

Tekstil Atık Külü ile Tekstil Atıksuyundan Renk Giderimi

Yağmur UYSAL^{1*}, Fatma Nur KERECİ²

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Çevre Mühendisliği Bölümü,
Kahramanmaraş, 46100, Türkiye

²Billur Çevre Ölçüm Analiz Laboratuvar Müş. Müh. Dan. Hiz. A.Ş.,
Kahramanmaraş, Türkiye

ÖZET: Tekstil atıksuları toksik ve kompleks boya bileşiklerini içeren genellikle renkli atıksulardır. Uçucu küller çevre açısından önemli riskler doğurabilen endüstriyel bir katı atıktır. Genellikle endüstrilerde kömür gibi fosil yakıtların ve evsel atıkların vb. yakılması sonucunda yüksek miktarlarda açığa çıkmaktadır. Uçucu küller adsorbent olarak kullanılma potansiyeli olan ve bu şekilde çeşitli çalışmalarda adsorbent özelliklerinin denendiği atıklardır. Tekstil atıksularından renk giderimi, atıksuların deşarj edildiği alıcı su ortamlarındaki ekolojik yaşamın sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla, artıma tesislerinde renk giderimine yönelik biyolojik ve kimyasal arıtma yöntemleri denense de, bunların büyük kısmı başarılı sonuçlar vermemekte veya oldukça maliyetli olmaktadır. Bu çalışmada, Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren bir tekstil fabrikasından alınan renkli atıksudan adsorpsiyonla renk gideriminde, yine fabrikanın kendi atık külü adsorbent madde olarak kullanılmış ve adsorpsiyon prosesi için optimum koşullar araştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Adsorpsiyon, Atıksu, Kül, Renk giderimi*

Color Removal from Textile Wastewater by Using Textile Fly Ash

ABSTRACT: Textile effluents are highly toxic as they contain a large number of complex dyes. Fly ash as an industrial solid waste from the burning of fossil fuel, municipal waste, coal, etc, and it can pose great risks to the environment. On the other hand, fly ash is a major pollutant generated in coal-based thermal power plants and has potentiality for use as an adsorbent. Color removal from textile effluents have become important issue to conserve receiving aquatic environments. Generally, removal of color is carried out by using biological and chemical methods. These methods are often inadequate to remove color from effluents efficiently and, some of them can be very costly. For this reason, there is a need for alternative treatment methods that are efficient and economical in removing of color from large volumes of effluents. This paper reports on the characterization and adsorption properties of a fly ash in order to remove color from real textile wastewater. Adsorption studies were made for treating of color from real textile wastewater by using fly ash. Effects of pH, adsorbent quantity, contact time, and temperature have been investigated experimentally.

Keywords: *Adsorption, Color, Decolorization, Fly ash, Wastewater*

1.GİRİŞ

Uçucu küller çevre açısından önemli riskler doğurabilen endüstriyel bir katı atıktır. Genellikle endüstrilerde kömür gibi fosil yakıtların ve evsel atıkların vb. yakılması sonucunda yüksek miktarlarda açığa çıkmaktadır. Etkili ve sürdürülebilir bir bertaraf yöntemi olmadığı için endüstriler için uzaklaştırılması sorun olan atıkların başında gelerek önemli bir problem doğurmaktadır. Mevcut teknolojilere rağmen uçucu küllerin sadece çok az bir yüzdesi ticari olarak değerlendirilmekte, geri kalan kısmı arazide veya çeşitli atık depolama havuzlarında depolanmaktadır [1,2]. Uçucu küller

çapları 1-150 µm arasında değişen küresel boyuttaki çok ince tozlardır [3]. Yakma proseslerinden açığa çıkan küllerin etkili kullanımı, bu küllerin çevreye zarar vermeden bertarafının yapılmasının zorluğundan dolayı dünya çapında tesisler bazında önemli bir problem oluşturmaktadır. Ancak uçucu küller ile yapılan çeşitli çalışmalar, bu küllerin renk giderimi için çok iyi bir adsorbent olduğunu ortaya koymuştur [4].

