

SULU ÇÖZELTİLERDEN KADMIYUM İYONLARININ DOLGULU YATAKLARDA AT KESTANESİ VE MEŞE PALAMUDU KULLANILARAK GİDERİLMESİ

Atilla MURATHAN¹, Hasan KOÇYİĞİT²,

¹Gazi Ü. Müh. Fak. Kimya Müh. Böl. Maltepe – Ankara

²Aksaray Ü. Müh. Fak. Çevre Müh. Bölümü, Aksaray

murathan@gazi.edu.tr

(Geliş/Received: 10.07.2012; Kabul/Accepted: 26.02.2013)

ÖZET

Endüstriyel faaliyetler neticesinde, yüzey sularının ağır metal kirliliği artmıştır. Özellikle biyolojik arıtım sürecinde ağır metaller, mikroorganizmalara öldürücü etki göstermektedir. Ayrıca gerek tarımsal amaçlı kullanılan sularla sulanan bitkilerde, gerekse sucul canlılarda biriken ağır metaller, onları kullanan insanlarda da birikime sebep olmaktadır. Bu sebeple hem biyolojik arıtma yapılacak atık su, hemde alıcı ortama bırakılacak atık suların ağır metallerden arındırılması önem kazanmaktadır. Bu çalışmada sulardaki kadmiyum kirliliğinin dolgulu kolonlarda adsorpsiyon yoluyla giderilmesi araştırıldı. Adsorbent olarak; at kestanesi ve meşe palamudu kullanıldı. Yapılan çalışma sonucunda meşe palamudunun 26,32 mg kadmiyum/g adsorbent, at kestanesi ise 14,59 mg kadmiyum/g adsorbent adsorplama kapasitelerine sahip olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en yüksek adsorplama kapasitesi, meşe palamudu kadehinde 40,24 mg kadmiyum/g adsorbent olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler Adsorpsiyon, kadmiyum, atıksu, at kestanesi, meşe palamudu

REMOVAL OF CADMIUM IONS FROM AQUEOUS SOLUTIONS IN FIXED BEDS BY USING HORSE CHESTNUT AND OAK VALONIA,

ABSTRACT

By development of industrial activities, there has been an increase of heavy metal pollution in surface waters. During biological purify cation processes, the heavy metals have high toxic effects, especially on the microorganisms. Apparently, the heavy metals accumulating within plants watered using agriculture waters, and within the aquatic living things cause an accumulation in human beings. Because of this reason, the treatment of heavy metals from wastewaters that will be used in biological treatment as well as the purifications of water releasing to the environment gains importance. In this study, the removal of cadmium pollution using packed adsorption columns has been investigated. Oak valonia and horse chestnut have been used as adsorbents. At the result of the study, adsorption capacities of oak valonia and horse chestnut were determined as 26.32 and 14.59 mg cadmium /g adsorbent respectively. Also, there is maximum adsorption capacity in pedicula of oak valonia and this value is 40.24 mg cadmium/g adsorbent .

Key Words: Adsorption, cadmium, wastewater, horse chestnut, oak valonia

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Sanayinin gelişmesi ve hızlı nüfus artışı çevre kirliliğini, dolayısıyla su kaynaklarının kirlenmesini de beraberinde getirmiştir. Suyun yaşam için vazgeçilmez oluşu, hayatın her alanında ve sürekli olarak kullanılıyor olması, su kaynaklarının

korunmasının, içme ve kullanma için gerekli su kalitesinin önemini ortaya koymaktadır. Sularda bulunabilecek her türlü madde, belirli bir konsantrasyonun üzerinde sağlık için zararlıdır. Bu sebeple sularda bulunan kirleticilerin giderilmesi gereklidir.

Su arıtmada çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Adsorpsiyonun sulardan kirleticileri uzaklaştırmada etkin bir giderme yöntemi olmasının yanısıra kullanılan adsorbent çevre dostu, ucuz ve kolay bulunabilir olması da ekonomikliğini ortaya koymaktadır [1-4]. Ağır metal iyonlarını kirli sulardan uzaklaştırmak için; çöktürme, iyon değişimi, koagülasyon, kompleksleştirme, ters osmoz, elektrodializ ve çözücü ekstraksiyonu gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Tüm bu yöntemlerin; iyonların tamamının giderilememesi, yüksek kirlilik düzeylerinde etkin olamamaları, yüksek enerji tüketimi ve oluşan toksik çamur veya atıksuyun tekrar arıtılması gibi dezavantajları vardır. Adsorpsiyon yöntemi ise; kullanılan adsorbent ucuz ve bol miktarlarda bulunabilmesi, hızlı sonuç vermesi, tekrarlanabilirliği ve kolay uygulanabilirliği ile en çok tercih edilen yöntemlerden birisidir.

