



Cilt:12 Sayı:47
(2003), 11-16

Kağıt Endüstrisi Atık Sulardan Lignin ve Fenol'ün Perlit Minerali ile Giderimi

Mehmet UĞURLU

Muğla Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü, MUĞLA

ÖZET

Bu çalışmada, adsorpsiyon yöntemini kullanarak, kağıt endüstrisi atık sularında kirliliğe ve zehirliliğe neden olan fenolik ve lignin bileşiklerinin giderim oranları ile atık suyun türbidite (bulanıklık) değerlerindeki değişimler incelendi. Deneylerde adsorbent olarak 105oC'de aktive edilmiş perlit minerali kullanıldı. Adsorpsiyon süresi, tane boyutu, sıcaklık, katı/sıvı oranı ve pH'nın etkisi parametre olarak seçildi. Deneyler sonucunda, düşük pH, 0.02g/mL katı/sıvı oranı, bir saatlik süre ve 35oC adsorpsiyon sıcaklığı optimum giderim için uygun bulundu. Bu şartlarda, fenolde %59, ligninde %46 oranında giderim sağlanırken türbiditenin (bulanıklık) 79,6 mg/L'den 23,5 mg/L'ye düştüğü görüldü.

Anahtar Kelimeler: Adsorpsiyon, lignin, fenol, kağıt atık suları, perlit

Removal of Lignin and Phenol From Wastewaters of Paper Industry by Perlite Mineral

ABSTRACT

In this study, removal rates of phenol and lignin which are toxic impurities in wastewaters of paper industry and the change in turbidity of wastewater were investigated. In the experiments studies, perlite minerals activated at 105oC were used as an adsorbent. Adsorption time, particle size, temperature, solid/liquid ration and pH were considered as experimental parameters. As a result of the experimental studies, we found that lower pH, 0.02g/mL of solid/liquid ratio, an hour of adsorption time and 35oC of adsorption temperature are the optimum conditions for efficient removal of lignin and phenol. Using these conditions, while the percent removal of phenol and lignin were 59 and 46 %, respectively, turbidity value decreased from 79.6 mg/L to 23.5mg/L.

Keywords: Adsorption, lignin, phenol, paper mill effluent, perlite,

GİRİŞ

Sanayi atık suları akarsu, deniz veya alıcı ortamlara bırakılmadan önce çeşitli yöntemlerle arıtılmalı, ayrıca atık su yöntemlerine göre zehirli maddeler ve inhibitörlerden belirli oranda arındırılması gerekmektedir. Aksi takdirde bu maddeler, deşarj edildikleri ortamda oksijeni tüketerek, zehirlenme yoluyla akarsu, göl ve denizlerdeki canlı hayatını tehlikeye sokmaktadır (Uysal ve Zeren 1998).

Kağıt endüstrisi atık sularının arıtımı oldukça zordur. Bunun nedeni, üretim esnasında kullanılan maddelerin farklı yapıda olması, ayrıca atık su debisinin çok yüksek olmasıdır (Scmit 1981). Kağıt hamurunun ağartılmasında klor ağartma maddesi olarak kullanılmaktadır. Aşırı klor kullanımına bağlı olarak atık sularda klorca zengin fenolik ve ligninli bileşikler mevcuttur. Bu atık sular renkli özellikte olup, renkliliğin lignin ve molekül üzerindeki fonksiyonel gruplardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Fenolik bileşiklerin büyük bir kısmında lignin sisteminden kaynaklanmaktadır. Klorlu fenolik ve lignin bileşikleri aşırı derecede çevre kirliliği meydana getirmekte ve özellikle atık sularda kanserojen özellikte olan kloroformu oluşturmaktadır. Yapılan literatür çalışmalarında, bu tür atık sularda 12 tür fenolik bileşiğin mevcut olduğu rapor edilmektedir (Carlberg and Stuthridge 1996). Arıtma

tesislerinde bu tür klorlu organiklerin tam olarak giderilmemesi ve toksitesi yüzünden; bu bileşiklerin kullanımlarına yönelik olarak, bazı kısıtlamalar getirilmektedir. Bir çok ülkede bu tür atık suların çevreye deşarjı ile ilgili sınırlama getirilmesine karşın, ülkemizde bu konuda henüz bir sınırlandırılma getirilmemiştir (Tatus ve Eroğlu 1998).