Tekstil endüstrisinde 10 000'den fazla boya kullanılmakta ve bunların dünya çapında 280 000 t'dan fazlası yıllık olarak deşarj edilmektedir [5]. Yüksek derişimlerde sentetik boylarla birlikte atıksuda tekstil bitim işlemlerinde açığa çıkan birçok

*Sorumlu Yazar: Yağmur UYSAL, yuysal@ksu.edu.tr

kirletici de bulunmakta, dolayısıyla oldukça kompleks karakterdeki bu atıksuların arıtımında kullanılacak proses sadece renk giderimi yeterli kalmayıp, boyama ve durulama banyolarında mevcut olan diğer kirleticilerin de (ağır metaller, sürfaktanlar, pH ayarlayıcılar, beyazlatıcı ajanlar gibi) uzaklaştırılmasında yeterli verimi sağlamalıdır [6].

Adsorpsiyon prosesi renk gideriminde oldukça yaygın olarak kullanılan bir prostestir. Adsorpsiyon, bir maddenin kendisini çevreleyen katı veya sıvı ortamdan ayrılarak bir katı yüzey üzerinde konsantr olması işlemidir. Katı yüzey ile adsorbe olan madde arasındaki etkileşim fiziksel ise bu fiziksel adsorpsiyon olarak adlandırılır. Bu tür adsorpsiyon genellikle van der Waals kuvvetlerinin etkisiyle ve geri dönüşümlüdür. Ancak, adsorpsiyonda kimyasal bağlanma da beraberinde gerçekleşiyorsa, bu olay ise kemisorpsiyon olarak adlandırılmaktadır ve genellikle geri dönüşümlüdür.

Bu çalışmada Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren bir tekstil firmasının atıksu arıtma tesisinden alınan atıksu örnekleri üzerinde adsorpsiyon prosesi denenmiş ve adsorbent olarak ucuz ve atık geri kazanımına yönelik olması açısından yine aynı firmanın atık külü kullanılmıştır. Laboratuvar koşullarında tekstil atıksuyundan renk gideriminde atık külün adsorbent potansiyeli araştırılmış, pH, temas süresi, adsorbent derişimi, karıştırma hızı ve sıcaklık gibi parametrelerin etkisi incelenerek bu koşulların optimizasyonu sağlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT:

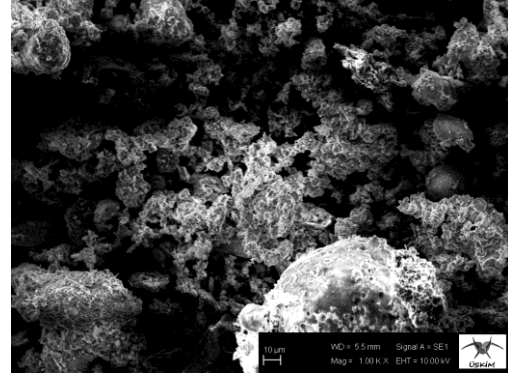
2.1. Materyal

2.1.1. Tekstil Atık Külünün Özellikleri

Tekstil fabrikalarında açığa çıkan külün kaynağı yakma kazanlarında kullanılan kömürdür. Yakma kazanlarında kullanılan tüm kömürler yurt dışından ithal edilmektedir. Oluşan kömür külü atığının depolanması ve bertarafı önemli bir sorundur. Bu çalışmada, atık olarak açığa çıkmış olan kül, atık su arıtma tesisindeki diğer bir sorun olan rengin gideriminde kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan külün kaynağı olan kömüre ait kimyasal özellikler Tablo 1'de ve külün morfolojik özelliklerini gösteren Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) görüntüsü Şekil 1'de verilmiştir. Külün içindeki karbon iyi bir adsorbent olduğu için ve aynı zamanda külün gözenekli yapıya sahip olması nedeniyle tekstil atıksuyundan rengin gideriminde verimli sonuçlar vermiştir.