Ağır metaller, sulu çözeltilerden çeşitli adsorbentler kullanılarak uzaklaştırılabilirler. Bu amaçla; aktif karbon, iyon değiştirici reçineler, kil mineralleri vb. gibi çeşitli adsorbentler kullanılabilir [3]. Çok düşük derişimlerde uygulanabilirliği, çok az miktarda tortu oluşumu, kullanılan adsorbent geri kazanımı ve düşük maliyeti bu yöntemin en önemli avantajlarıdır [5]. Bu işlem, suda ve havada kirliliği en aza indirebilmek adına global bir önem taşımaktadır [6]. Adsorpsiyon yönteminde en çok kullanılan adsorbent aktif karbon olmasına karşın, aktif karbonun ekonomik yönden pahalı olması ve geri kazanımındaki zorluklar, araştırmacıları yeni, ucuz, doğal ve yerel adsorbentler bulmaya yöneltmiştir. Bu adsorbentlerin bir türü olan killer (bentonit, sepiyolit, zeolit, illit vb.) bu amaçla sıklıkla kullanılmaktadır [7].

Murathan and Bütün [8], adsorbent olarak at kestanesinin iç, orta ve dış (kadeh) kısımları kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda gram adsorbent başına adsorplanan mg metal miktarının minimum ve maksimum değerlerini sırasıyla at kestanesinin dış (kadeh) kısmında: 3,71-14,36 mg Pb(II)/g adsorbent, orta kısmında: 2,02-10,97 mg Pb(II)/g adsorbent, iç kısmında: 1,07-8,65 mg Pb(II)/g adsorbent, rejenerasyon sonrası dış kısmında: 2,45-9,51 mg Pb(II)/g adsorbent olarak

hesaplamışlardır.

Kula ve ark. [9] tarafından ZnCl₂ ile doyurulmuş zeytin çekirdeği kullanarak atık sulardan Cd(II) giderimi üzerine araştırma yapılmıştır. Langmuir ve Freundlich modellerini uygulayarak adsorpsiyon kinetiğini ve termodinamik sabitlerini incelemişler, sonuçların her iki model için uygun olduğunu belirlemişlerdir. Aktif karbonun yüzey alanı 790,25 m²/g olarak bulunmuştur. Cd(II) gideriminde en uygun koşulların pH 6,0; derişim 20,0g/L; katı/sıvı oranı 10 ve sıcaklık 45°C olduğunu belirlemişler ve sonuçların Langmuir ve Freundlich modellerine uyum sağladığını saptamışlardır. Kadmiyum atom yarıçapının kalsiyuma yakın olması nedeniyle, bağırsaklarda kalsiyum olarak emilip kana karışır ve ağır metal olduğu için vücuttan atılmaz. Kemiklerde kalsiyum yerine birikmesi önemlidir [10,11].

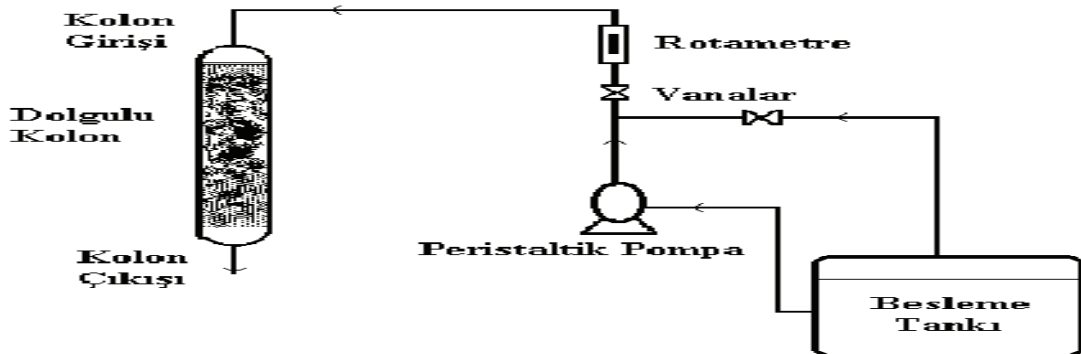
Anwar ve ark. [12], tarafından adsorbent olarak toz haline getirilmiş muz kabukları kullanılarak gerçekleştirilen çalışmalarında, kadmiyum (II) ve kurşun (II) iyonlarının gram adsorbent başına maksimum adsorplanan miktarları miligram olarak sırasıyla 5,71 mg Cd(II)/g adsorbent ve 2,19 mg Pb (II) /g adsorbent olarak hesaplanmıştır.