Bu çalışmada, adsorbent olarak perlit minerali kullanılarak kağıt atık sularında lignin ve fenol giderim oranları ile türbidite değerlerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Literatür çalışmalarında; kağıt endüstrisi atık sularının biyolojik metotlarla arıtılmasına yönelik çok sayıda çalışma mevcut olmasına karşın, doğrudan adsorpsiyon yönteminin kullanıldığı çalışmalara çok az rastlanılmaktadır. Bu eksiklik göz önüne alınarak, çevre kirliliği olgusunun giderek önem kazandığı ülkemizde, atık sularının temizlenmesinde hem ekonomiklik hem de etkinlik açısından adsorpsiyon yönteminin kullanılabilirliği ve perlit mineralinin ekonomiye farklı bir yolla kazandırılması amaçlanmaktadır.

Perlit

Perlit, asit nitelikli volkanizma faaliyetlerinde çabuk soğumaya bağlı olarak meydana gelen yuvarlak veya kavisli büzülmelerle çatlakların bulunduğu camı bir kayadır. Yapısında % 2-6 oranında su bulundurması nedeniyle ham perlitin yumuşama

sıcaklığına kadar ısıtılmasıyla hacminin 4 ila 20 katına kadar genişmesi onu diğer volkanik cam kayalardan ayıran karakteristik bir özelliktir. Ayrıca, ham kayacın rengi açık griden parlak siyaha kadar değişirken genişmiş perlitin rengi grimsi beyaz ile kar beyazı arasındadır (Taşkın 1997, Kamanlı 1997). Yaklaşık olarak gramı başına 5 m²'lik bir yüzey alanına sahip olan perlit, mikroskobik boyutta kabarcıklar, porlar ve kanallar içeren bir katıdır (Barnes 1962).

Perlit mineralinin adsorbent olarak kullanımına yönelik bir kısım çalışmalarda; sulu ortamdan ağır metallerin gideriminde perlit mineralinin potansiyel bir adsorbent olabileceği rapor edilmektedir (Mathialagan and Viraraghavan 2002). Petrol atıklarının temizlenmesinde doğal ve sentetik temizleme araçlarına göre, perlitin adsorplamada belirgin bir üstünlük sağladığı özellikle sulu ortamda performansının daha iyi olduğu rapor edilmektedir (Tears ve ark. 2001). Atık suların p-klorofenol bileşiminin giderimi için perlit ve bentonit kullanıldığında, bentonitin yüksek oranda p-klorofenol adsorplayabildiği, ancak, perlitinde önemsenmeyecek oranda adsorpsiyon etkinliği gösterdiği rapor edilmektedir (Koumanova and Peeva-Antova 2002). Bu çalışmaların dışında, yüzeyi çeşitli organosilikon bileşikleriyle modifiye edilmiş perlitin, petrol temelli kirleticiler, çeşitli organik maddeler ve yağları sudan uzaklaştırmak için etkili bir adsorbent olarak kullanılabilirliği rapor edilmektedir (Arabatlı 1977).

MALZEME VE YÖNTEM

Bu çalışmada, kağıt fabrikası atık sularında kirlilik oluşturan en önemli bileşenlerden fenol ve lignini uzaklaştırmak için laboratuvar ölçekli ve sabit karıştırılmalı bir çalkalayıcıda adsorpsiyon deneyleri gerçekleştirildi. Deneylerde süspanسیون pH'sı, tane boyutu, katı/sıvı oranı, süre ve sıcaklık parametre olarak seçildi. Deneylerden önce ve sonra konsantrasyon farkları alınarak, fenol ve lignin giderim oranları hesaplandı. Ayrıca, incelenen parametrelerde atık suyun türbidite (bulanıklık) değerleri ölçüldü.

1. Deneysel Kısım

Çalışmamızda adsorban malzeme olarak kullanılan perlit minerali Kars-Sarıkamış bölgesinden temin edildi. Bu mineralin yüzey alanı yaklaşık 5m²/g olup, kimyasal bileşimi Tablo 1'de verilmektedir.