Tablo 1: Kömüre Ait Özellikler

Analiz	Birim	Analiz Sonucu
Toplam Nem	%	30-12
Karbon İçeriği	%	80-71
Uçucu Madde	%	52-40
Yakıt alt ısııl değeri	kcal/kg	6000



Şekil 1. Atık Külün SEM Mikrografik'te Görüntüsü

2.1.2. Tekstil Atıksuyunun Özellikleri

Deneylerde kullanılan atıksu Kahramanmaraş'ta faaliyet gösteren bir Tekstil Fabrikası'ndan temin edilmiştir. Aynı şekilde kömür kazan külü de aynı fabrikadan alınmıştır. Tekstil firmasına ait atık su özellikleri Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Çalışmada Kullanılan Tekstil Atıksuyu Karakteristiği

pH	7,9±0,2
Renk (Pt-Co)	1183 ± 181
Kimyasal oksijen İhtiyacı (mg/L)	250±10
Fenol (mg/L)	0,18±0,05
Sülfür (mg/L)	1,19±0,28
Sülfür (mg/L)	0,34±0,07
Yağ-gres (mg/L)	8,0±1,8
Serbest klor (mg/L)	0,23±0,06

2.2. Metot:

2.2.1. Optimum pH'ın Belirlenmesi Çalışmaları:

Atıksudan adsorpsiyonla renk gideriminde optimum pH'ı belirlemek üzere atıksuyun (100 mL) pH'ı 3-8 aralığına getirilmiş ve 0,1 g kül eklenmiştir. 120 dakika boyunca 1000 rpm karıştırma hızında karıştırılmış, süzme işlemi yapıldıktan sonra spektrofotometrede renk ölçümü yapılmıştır.

2.2.2. Optimum Kül Miktarının Belirlenmesi Çalışmaları:

Atık kül kullanılarak adsorpsiyonla renk gideriminde optimum kül miktarını belirlemek üzere atıksuyun (100 mL) pH'ı 2'ye getirilmiş ve farklı miktarlarda (0,1-0,8 g) kül eklenmiştir. 120 dakika boyunca 1000 rpm karıştırma hızında karıştırılmış, süzme işlemi yapıldıktan sonra spektrofotometrede renk ölçümü yapılmıştır.

2.2.3. Optimum Karıştırma Süresinin Belirlenmesi Çalışmaları:

Tekstil atıksudan atık kül kullanılarak adsorpsiyonla renk gideriminde optimum karıştırma süresini belirlemek üzere atıksuyun (100 mL) pH'ı 2'ye getirilmiş ve 0,4 g kül eklenmiştir. 1000 rpm karıştırma hızında farklı sürelerde (5-180 dk) karıştırılmış, süzme işlemi yapıldıktan sonra spektrofotometrede renk ölçümü yapılmıştır.

2.2.4. Optimum Karıştırma Hızının Belirlenmesi Çalışmaları:

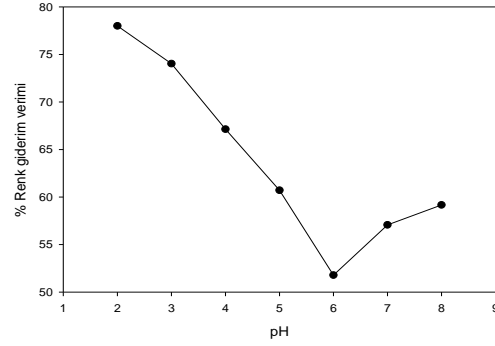
Tekstil atıksudan atık kül kullanılarak adsorpsiyonla renk gideriminde optimum karıştırma hızını belirlemek üzere atıksuyun (100 mL) pH'ı 2'ye getirilmiş ve 0,4 g kül eklenmiştir. Atıksu 105 dk boyunca farklı karıştırma hızlarında (250-1250 rpm) karıştırılmış, süzme işlemi yapıldıktan sonra spektrofotometrede renk ölçümü yapılmıştır.

