

**Nitrofenollerin Alkali Blue 6B Takılı
Polimerik Mikroküreler Kullanılarak Sulu
Ortandan Uzaklaştırılması**

Dr. Mustafa UÇAR

Başlama Tarihi :2001

Proje No: 20010705039

Bitiş Tarihi : 2003

Rapor Tarihi : 20.06.2003

Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Ankara - 2003

Projenin Türkçe Adı: Nitrofenollerin Alkali Blue 6B Takılı Polimerik
Mikroküreler Kullanılarak Sulu Ortamdan
Uzaklaştırılması

Projenin İngilizce Adı: Removal of Several Nitrophenols from Aqueous
Solutions Using Alkali Blue 6B Carrying
Microspheres

ÖZET

Bu çalışmada, sulu çözeltilerden fenol ve nitrofenollerin (2-nitrofenol, 4-nitrofenol ve 2,4-nitrofenol gibi) Alkali Blue 6B takılı poli(HEMA-EDGA) mikroküreleri gibi yeni bir adsorplayıcı madde kullanılarak uzaklaştırılması incelenmiştir. Poli(HEMA) mikroküreleri, başlatıcı olarak azobisizobutironitril kullanılarak modifiye edilmiş süspansiyon polimerizasyonu ile hazırlanmıştır. Kükürt ve azot analizleri ile, gram polimerin 23,6 µmol Alkali Blue 6B bağladığı ve adsorpsiyon-desorpsiyon çalışmalarında Alkali Blue 6B nin şişme oranının % 55 civarında olduğu saptanmıştır. Fenol ve nitrofenollerin adsorpsiyonun çok hızlı yürüdüğü ve 20 dakikada denge zamanına ulaştığı görülmüştür. Alkali Blue 6B taşıyıcı mikroküreler üzerinde, fenol ve nitrofenollerin maksimum adsorpsiyon değerleri, sırasıyla fenol için 145,2 µmol/g, 4-nitrofenol için 112,6 µmol/g, 2-nitrofenol için 104,3 µmol/g ve 2,4-dinitrofenol için 87,8 µmol/g olarak bulunmuştur. Afinite sırası 2,4-dinitrofenol > 2-nitrofenol > 4-nitrofenol > fenol sırasında azalmaktadır. Fenol ve nitrofenollerin adsorpsiyonu pH'ın artmasıyla azalmaktadır. Fenol ve nitrofenollerin desorpsiyonu için % 30 luk metanol çözeltisi kullanılmıştır. Alkali Blue 6B bağlı poli(HEMA) mikrokürelerinin adsorpsiyon kapasitesinde kayda değer bir azalma olmadan 4-5 kez kullanılabileceği görülmüştür.

Abstract

Alkali Blue 6B-attached poly(2-hydroxyethylmethacrylate) (PHEMA) microbeads were investigated as dye-affinity adsorbents for removal of phenol and nitro-phenols (i.e., 2-nitrophenol, 4-nitrophenol and 2,4-dinitrophenol) from aqueous solutions. PHEMA microbeads were prepared by radical-suspension polymerization of HEMA in the presence of an azobisisobutyronitrile as initiator. These microbeads with a swelling ratio of 55%, and carrying 23.6 μmol Alkali Blue 6B/g polymer were then used in the removal of phenol and nitrophenols from aqueous media. Adsorption is fast in all cases (equilibrium time: 20 min). The maximum adsorptions of phenols onto the Alkali Blue 6B carrying microbeads were 145.2 $\mu\text{mol/g}$ for phenol, 87.8 $\mu\text{mol/g}$ for 2,4-dinitrophenol, 112.6 $\mu\text{mol/g}$ for 4-nitrophenol and 104.3 $\mu\text{mol/g}$ for 2-nitrophenol. The affinity order was as follows: phenol > 4-nitrophenol > 2-nitrophenol > 2,4-dinitro-phenol. The adsorption of nitrophenols decreased with increasing pH. Desorption of nitrophenols was achieved using methanol solution (30%, v/v). The Alkali Blue 6B-carrying microbeads are suitable for repeated use for more than five cycles without noticeable loss of adsorption capacity.

II. AMAÇ VE KAPSAM

Son yıllarda hızlı nüfus artışı ve endüstrileşme sonucunda çevre kirlenmesi önemli bir sorun haline gelmiştir. Çevre kirliliğinin önüne geçmek, yaşanabilir bir çevre ve ortam oluşturmak amacıyla; kimyasal, fiziksel ve biyolojik arıtım gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Ancak, fenol ve nitrofenoller gibi son derece zehirli organik bileşiklerin arıtımında çeşitli sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, fenol ve nitrofenollerin kesikli sistemde sulu ortamdan uzaklaştırılması gerçekleştirilmiştir.