Deneyler öncesinde perlit minerali, kaba ve ince toz safsızlıklardan uzaklaştırılarak belli por açıklıklarına sahip elek serisi yardımıyla farklı tane boyutlarına ayrıldı. Daha sonra saf su ile iki kez yıkanarak, etüvde bir saat süre ile 105oC'de aktive edildi. Örnekler 0.01 mg hassasiyette tartıldı. Deneyler, 100 ml atık su ve 2'şer gram aktive edilmiş perlit alınarak, 250 ml hacimli ağzı kapaklı erlenlerde

gerçekleştirildi. İncelenen parametreler için deneyler iki tekrarlı yapılarak elde edilen sonuçların ortalamaları alındı. Farklı pH'da yürütülen çalışmalarda ise atık suyun pH'sı, seyreltik NaOH ve HCl çözeltileri kullanılarak pH metre yardımıyla ayarlandı. Daha sonra giderilecek maddelerin adsorpsiyondan önce ve sonraki absorpsiyonları endüstriyel atık su analiz metodlarına göre Dr Lange Spektrofotometresi ile kolorimetrik olarak ölçüldü. Bulunan bu değerlerden kalibrasyon eğrisi yardımıyla konsantrasyonlar ve % giderim oranları hesaplandı. Ayrıca, Dr Lange marka türbidite ölçüm aleti kullanılarak, tüm parametrelerde (süre, pH, sıcaklık, tane boyutu ve katı/sıvı) atık suyun türbidite (bulanıklık) değerleri ölçülerek elde edilen sonuçlar mg/L olarak ifade edildi.

Tablo1: Perlit mineralinin kimyasal bileşimi

Bileşenler	% Bileşen (w/w)
SiO ₂	75,0
Al ₂ O ₃	18,0
H ₂ O	3,1
Na ₂ CO ₃	2,9
K ₂ O	0,5
CaO	0,2
SO ₃	0,2
Fe ₂ O ₃	0,1
MnO ₂	0,1
MgO	0,02

2. Örneklerin Alınımı

Bu çalışmada, biyolojik artım ünitesinde biyolojik degradasyona uğramış ve daha sonra derin deşarj yönetmeliklerine uygun şekilde çevreye deşarj edilen atık su örnekleri alınmıştır. Bu örnekler, deşarj edilecek ortam olan Gökova Körfezi'ne verilmeden önceki noktada kurulan ve birer saat aralıklarla toplam 24 saat sürede örnek alma özelliğine sahip Sigma 900 Max. (Madd in USA) cihazı ile alındı. Daha sonra, örnekler steril bir kaptaki birleştirilerek, her hangi biyolojik faaliyetin olmaması amacıyla kısa sürede Muğla Üniversitesi çevre laboratuvarına getirildi. Hemen çalışılacaksa düşük sıcaklıkta daha sonra çalışılacak ise derin dondurucuda muhafaza edildi. Ayrıca, kullanılan atık su analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2: Kağıt fabrikasından çevreye deşarj edilen atık su analiz sonuçları

Bileşenler	Fosfat	Nitrit	Nitrat	Amonyum	Fenol	Lignin	BOİ ₅	KOİ	Türbidite	pH
Madde mik. (mg/L)	0,176	0,213	0,1828	9,88	0,535	10,503	25,5	426	79,6mg/L	~7,5

3. Lignin Tayini

Yaklaşık 20°C' deki atık su ve saf suyun 50 mL'lik

miktarları üzerine hızlı bir şekilde 1,0 mL folinfenol ve 10,0 mL karbonat-tartarat reaktiflerinden ilave edilerek 30 dakika renk oluşumu için beklenir. Daha sonra saf su ile hazırlanan numune standart alınarak 700nm dalga boyunda her bir numune için absorban ölçümü yapılır. Kalibrasyon eğrisi yardımıyla lignin konsantrasyonları belirlenir. Elde edilen sonuçlar folinfenol reaktifinin indirgediği madde miktarı olarak da ifade edilir (APHA, AWWA, WPCF 1980).