2.2.5. Optimum Sıcaklık Değerinin Belirlenmesi Çalışmaları:

Atık kül kullanılarak adsorpsiyonla renk gideriminde optimum su sıcaklığını karıştırma hızını belirlemek üzere atıksuyun (100 mL) pH'ı 2'ye getirilmiş ve 0,4 g kül eklenmiştir. Atıksu 105 dk boyunca farklı karıştırma hızlarında 1000 rpm'de karıştırılmış, atıksu farklı sıcaklıklara (10-50 °C) getirilip süzme işlemi yapıldıktan sonra spektrofotometrede renk ölçümü yapılmıştır.

3. Sonuçlar ve Tartışma

Optimum pH değerinin belirlenmesine yönelik yapılan deneylerde atıksuyun başlangıç pH'ı 2-8 aralığına getirilerek ortama eklenen 0,1 g kül miktarının adsorpsiyonla renk giderimine etkinliği araştırılmış ve renk giderim veriminin pH'a bağlı değişimi Şekil 2'de verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi atıksu pH'ı 2 iken en yüksek renk giderimine (%78) ulaşılmış, pH arttıkça renk giderim verimi düşmüştür. Minimum verime pH 6 değerinde ulaşılmış, pH 7 ve 8 değerlerinde tekrar bir yükselme gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonucuna göre maksimum verim pH 2'de elde edildiği için daha sonraki çalışmalara pH 2 değerinde devam edilmiştir.



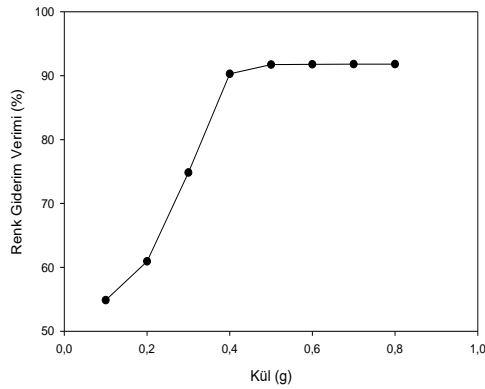
Şekil 2. Renk Giderim Veriminin pH'a Bağlı Değişimi (Sıcaklık: 25 °C, Nem: %40-50, Kül: 0,1 g; 100 mL atıksu, 1000 rpm)

Optimum pH değeri belirlendikten sonra kullanılması gereken optimum adsorbent dozunu belirlemek için 100 mL atıksuya 0,1-0,4 g kül eklenerek adsorpsiyon prosesine tabi tutulmuş ve renk gideriminin değişimi belirlenmiştir (Şekil 3). Elde edilen sonuçlarda renk giderim veriminin 0,1 g kül derişiminde %54,8 iken 0,4 g kül derişiminde %90,3'e ulaştığını ve artan kül miktarının verimi değiştirmediğini göstermiştir.

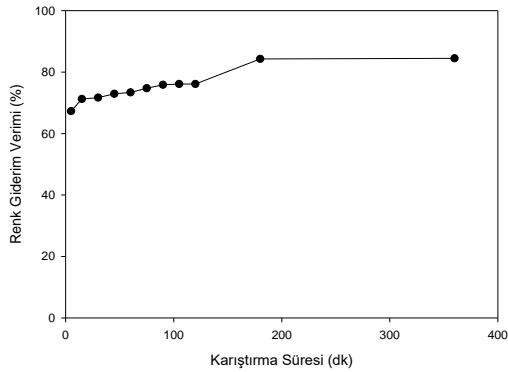
Çalışmalara karıştırma süresinin etkisinin belirlenmesi ile devam edilmiş ve önceki deney setlerinde belirlenen pH 2 değerine getirilen 100 mL atıksu örneğine 0,4 g kül eklenerek 5-360 dk aralığında farklı sürelerde karıştırmaya tabi tutulmuştur. Renk giderim veriminin değişimi Şekil 4'te verilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi 5 dk gibi kısa bir karıştırma süresinde dahi %67,3 renk giderim verimine ulaşılmıştır. En uzun alıkonma süresinde bu değer maksimum %84,5 değerine ulaşmıştır. Uzun karıştırma süresinin ekonomik ve uygulanabilirlik açısından uygun olmadığı göz önüne alınarak %76,1 oranında renk giderim veriminin elde edildiği 105 dk karıştırma süresi değerinde çalışılmasına karar verilmiştir. Adsorpsiyona karıştırma hızının etkisi belirlenirken 250-1250 rpm karıştırma hızlarında 105 dk süresince karıştırılan atıksu örneğinden elde edilen renk giderim verimi sonuçları Şekil 5'de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre karıştırma hızının artması beraberinde renk giderim verimini de artırmıştır.