Vijayakumari ve Srinivasan [13], su ve atıksudan kadmiyum iyonlarının bikarbonatla işlem görmüş hindistan cevizi ile ticari aktif karbon üzerine adsorpsiyonun incelenmiş, adsorpsiyon izotermi her iki adsorbent için de Langmuir ve Freundlich ile geliştirilmiş reaksiyon mekanizması birinci derece tersinir hız eşitliği ile belirlenmiştir.

Bu çalışmada, sulu çözeltilerdeki kadmiyum iyonlarının at kestanesi ve meşe palamudu üzerine adsorpsiyonu çalışılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

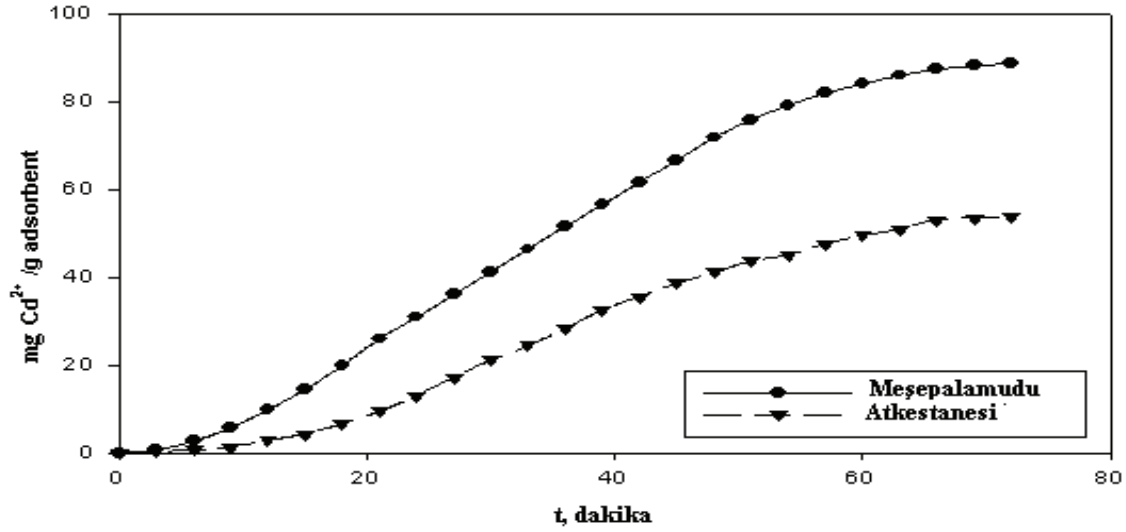
Adsorbent olarak kullanılan, meşe palamudu ve at kestanesi her biri ayrı ayrı olarak önce kırıldı ve yaklaşık 5,00 mm büyüklüğünde olanlar dolgu olarak kullanıldı ve dolgu yüksekliği 15 cm olan dolgulu kolon hazırlandı. Adsorbentler iç kısmı payreks cam ile kaplı çelik kolona ayrı ayrı dolduruldu. Deney düzeneği şematik olarak Şekil 1'de verildi. Her iki



Şekil 1. Deneysel düzeneği (Scheme of the experimental setup)

Tablo 1. Deney şartları (Experimental conditions)

Sıcaklık, K	291
Kolon boyu, m	0,25
Kolon çapı, m	0,055
Dolgu çapı, m	>0,00 5
Dolgu yüksekliği, m	0,15
Sıvı akış hızı, kg/m ² s	25,25
Çözelti konsantrasyonu, mg/L	4,86
PH	7,0
Dolgu tipi	Granül
Dolgu cinsi	At kestanesi ve meşe palamudu

**Şekil 2.** Kadmiyumun at kestanesi ve meşe palamudu üzerine adsorpsiyonuna dolgu tipinin etkisi (Effect of packing type on cadmium adsorption on oak valonia and horse chestnut)

adsorbentin Nova 2000 e model BET cihazıyla tespit edilen özgül yüzey alanları oldukça düşük ve Quantocroma Autoscan 60 model Mercury porosimetre ile poroziteleri sıfıra yakın bulundu.