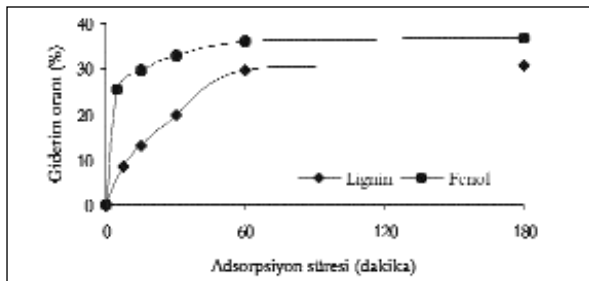
4. Fenol Tayini

100 mL atık su ve saf su örneği alınarak üzerlerine 2.5 mL 0.5 N NH₄OH çözeltisi ilave edilir. Fosfat tamponu yardımıyla pH 7.9 ±1'e ayarlanır. Daha sonra her bir örneğe 1.0 mL 4-aminoantipyrine çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırılır ve 1.0'er mL potasyumferrisiyanür ilave edilir. 15 dakika bekleme süresinden sonra, saf su ile hazırlanan numune standart alınarak 500 nm'de her bir numune için absorban ölçümü yapılır. Kalibrasyon eğrisi yardımıyla fenol konsantrasyonları belirlenir (APHA, AWWA, WPCF 1980). Ölçümler 0,03-6,4 mg/L fenol aralığında yapıldı.

BULGULAR VE TARTIŞMA

1. Adsorpsiyon Kinetiği

Adsorpsiyon kinetiğinin araştırıldığı deneylerde 0,075 µm tane boyutu ve 105 oC'de aktive edilmiş perlit minerali (adsorban malzeme) kullanılarak, sürenin lignin ve fenol giderimine etkisi araştırıldı. Ayrıca, süreye bağlı olarak türbidite değişimleri de incelendi. Lignin ve fenolün giderim oranlarındaki değişim Şekil 1'de, türbidite deki değişimler ise Şekil 2'de verilmektedir.

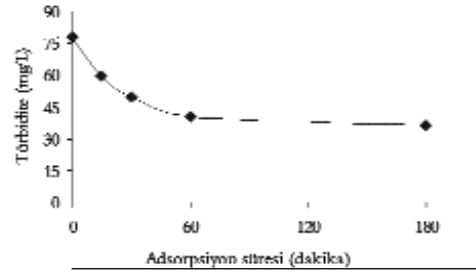


Şekil 1. Süreye bağlı olarak fenol ve lignin giderim oranlarındaki değişim (Ads. Sıc:25°C, tane boyutu: 0,075µm, pH:7.5 ve katı/sıvı oranı:1/50 g/mL)

Şekil 1'den görülebileceği üzere aktive edilmiş perlit minerali ile artan süreye bağlı olarak giderilen lignin ve fenol oranında hızlı bir artış, bir saat sonunda ise sabitleşme görülmektedir. Bu süre sonunda fenolde yaklaşık %35, ligninde ise % 28 oranında verim sağlanmıştır. Yine bu şekilden, sürenin artması ile giderimde fazla bir değişimin gerçekleşmediği görülmektedir.

Adsorpsiyon, adsorplanan maddenin sıvı fazdan partikül yüzeyindeki sınır tabakaya doğru taşınma,

yüze tutunma ve değişik mekanizmalarla gözenekli partiküller içine difüzyonu gibi bir seri adımdan oluşmaktadır. Fiziksel etkileşmelerin ağırlıkta olduğu adsorpsiyon proseslerinde dengeye erişme süresinin nispeten kısa olduğu bilinmektedir. Yapılan deneylerde ilk bir saatlik süre sonunda lignin ve fenolün perlit yüzeyine adsorpsiyonunun dengeye ulaşmak için yeterli olması ve artan süre ile giderimde artmanın gerçekleşmemesi adsorpsiyonun fiziksel etkileşmelerle gerçekleşmiş olabileceğini düşündürmektedir.

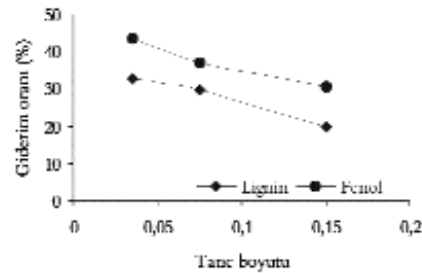


Şekil 2. Süreye bağlı olarak türbidite oranındaki değişim (Ads. Sıc:25°C, tane boyutu: 0,075 µm, pH:7.5, katı/sıvı oranı:1/50g/mL, atık su türbiditesi:79.5 mg/L)

Bir saat sonunda türbidite değerinde hızlı bir azalmanın gerçekleştiği Şekil 2'de gözlenmektedir. Ayrıca, artan süre ile türbiditede bir miktar azalmanın sürdüğü görülmektedir. Atık suyun türbidite değeri başlangıçta 79,5mg/L iken, bir saat sonunda yaklaşık 40mg/L, 3 saat sonunda ise 36,2 mg/L'ye düştüğü görülmektedir. Bu durum, renklilik ve bulanıklık oluşturan maddelerin bir saat sonunda büyük oranda adsorpsiyonla uzaklaştıklarını göstermektedir.

