bir katı madde kirlilik yükü getirmekte, kanallarda çökelmelere ve birikimlere neden olmaktadır [15].

Bu çalışmada olduğu gibi, kullanılan pıhtılaştırıcıların belli miktardan sonra AKM miktarının arttığını bildiren içecek endüstrisi atıksularının fizikokimyasal arıtımının yapıldığı çalışmalarda Amuda ve Amoo (2007), bu durumu, aşırı pıhtılaştırıcı miktarında katıların tekrar askıda hale geçmesine bağlamış ve yüksek derişimde (>400 mg/L) $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ kullanımının partikül yüzeyinde pozitif yükler sağladığını (pozitif bir zeta potansiyeli), böylece partiküllerin yeniden dağıldığını bildirmişlerdir [7].

Anyonik bir poliakrilamid olan Agroflok 100 miktarının artışı, II. numunede, TKM giderim veriminde azalmaya sebep olurken AKM giderim veriminde ise artışa sebep olmuştur. Anyonik ve iyonik olmayan polielektrolitler, yüksek moleküler ağırlıkları nedeniyle mekanik bağlanmayla büyümeyi teşvik ettiklerinden iyi çalışırlar. Ancak, aşırı miktarlar yumaklaştırmayı engelleyebilmektedir [8].

Deneyler sonucunda, TKM giderimi açısından, I. numunede $FeCl_3$ pıhtılaştırıcının diğer pıhtılaştırıcılara göre daha iyi verim sağladığı, II. numunede ise alumun diğer pıhtılaştırıcılara göre daha iyi verim sağladığı tespit edilmiştir. I. numunede II. numuneden daha yüksek verimler elde edilmiştir. AKM giderim verimi açısından ise I. numunede $FeCl_3$ pıhtılaştırıcısının diğerlerinden daha yüksek verim (%62) sağladığı, II. numunede ise 400 ppm Agroflok 100 ile en yüksek verim (%74) elde edildiği görülmüştür. 200 ppm alum ve $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ ile de 400 ppm Agroflok 100 ile elde edilene yakın verim (%68) tespit edilmiştir. Literatürde karo endüstrisi atıksularının fizikokimyasal arıtımı ile ilgili tek bir çalışmaya tarafımızca rastlanmamıştır. Nilsalab ve Gheewala (2007), karo endüstrisi atıksuyundan bulanıklılığı gidermede pıhtılaştırma-yumaklaştırma prosesinin verimini araştırmışlardır. Ham atıksuyun AKM içeriğinin 5.291-18.788 mg/L arasında; pH değerinin ise 6,0-8,5 arasında olduğunu, bulanıklılığı gidermede en uygun alum miktarının 200-400 mg/L olduğunu ve polimer miktarının ise 0,42-1,4 mg/L olduğunu bildirmişlerdir [16]. Kullandıkları ham atıksuyun pH değeri ise bizim kullandığımız atıksularınkinden çok düşük, AKM değeri ise yüksektir. Bildiğimiz kadarıyla karo endüstrisine yakın endüstrilerin atıksularının fizikokimyasal arıtımına yakın arıtımların yapıldığı iki çalışma mevcuttur. Bunlardan Chong ve diğ. (2009), adsorpsiyon-yumaklaştırma mekanizmasıyla seramik endüstrisi atıksuyundan boron giderimini çalışmışlardır [17]. Ham atıksuyun AKM içeriğinin 2000 mg/L; KOİ değerinin 46 mg/L; pH değerinin ise 6,0 olduğunu, tasfiyeden sonra AKM içeriğinin 5 mg/L; KOİ değerinin 22 mg/L; pH değerinin ise 9,0 olduğunu bildirmişlerdir. Ham atıksuyun bahsedilen parametreler açısından özelliklerinin çalışmamızda kullandığımız karo endüstrisi atıksuyunun özelliklerinden farklı olduğu görülmektedir. Ayoub vd. (2000) ise, genel olarak inorganik karakterli ancak organik yüke de sahip olan bazı endüstrilerin fizikokimyasal arıtımı çalışmasını yapmışlardır. Ayoub vd. (2000); seramik, mermer döşeme ve hazır beton endüstrilerinin atıksularını incelemişlerdir. Bahsedilen atıksuların pH değerleri sırasıyla 7,89; 7,39 ve 12,02; KOİ değerleri 2.160; 4.800 ve 1.320 mg/L; EC değerleri 890; 570 ve 4.950 μ hos/cm; AKM değerleri ise 22.812; 14.710 ve 226 mg/L

Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(1): 50-56 (2010)