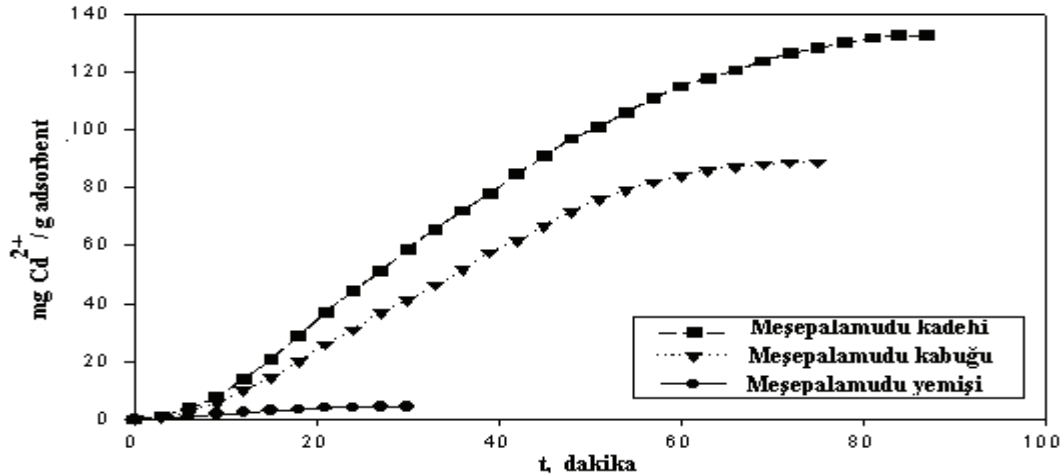
Kadmiyum nitratin damıtık suda çözülmesiyle hazırlanan 4,86 mg/L'lik kadmiyum çözeltisi, peristaltik pompa yardımıyla 25,25 kg/m²s hızla dolgulu kolona, kolonun üst kısmından beslendi. Deney şartları Tablo 1'de verildi. Kolonun alt kısmından her 5 dakikada bir alınan numunedeki kadmiyum miktarı ditizon metoduyla tespit edilerek kolon içerisinde birim kütlede at kestanesi ve meşe palamudu üzerine adsorplanan kadmiyum miktarı ayrı bulundu.

3. SONUÇ VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Şekil 2'den at kestanesi ve meşe palamudunun her ikisinin de sulu çözeltilerden kadmiyum giderilmesinde yüksek adsorplama kapasitesine sahip olduğu görülmektedir. Eğrinin altındaki alanlar at kestanesi ve meşe palamudunun birim kütlesi başına adsorplanan kadmiyum miktarını vermektedir. Bu alan Simson kuralından yararlanılarak hesaplandı ve meşe palamudunun 26,32 mg kadmiyum/g adsorbent,

at kestanesinin ise 14,59 mg kadmiyum/g adsorbent adsorplama kapasitelerine sahip olduğu bulundu. Bulunan sonuçlar literatürle uyumludur [14,15]. Her iki adsorbentin de atksulardaki kadmiyum için uygun adsorbent olduğu, ancak meşe palamudunun, at kestanesine göre sularındaki kadmiyumun dolgulu kolonlarda giderilmesinde daha iyi bir adsorbent olduğu görülmektedir. Adsorbent olarak kullanılan gerek at kestanesi gerekse meşe palamudu yüksek tanen içeriğine sahiptir [16,17]. Tanenler ağır metaller için yüksek bağlama kapasitesine olup, doğada yüksek oranda mevcuttur.