2. Tane Boyutunun Etkisi

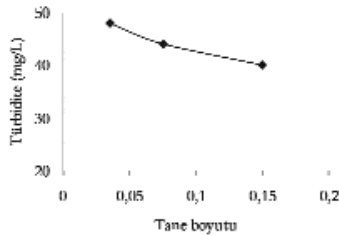
Farklı tane boyutu ve 105oC'de aktive edilmiş perlit minerali kullanılarak, fenol ve lignin giderim oranları incelendi. Fenol ve lignin için bu değişimler Şekil 3'de, türbidite için ise Şekil 4'de verilmektedir.



Şekil 3. Tane boyutuna bağlı olarak fenol ve lignin giderim oranındaki değişim (Ads. Sıc:25°C, pH:7.5, Ads. Sür: 3 saat ve katı/sıvı oranı:1/50g/mL)

Şekil 3'de, artan tane boyutu ile lignin ve fenol giderim oranlarında belirgin bir azalmanın gerçekleştiği görülmektedir. Ayrıca, aynı tane boyutunda fenol gideriminin lignin gideriminden

daha fazla olduğu görülmektedir. Fenol için gözlenen bu durum, yüksek molekül ağırlığına sahip olan ligninin adsorbentın dış yüzeyinde ve mezo porlarda adsorlandığı, buna karşın daha küçük molekül boyutuna sahip olan fenolün adsorpsiyonunda ise mikroporlarında adsorplamada belirgin bir etki göstermiş olabileceği tahmin edilmektedir. Tablo 1'den görülebileceği gibi perlitin ana bileşenleri SiO₂ ve Al₂O₃'dir. Yapısal olarak SiO₂ komşu iki tetrahedral tabaka arasındaki her bir oksijen atomu SiO₄ tetrahedralleri tarafından paylaşılmaktadır. Bu durum, Si-O bağının elektronegatifliğindeki değişimlere bağlı olarak adsorbentın iyonik karakterini artırdığı rapor edilmektedir (Viraghavan 1998). Polar özellikte olmayan klorlu fenolik ve ligninli bileşiklerin adsorpsiyonunda, yukarıda ifade edilen iyonik karakterin önemli katkı sunduğu düşünülmektedir. Ayrıca, tane boyutunun küçülmesiyle birim kütle başına düşen tanecik sayısının artması, mineral yapısında bulunan Al ve Si oksitleriyle giderimi amaçlanan bileşenlerin daha yoğun etkileştikleri tahmin edilmektedir. Nitekim uçucu kül kullanılarak yapılan benzer çalışmada, tane boyutu azaldıkça, adsorbent yapısında bulunan SiO₂ ve Al₂O₃'den oluşan birimlerin daha çok bulunabileceği ve adsorplanan madde ile etkileşmelerinin artacağı ve sonuç olarak fenol gibi polar moleküllerin büyük miktarda adsorlandığı rapor edilmiştir (Binary and Narendra 1994). Benzer durumun perlit içinde söylenebilir. Ayrıca, bu çalışmada, adsorbentın por çapındaki dağılımın incelenmesi halinde, fenol gibi küçük ve lignin gibi büyük moleküllerin adsorptif davranışın açıklanmasında belirgin katkı sunabileceği, bu çalışmada görülmüştür.



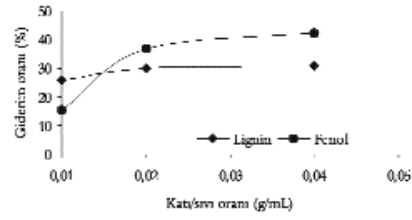
Şekil 4. Türbidite değerlerinin tane boyutuna bağlı değişimi (Ads.Sic:25°C, pH:7,5, katı/sıvı oranı:1/50 g/mL, Ads. Sür: 3 saat ve atık su türbiditesi:79,5 mg/L)

Şekil 4'de, tane boyutu küçüldükçe türbidite değerlerinde bir artışı görülmektedir. Şekil 3'de fenol ve lignin için gözlenen giderim oranlarındaki artışa rağmen, aynı tane boyutunda türbidite artışının gözlenmesi, lignin ve fenolik bileşiklerin dışında tane boyutundan kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir.