Sıcaklık adsorpsiyonu etkileyen diğer bir faktördür. Genel olarak adsorpsiyon, sıcaklık artışıyla artarken, sıcaklığın düşmesiyle azalır. Bununla birlikte adsorpsiyon prosesi, ekzotermik bir proses ise adsorpsiyonun büyüklüğü azalan sıcaklıkla artacaktır. Bu çalışmada sıcaklığın etkisi belirlenirken atıksu örneği pH ve adsorbent dozu parametreleri açısından optimum şartlara getirilmiş, belirlenen optimum karıştırma süresinde ancak 10-50 °C aralığındaki farklı sıcaklıklarda adsorpsiyon prosesine tabi tutulmuştur. Elde edilen sonuçlar Şekil 6'da gösterilmiştir. Bu çalışmada sıcaklığın

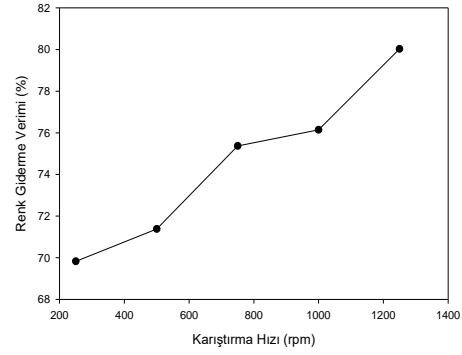
artışının adsorpsiyon verimini de artırdığı görülmektedir. Bu da reaksiyonun ısıalan endotermik bir reaksiyon olduğunu ortaya koymuştur. Düşük maliyetli adsorbent olarak uçucu küller Mohan ve ark. [7] tarafından incelenmiş ve katyonik boyalar kristal viyole ve rosalin hidroklorür gideriminde denenmiştir. Yapılan çalışmada, sıcaklık arttıkça adsorpsiyonun arttığı ve prosesin endotermik olduğu rapor edilmiştir. Atıksunun adsorpsiyon prosesi öncesi ilk hali ve tekstil atık külünü kullanarak yapılan adsorpsiyon çalışmasının optimum sonuçlarına göre arıtım sonrası son halini ve renk giderme verimini gösteren fotoğraflar Şekil 7'de verilmiştir.



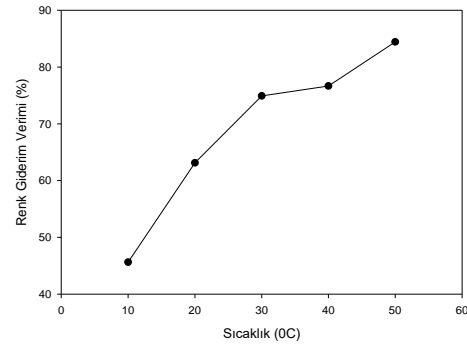
Şekil 3. Renk Giderim Veriminin Kullanılan Kül Miktarına Bağlı Değişimi (Sıcaklık: 25 °C, Nem: %40-50, 100 mL atıksu, 1000 rpm)



Şekil 4. Renk Giderim Veriminin Karıştırma Süresine Bağlı Değişimi (Sıcaklık: 25 °C, Nem: %40-50, pH: 2; Kül: 0,4 g; 100 mL atıksu, 1000 rpm)



Şekil 5. Renk Giderim Veriminin Karıştırma Hızına Bağlı Değişimi (Sıcaklık: 25 °C, Nem: %40-50, pH: 2; Kül: 0,4 g; 100 mL atıksu, 105 dk karıştırma süresi)