Fenol ve nitrofenollerin adsorpsiyon hızı ve denge adsorpsiyon zamanı belirlendikten sonra adsorpsiyon hızına pH etkisi ve boya takılı hidrojenlerin yeniden kullanılabilirliği araştırılmıştır. Boya takılı hidrojenlere, nitrofenollerin adsorpsiyonu, başlangıç derişimi ve pH, etkisi incelenmiş ayrıca, denge adsorpsiyon süreleri de belirlenmiştir.

Fenol ve nitrofenoller, su ortamında oldukça düşük derişimlerde bile suda yaşayan canlılarda toksik etki göstermektedir. Fenol ve türevleri, atık sularda bulunan en yaygın kirleticilerdir. Bu bileşikler, demir çelik, kömür, petrokimya, çözücü, boya, ilaç ve kağıt endüstrileri atık sularıyla alıcı ortamlara taşınmaktadır [1-3]. EPA “Environmental Protection Agency” (Çevre Koruma Ajansı, ABD) tarafından önemli kirleticiler olarak sınıflandırılan nitrofenollerin, su ortamından uzaklaştırılması ve tayini oldukça önem kazanmıştır.

Fenol ve nitrofenollerin su ortamından uzaklaştırılmalarında; biyolojik arıtma, aktif karbon adsorpsiyonu ve çözücü ekstraksiyonu gibi teknikler kullanılmaktadır. Ancak, bir çok araştırmacı bu metotların ekonomik ve pratik olmadığını, yeni ve etkin adsorbanların kullanılabilmesini belirtmektedir. Günümüzde bu bileşiklerin su ortamından uzaklaştırılmalarında, polimerlerin kullanıldığı adsorpsiyon sistemleri de dikkat çekmektedir [4-9].

Alkali Blue 6B takılı poli(HEMA) mikrokürelere adsorplanan fenol ve nitrofenollerin desorpsiyonu için metanol kullanılmıştır. Metanollü Alkali Blue 6B takılı poli(HEMA) polimerinin adsorpladığı nitrofenoller yeniden çözelti ortamına geçmektedir. Polimer bazı ön işlemlerden geçirildikten sonra kurutularak yeniden kullanılmıştır. Bu işlemler tekrar edilerek, aynı polimerin en az 4-5 kez kullanılabilmesi bulunmuştur [10].

III. MATERYAL VE YÖNTEM

Laboratuvarda hazırlanmış olan fenol ve nitrofenol içeren atık suya, Alkali Blue 6B takılı poli(HEMA) mikroküreleri belirli bir miktarda eklenerek adsorpsiyon denge zamanı ve en fazla adsorpsiyonun olduğu pH belirlenmiştir. Fenol ve nitrofenol içeren atık su örnekleri belirli bir süre magnetik karıştırıcıda karıştırıldıktan sonra absorbanları UV/Vis spektrofotometresi ve seçimli adsorpsiyonları HPLC ile incelenmiştir. Absorbans değerlerinden faydalanılarak, kullanılan polimerin adsorpladığı fenol ve nitrofenol miktarları bulunmuştur.

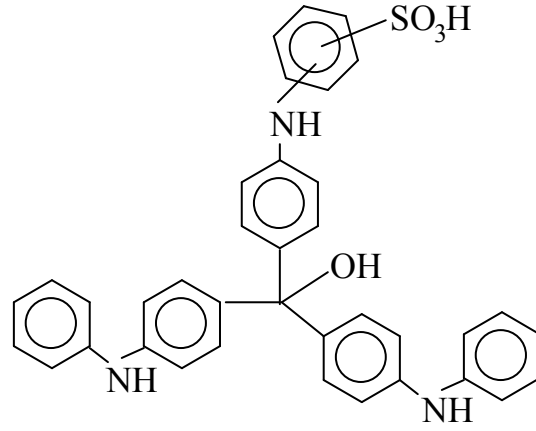
Sorbentin Hazırlanması

Poli(HEMA) mikrokürelere, 2-hidroksimetilmetakrilat (HEMA, Sigma, St. Louis, MO, USA) ve etilenglikoldimetakrilatın (EGDMA, Rohm, Germany) sulu ortamda radikalik süspansiyon polimerizasyonu ile hazırlanmışlardır [11-14]. Benzoil peroksit (BPO) ve polivinil alkol (PVA) (Aldrich, Rockford, IL, USA) başlatıcı ve stabilizör olarak kullanılmıştır. Seyreltici olarak toluenden (Merck, AG, Darmstadt, Germany) yararlanılmış ve dispersiyon ortamı olarak su kullanılmıştır. Mikrokürelere 150-200 µm çapta ve dar bir boyut aralığında hazırlanabilmesi için optimum koşullar belirlenmiş ve polimerizasyon 600 rpm'de 65 °C'da 4 saat ve 90 °C'da 2 saatte tamamlanmıştır [11]. Polimerik mikrokürelere, oda sıcaklığına getirilen çözeltilerden süzülerek safsızlıklar uzaklaştırılmıştır.