3. Katı/Sıvı Oranının Etkisi

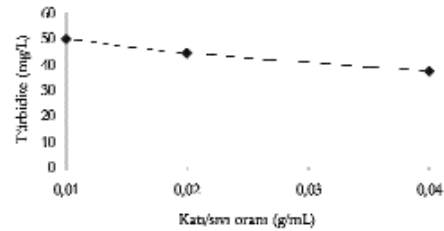
Farklı katı/sıvı oranlarında ve 105oC'de aktive edilmiş perlit minerali kullanılarak gerçekleştirilen deneylerde lignin ve fenol giderim oranlarındaki

değişimler Şekil 5'de türbiditedeki değişimler ise Şekil 6'da verilmektedir.



Şekil 5. Fenol ve lignin gideriminin katı/sıvı oranına bağlı olarak değişimi (Ads.Sic:25°C, Ads. Sür: 3 saat ve tane boyutu:0,075 µm ve pH:7,5)

Şekil 5'den, farklı katı/sıvı oranında lignin gideriminin fazlaca etkilenmediği, buna karşın fenol adsorpsiyonunun daha fazla etkilendiği görülmektedir. Fenol giderim oranı 0,02 (g/mL) katı/sıvı oranına kadar hızlı, daha sonra ise sabitleşme eğilimi göstermektedir. Düşük katı/sıvı oranında fenol için gözlenen bu azalma, adsorbent-adsorbat etkileşmelerinin zayıf olmasına ve bu oranlarda, sıvı fazdan katı yüzeyine fenol difüzyonunun daha zor gerçekleşmesiyle açıklanabilir. Buna karşın katı/sıvı oranındaki artışa paralel olarak artış görülmesi ise adsorbat-adsorbent etkileşmelerinin lignine oranla daha fazla gerçekleşmiş olmasıyla ilişkilendirilebilir.



Şekil 6. Katı/sıvı oranına bağlı olarak türbidite değerlerindeki değişim (Ads.Sic:25°C, tane boyutu: 0,075 µm, Ads. Sür: 3 saat, pH:7,5 ve atık su türbiditesi:79,5 mg/L)

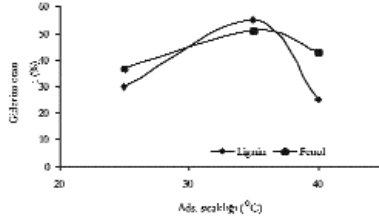
Şekil 6'dan katı/sıvı oranı arttıkça türbidite değerlerinde bir azalmanın gerçekleştiği görülmektedir. Bu durum, renklilik ve bulanıklığa yol açan bileşenlerin, perlit yüzeyine katı/sıvı oranı arttıkça daha fazla adsorlandıklarını göstermektedir.

4. Sıcaklığın Etkisi

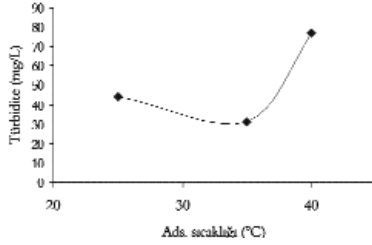
105oC'de aktive edilmiş perlit minerali kullanılarak, farklı adsorpsiyon sıcaklıklarında lignin ve fenol giderimi incelendi. Giderim oranları, lignin ve fenol için Şekil 7, türbidite değerleri için ise Şekil 8'de verilmektedir.

Şekil 7'den görülebileceği üzere düşük ve yüksek sıcaklıklarda lignin ve fenol giderim oranlarının azaldığı gözlenmiştir. Yine bu şekilden, 35°C'nin fenol ve lignin giderimi için uygun olduğu görülmektedir.