olarak bildirilmiştir. Seramik ve mermer atıksuları için yarım saatlik çökelme sonundaki AKM değerleri ise 320 ve 245 mg/L olarak bildirilmiştir [18]. pH değerleri açısından çalışmamızda kullandığımız karo atıksuyunun, beton atıksuyunun değeriyle yakınlık gösterdiği görülmektedir. Çalışmamızda kullandığımız atıksuyun KOİ değerinin Ayoub vd. (2000)'in çalışmasında farklı endüstrilerin atıksuları için bildirilen değerlerden çok daha düşük olduğu görülmektedir. Bahsedilen çalışmada, bizim çalışmamızda da olduğu gibi, atıksular yarım saatlik çökelmeye bırakıldığında AKM değerleri düşmüş ve bizim elde ettiğimiz AKM değerlerine yakın değerler bildirilmiştir. Ayoub vd. (2000); bahsedilen atıksuların arıtımında ise deniz suyunun güneş ışığıyla buharlaştırılmasından elde edilmiş ve magnezyumu zenginleştirilmiş kalıntının (liquid bittern) etkinliğini araştırmışlardır [18]. Bu atıksuların pH değerlerini sönmüş kireçle 11.4±0.1 olarak ayarlamış ve sözü edilen kalıntının seri miktarlarını ekleyerek bazı parametreler üzerine prosesin etkisini jar testi uygulayarak tespit etmişlerdir. Belirgin AKM giderimleri 50 ve 100 mg/L'lik 2 farklı Mg²⁺ konsantrasyonunda bildirilmiştir. Bu endüstri atıksularının 50 mg/L'de belirgin giderimler sergilediği ve en yüksek azalmaların ise 100-150 mg/L arasında olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda ise en uygun pıhtılaştırıcı miktarlarının değiştiği ve belli değerde sabit kalmadığı, ancak 100 ppm miktarında kullanılan pıhtılaştırıcılarla genel olarak giderimler olduğu tespit edilmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın laboratuvar analizlerinde yardımları olan Gökşad GÖÇERİ, Bahadır BAYRAKÇI ve Serhat YILMAZ'a bu yardımlarından dolayı teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Öztürk, İ., Timur, H., Koşkan, U. 2005. Atıksu Arıtımının Esasları, Eysel, Endüstriyel Atıksu Arıtımı ve Arıtma Çamurlarının Kontrolü. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, İstanbul.
- Kotaiah, B., Ramana Reddy, I.V., Scredhar Reddy, S. 2004. Industrial Pollution and Management (ed. Arvind Kumar) Ceramic Tile Industrial Waste Treatment Plant-Residue Usage in the Production Process, 184-186, APH Publishing Corporation, India, 375p.
- IFC. 2007. International Finance Corporation, World Bank Group, Environmental, Health, and Safety Guidelines for Ceramic Tile and Sanitary Ware Manufacturing,

- [http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_CeramicTile/\\$FILE/Final++Ceramic+Tile+and+Sanitary+Ware.pdf](http://www.ifc.org/ifcext/enviro.nsf/AttachmentsByTitle/gui_EHSGuidelines2007_CeramicTile/$FILE/Final++Ceramic+Tile+and+Sanitary+Ware.pdf)
- Dingilian, E.O., Yau, T.S., Yau, S.T. 2002. Leading Ceramic Tile Factory Overcomes Water Shortages by Treating and Recycling Process Wasterwater Using Chitosan, http://www.uchitotech.com/White_Papers/ceramic_tile.htm
 - Abdel-Shafy, H.I., Abdel-Basir, S.E. 1991. Chemical Treatment of Industrial Wastewater. Environ. Manage. Health, 2, 19–23.
 - Tatsi, A.A., Zouboulis, A.I., Matis, K.A., Samara, P. 2003. Coagulation–Flocculation Pre-Treatment of Sanitary Landfill Leachates. Chemosphere, 53, 737–744.
 - Amuda, O.S., Amoo, I.A. 2007. Coagulation/Flocculation Process and Sludge Conditioning in Beverage Industrial Wastewater Treatment. Journal of Hazardous Materials, 141, 778-783.
 - Ravina, L. 1993. Everything You Want to Know About Coagulation & Flocculation. Fourth edition, Zeta-Meter Inc., Staunton, VA,USA.
 - Sievers, D.M., Jenner, M.W., Hanna, M. 1994. Treatment of Dilute Manure Wastewater by Chemical Coagulation. Trans. ASAE, 37, 597–601.
 - Amuda, O.S., Amoo, I.A., Ajayi, O.O. 2006. Performance Optimization of Coagulant/Flocculant in the Treatment of Wastewater from a Beverage Industry. J. Hazard. Mater., B129, 69–72.
 - Amuda, O.S., Alade, A.O. 2006. Coagulation/flocculation Process in the Treatment of Abattoir Wastewater. Desalination, 196, 22-31.
 - Zhu, K., Gamal El-Din, M., Moawad, A.K., Bromley, D. 2004. Physical and Chemical Processes for Removing Suspended Solids and Phosphorus from Liquid Swine Manure. Environ. Technol., 25,1177–1187.
 - APHA., AWWA., WPCF. 1989. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 17th ed. Washington DC, American Public Health Association.
 - SKKY. 2004. Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği, Yayımlandığı Resmi Gazete: Tarih 31 Aralık Cuma 2004 Sayı :25687
 - Şengül, F. 1991. Endüstriyel Atıksuların Özellikleri ve Arıtılması. D.E.Ü. Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Yayınları No. 172, İzmir.
 - Nilsalab, P., Gheewala, S.H. 2007. Improving the Efficiency of the Water System in Ceramic Tile Manufacturing. Energy, Environment and Materials Conference (National Conference), 31 August 2007.

Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 26(1): 50-56 (2010)

17. Chong, M.F., Lee, K.P., Chieng, H.J., Syazwani Binti Ramli, I.I. 2009. Removal of boron from ceramic industry wastewater by adsorption–flocculation mechanism using palm oil mill boiler (POMB) bottom ash and polymer. Water Research, In Press.
18. Ayoub G.M, Merhebi F., Acra, A., El-Fadel, M., Koopman, B. 2000. Seawater Bittern for the Treatment of Alkalized Industrial Effluents. Water Resource, 34, 640-656.