Meşe palamudu, kadmiyumun giderilmesinde daha iyi bir adsorbent olduğu için deneylere bu adsorbentle devam edildi. Şekil 3'de meşe palamudunun kadeh, kabuk ve yemiş kısımlarındaki adsorpsiyon kapasiteleri verilmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi meşe palamudunun kadeh kısmı çok daha yüksek kadmiyum adsorpsiyon kapasitesine sahiptir. Meşe palamudu kadeh kısmının 40,24, kabuki kısmının 26,32, yemiş kısmının ise 0,15 mg kadmiyum/g adsorbent adsorplama kapasitelerine sahip olduğu bulundu. Bu sonuç, yemişten kadehe doğru gidildikçe adsorplama kapasitesinin arttığını gösterir ki bu artışın bu kısımlarda artan tanen oranı ile paralel olduğu görülmüştür [8,16].



Şekil 3. Kadmiyumun meşe palamudunun çeşitli kısımları üzerine adsorpsiyonunun (Cadmium adsorption on different layers of oak valonia.)

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Aksu, A., Murathan A., Koçyiğit H., Reaktif mavi 221'in ponza ile adsorpsiyonu ve kinetiği, **J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ**, 26(4), 807-812, 2011.
2. Gürü, M., Venedik D., Murathan Selek A., Removal of trivalent chromium from water using low cost natural diatomite, **J. Hazardous Materials**, 160, 318-323, 2008.
3. Özcan, A.S., Doğal bentonitin karakterizasyonu ve kurşun(II) iyonlarını adsorpsiyon yeteneği, **BAÜ Fen Bil. Enst. Dergisi**, 12(2) 85-97, 2010.
4. Selek Murathan, A., Yıldırım, E., Co-treatment of industrial and residential wastewater by activated sludge process for reduced organic loading on Porsuk River Turkey, **Fresen. Env. Bull**, 10 (11), 809-813, 2001.
5. Mohanty, K., Das, D., Biswas, M.N., Adsorption of phenol from aqueous solutions using activated carbons prepared from *Tectona grandis* sawdust by ZnCl₂ activation, **Chemical Engineering Journal**, 115, 121-131, 2005.
6. Bhattacharyya, K.G., Susmita S.G., Adsorption of a few heavy metals on natural and modified kaolinite and montmorillonite, **J. Colloid and Interface Science**, 140, 114-131, 2008.
7. Özcan, A.S., Gök, Ö., Özcan A., Adsorption of lead(II) ions onto 8-hydroxy quinoline-immobilized bentonite, **J. Hazardous Materials**, 161, 499-509, 2009.
8. Murathan, A.S., Bütün, M., Removal of lead ions from dilute aqueous solution in packed column by using natural fruit shells through adsorption **Fresen. Env. Bull**, 15 (12A): 1491-1498, 2006.
9. Kula, İ., Uğurlu, M., Karaoğlu, H., ve Çelik, A., Adsorption of Cd(II) ions from aqueous solutions using activated carbon prepared from olive stone by ZnCl₂ activation, **Bioresource Technology**, 99, 492-501, 2008.
10. Meena, A.K., Kadirvelu, K., Mishraa, G.K., Rajagopal, C. and Nagar, P.N., Adsorption of Pb(II) and Cd(II), metal ions from aqueous solutions by mustard husk, **J. Hazardous Materials**, 150, 619-625, 2008.
11. Garg, U., Kaur, M.P., Jawa, G.K., Sud, D., Garg, V.K., Removal of cadmium (II) from aqueous solutions by adsorption on agricultural waste biomass, **J. Hazardous Materials**, 154, 1149-1157, 2008.
12. Anwar, J., Shafique, U., Zaman, W. ; Salman, M., Dar, A., Anwar, S., Removal of Pb(II) and Cd(II) from water by adsorption on peels of banana, **Bioresource Technology**, 101, 1752-1755, 2009.
13. Vijayakumari, N., Srinivasan, K, Removal of cadmium(II) from aqueous solution by bicarbonate modified coconut ollcake residue carbon, **Asian Journal of Chemistry** 24, 1621-1626, 2012.
14. Murathan A.S., Removal of strontium, aluminium, manganese and iron ions from aqueous solutions in packed beds, **Fresen. Env. Bull.**, 13(6), 1-4, 2004.
15. Murathan A., Removal of heavy metal ions from aqueous solutions in fixed beds by using horse chestnut and oak valonia, **Fresen. Env. Bull.**, 14(4), 296-299, 2005.
16. Haslam E., **Chemistry of Vegetable Tannins**, Academic Press, London, 1966.
17. Kandemir A., Beyazoğlu, O., The medical and economic plants of the Köse Mountains (Gümüşhane), **SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 6(3) 148-157, 2002.