Şekil 8'den, atık su türbidite değeri 35°C'de minimuma düştüğü ancak, artan sıcaklıkla yükseldiği görülmektedir. Yüksek sıcaklıkta türbidite değerinde



Şekil 7. Adsorpsiyon sıcaklığının, fenol ve lignin giderim oranlarına etkisi (Ads. Sür:180dk, tane boyutu 0,075 μ m, pH:7.5 ve katı/sıvı oranı:1/50 g/mL)

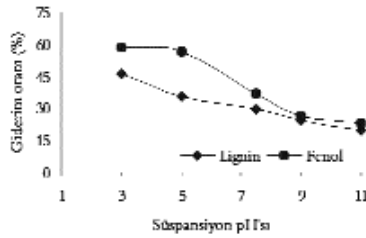


Şekil 8. Adsorpsiyon sıcaklığının, türbidite değerine etkisi (Ads. Sür:180dk, tane boyutu: 0.075 μ m, pH:7.5, katı/sıvı oranı:1/50 g/mL, atık su türbiditesi:79,5 mg/L)

artış görülmesi, atık suda molekül ağırlığı yüksek olan lignin vb. moleküllerin, muhtemelen birbirleriyle etkileştikleri ve bu etkileşmeye bağlı olarak adsorban yüzeyine adsorplanma yeteneklerinin azalmış olmasıyla açıklanabilir.

5. pH'nın Etkisi

Farklı süspansiyon pH'larına ayarlanan atık su ve 105oC'da aktive edilmiş perlit minerali kullanılarak lignin ve fenol giderim oranları incelendi. Elde edilen sonuçlar, lignin ve fenol için Şekil 9, türbidite değerleri için ise Şekil 10'da verilmektedir.

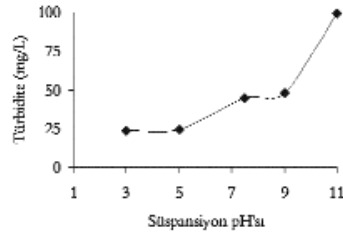


Şekil 9. Süspansiyon pH'sına bağlı olarak fenol ve lignin giderim oranındaki değişim (Ads. Sür:180 dk., Ads. Sic: 25°C, tane boyutu:0.075 μ m, ve katı/sıvı oranı:1/50g/mL)

Şekil 9'dan görülebileceği üzere fenol ve lignin için düşük pH'da giderim oranı yükselmektedir. En yüksek giderim oranı pH 3'de lignin için %46, fenol için %59 oranında gözlenmiştir. Yine bu şekilden fenol için yaklaşık pH 5'e kadar sabit bir giderim daha sonra belirgin bir azalma gerçekleştiği gözlenmektedir. Ayrıca, bütün pH'larda fenol gideriminin lignin gideriminden daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Uçucu kül kullanılarak klorlu fenollerin adsorpsiyonu ile ilgili olarak Kao ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada, düşük pH'da bu moleküllerin nötral

(moleküler) formda oldukları bu nedenle uçucu kül yüzeyine adsorpsiyonlarının pH'dan etkilenmedikleri belirtilmiştir. Diez ve ark.(1999) tarafından yapılan çalışmada ise adsorpsiyon metodu kullanılarak kağıt atık sularından fenolik bileşiklerin gideriminde, yüksek pH'da fenol'ün disosiyasyonu olmasından dolayı adsorpsiyonunun azalabileceğini rapor edilmektedir. Şekil 9'dan görülebileceği üzere aktive edilmiş perlit ile artan pH'da giderim oranının azalması yukarıdaki sonuçlara uygunluk göstermektedir.

Düşük pH'da, lignin adsorpsiyonunun fazla olması, mineral yapısında bulunan metal oksitlerin asidik ortamda H+ adsorpsiyonu sonucu yüzeyin pozitif yük kazanmasıyla ilişkilendirilebilir. Kağıt atık sularında bulunan lignin ve türevleri polar olmayan özelliktedir (Larry 1996). Klorlu lignin bileşiklerinin düşük pH'da perlit yüzeyine tutunması asidik ortamda perlit mineralinin kazandığı pozitif yüzey özellikleri ve buna bağlı olarak adsorbent adsorplama karakterindeki değişimlerin sonucu olabileceği tahmin edilmektedir.



Şekil 10. Türbidite değerinin süspansiyon pH'sına bağlı olarak değişimi (Ads. Süresi:180dk., Ads.Sic:25°C, tane boyutu 0,075 μ m, katı/sıvı oranı:1/50g/mL ve atık su türbiditesi:79,5mg/L)

Şekil 10'dan görülebileceği üzere türbidite pH 3 ve 5 arasında en düşük değerde iken, artan pH ile artış daha sonra pH 11'de ise başlangıç değerinden daha yüksek değere ulaşmıştır. Bu durum, kağıt atık sularında pH artışının türbiditeyi artırdığı sonucunu vermektedir.