Şekil 6. Renk Giderim Veriminin Sıcaklıkla Değişimi (Nem: %40-50, pH: 2; Kül: 0,4 g; 100 mL atıksu, 105 dk karıştırma süresi)



Şekil 7. Atıksu örneğinin arıtma işlemi uygulanmadan önceki ve sonraki görüntüsü

4. SONUÇLAR

Tekstil atıksuları renkli, yüksek hacimli ve bileşimi kompleks ve büyük değişimler gösterebilen atıksular olarak tanımlanmaktadır. Biyolojik olarak parçalanamayan boyar maddeler ve toksik bileşikler içermeleri, deşarj edildikleri alıcı sulardaki canlı hayatı açısından büyük risk oluşturmaktadır. Bu

nedenele tekstil endüstrilerinden kaynaklanan atıksuların uygun ve etkili yöntemlerle giderilmesi büyük önem taşımaktadır. Boyar madde içeren tekstil endüstrisi atıksularına uygulanan mevcut renk giderme metotları çoğu zaman yetersiz kalmakta veya etkili bir renk giderimi sağlansa da bu teknolojiler de yüksek maliyet istemektedir. Kimyasal çöktürme yönteminde kullanılan kimyasalların maliyeti ve oluşan çamur problemi şüphesiz yöntemin en büyük dezavantajlarıdır. Oksidasyon yöntemlerinin uygulanmasını sınırlayan faktör ise toksik yan ürünlerin oluşma potansiyelidir. Fiziksel yöntemler içinde yaygın şekilde kullanılan adsorpsiyon yönteminde aktif karbon kullanımı artım verimliliği açısından etkili olurken malzemenin pahalı oluşu ve rejenerasyon ihtiyacı dezavantaj oluşturmaktadır. Daha ucuz adsorbanların kullanımı rejenerasyon ihtiyacını ortadan kaldırırken bertaraf edilmesi gereken atık problemi doğmaktadır.

Bu çalışmada kazan külü kullanılarak laboratuvar ölçeğinde adsorpsiyonla tekstil atıksuyundan renk giderimi araştırılmıştır. Bunun için gereken optimum koşullar tespit edilmiş ve çalışmanın sonucunda küllerin herhangi bir pahalı ön işlem gerektirmeden sudan boyar maddelerin gideriminde etkili bir adsorbent olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. Tesisi atığı olan yanmış kazan külü ile oldukça yüksek renk giderim verimleri elde edilmiştir.

5. KAYNAKLAR

- [1] E.I. Diaz-Loya, E.N. Allouche, S. Eklund, A.R. Joshi, K. Kupwade-Patil, Toxicity mitigation and solidification of municipal solid waste incinerator fly ash using alkaline activated coal ash, *Waste Manage.* 32 (2012) 1521–1527.
- [2] C. Ferreira, A. Ribeiro, L. Ottosen, Possible applications for municipal solid waste fly ash, *J. Hazard. Mater.* 96 (2003) 201–216.
- [3] M. Sow, J. Hot, C. Tribout, M. Cyr, Characterization of spreader stoker coal fly ashes (SSCFA) for their use in cement-based applications, *Fuel* 162 (2015) 224–233.
- [4] M. Nassar, M. Elgeaendi, Comparative cost of color removal from textile effluents using natural adsorbents *J. Chem. Technol. Biotechnol* 50 (1991) 257–264.
- [5] R. Mass, S. Chaudhari, Adsorption and biological decolorization of azo dye Reactive Red-2 in semi continuous anaerobic reactors, *Process Biochem.* (2005) 40, 699-705.
- [6] B. Rao, S.R.M. Rao, Adsorption studies on treatment of textile dyeing industrial effluent by flyash, *Chemical Engineering Journal* 116(1) (2006) 77–84.

- [7] D. Mohan, K.P. Singh, G. Singh, K. Kumar, Removal of dyes from wastewater using flyash, a low-cost adsorbent, *Ind. Eng. Chem. Res.* 41 (2002) 3688–3695.