SONUÇ

DeneySEL çalışma sonucunda, düşük pH, 0,02g/mL katı/sıvı oranı, bir saatlik süre ve 35oC adsorpsiyon sıcaklığı optimum giderim için uygun bulundu. Bu deneysel şartlar sağlandığında, fenolde %59, ligninde ise %46 oranında giderim sağlanırken, türbiditenin (bulanıklık) 79,6mg/L'den 23,5 mg/L'ye düştüğü görülmektedir.

Sonuç olarak, perlit mineralinin düşük maliyetli, herhangi bir çevresel kirlilik oluşturmaması ve temini kolay malzeme olması gibi özellikler göz önüne alındığında, kağıt atık suyunun arıtımı için alternatif adsorbent olabileceğini düşündürmektedir.

KAYNAKLAR

- APHA, AWWA, WPCF, (1980) Standards Methods For the Examination of Water and Wastewater 15. The Edition, USA 5:54-67.
- Arabatlı A (1997) Perlitin Türkiye ve Dünyada'daki Tatbik Şekilleri. 1.Ulusal perlit kongresi. Ankara, 26-28.
- Barnes RE (1962) Perlite Industry, Perlite Institute Inc, New York, 180-183.
- Binary, Kr. and Narendra, S.R., 1994. Comparative Sorption equilibrium studies of toxic phenols on fly ash and impregnated fly ash. J. Chem.Tech. Biotechnology. 61, 307-317
- Carlberg G.E and Stuthridge TR. (1996) Environmental Fate and Distribution of Substances. Environmental Fate, Effects of Pulp and Paper Mill Effluents. 169-176. USA.
- Ch.Teas S, Kalligeras F, Zanişos S, Stournas E, Lois G, Anastapoulos G (2001) Investigation of The Effectiveness of Adsorbent Materials In Oil Spills Clean up. Desalination, 140, 259-264.
- Diez MC, Mora M.L and Videla S (1999) Adsorption of Phenolic Compounds and Colour from Bleached Kraft Mill Effluent Using Allophonic Compounds. Wat. Res. 33(1), 125-130.
- Kamanlı A (1997) Sarıkamış Perlitinin Jjeolojisi ve Jenesi. 1.Ulusal Perlit Kongresi. Ankara, 48-152.
- Kao P.C., Tzeng, J.H. and Huang, T.L., (2000) Removal of Chlorophenols from Aqueous Solution By Fly Ash. Journal of Hazardous Materials, 76(2-3), 237-249.
- Kaşıkarı PN, (1998) Endüstriyel Atık Su Arıtımında ligninolitik Enzimlerin Kullanımı. 1.Atık Su Sempozyumu, 22-24 Haziran 1998, Kayseri, 251-254.
- Larry E (1996) Sources of Pulping and Beaching Derived Chemicals in Effluents. Paper chemistry, Lucie press ccc, 21-31.
- Mathialagan T and Viraraghavan (2002) Adsorption of Cadmium From Aqueous Solutions By Perlite. Journal of Hazardous Materials, 2879, 1-13
- Momanova B and Peeva-Antova P (2002) Adsorption of P-Chlorophenol From Aqueous Solutions on Bentonite and Perlite, Journal of Hazardous Materials, A90, 229-234.
- Scmit RC (1981) Lignin and Its Degradation Products are The Main Contributors to the Color and Toxicity of Bleach. Tappı, 63-64.
- Taşkın C (1997) Erzincan Molla Tepe Perlit Maden Yatağının Jeolisi ve Araştırma Raporu, MTA. 15-19.
- Tatus A ve Eroğlu H (1998) Kağıt Fabrikası Atık Sularının Çevreye Olan Zararları ve Arıtılması. 1. Atık Su Sempozyumu, 22-24 Haziran 1998, Kayseri, 87-92.
- Uysal Y ve Zeren O (1998) Yüzen Su Bitkisi (Lemna minor L) nin Atık Su Arıtım Sistemlerinde Kullanımı. 1. Atık Su Sempozyumu, 22-24 Haziran 1998, Kayseri, 242-248.
- Viraghavan T and Kapoor A (1994) Adsorption of Mercury From Wastewater By Bentonite. Appl. Clay Sci, 9,31-49.