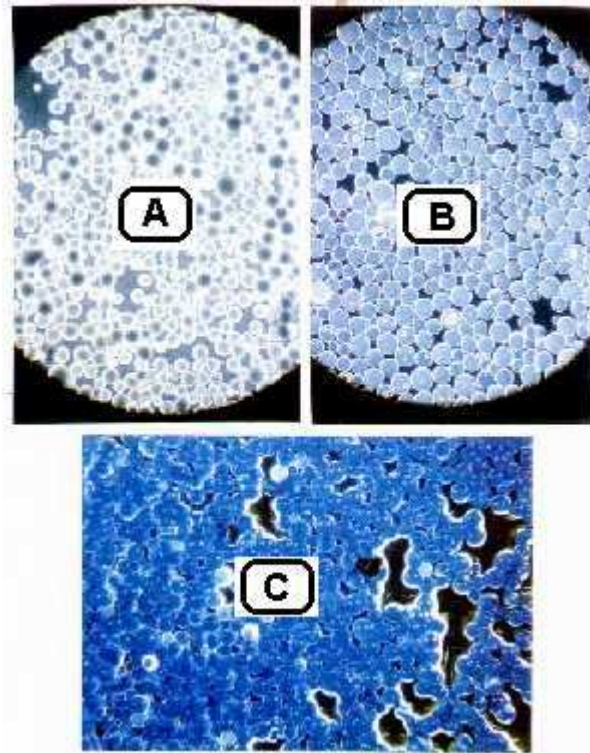
Bu çalışmada ligand olarak Alkali Blue 6B kullanılmış ve 1 M NaOH içeren ortamda hazırlanan 4 mg/mL'lik Alkali Blue 6B çözeltisinin 100 mL'sine 3 g mikroküre ilave edilmiştir. Polimerizasyon 80 °C'de 4 saatte 400 rpm'de tamamlanmıştır.

Çözeltideki Alkali Blue 6B derişimi 630 nm'de belirlenmiştir. Ayrıca mikrokürelere immobilize olan boya miktarı elementel analiz cihazı ile azot ve kükürt miktarları belirlenerek değerlendirilmiştir.

Fenol ve nitrofenollerin su ortamından uzaklaştırılmasında kullanılan ligandın kimyasal yapısı ve optik mikroskop fotoğrafı sırasıyla Şekil 1 ve Şekil 2'de verilmiştir.



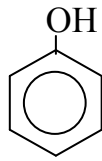
Şekil 1. Alkali Blue 6B'nin Kimyasal Yapısı



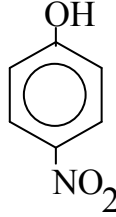
Şekil 2. Alkali Blue 6B'nin Optik Mikroskop Görüntüsü
 (A) Kuru poli(EGDMA-HEMA) mikroküreleri;
 (B) Şişmiş poli(EGDMA-HEMA) mikroküreleri;
 (C) Adsorpsiyon yapmış poli(EGDMA-HEMA) mikroküreleri.
 (Büyütme: 100 X)

Kullanılan Kimyasallar

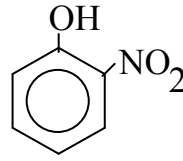
Bu çalışmada kullanılan fenol ve nitrofenollerin kimyasal yapıları aşağıda verilmiştir.



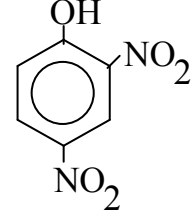
(I)



(II)



(III)



(IV)

(I) fenol, (II) 4-nitrofenol, (III) 2-nitrofenol, (IV) 2,4-dinitrofenol.

Fenol, 4-nitrofenol, 2-nitrofenol, 2,4-dinitrofenollerin stok çözeltileri 400 mg/L olacak şekilde günlük olarak hazırlanmıştır.

IV. ANALİZ VE BULGULAR

Fenol ve nitrofenollerin spektrofotometrik özellikleri saf su ortamında değişik pH'larda incelendikten sonra en fazla adsorpsiyonun olduğu pH belirlenmiştir.

Bu projede, şimdiye kadar denenmemiş ve yeni sentezlenmiş Alkali Blue 6B takılı poli(HEMA) polimeri kullanılmıştır. Poli(HEMA-EDGA) mikroküreleri, 2-hidroksimetil metakrilat ve etilenglikoldimetakrilatın sulu ortamdaki radikalik süspansiyon polimerizasyonu ile hazırlanmıştır. Benzoil peroksit ve polivinil alkol sırasıyla başlatıcı ve stabilizör olarak kullanılmıştır.

Poli(HEMA) esaslı mikroküreler hidrofilik yapıdadır. Denge şişme oranı yaklaşık % 55'dir. Alkali Blue 6B boyar maddesi boya ligandı olarak seçilmiş ve poli(HEMA) mikrokürelere bağlanmıştır. Kükürt ve azot analizleri ile gram polimerin 23,6 µmol Alkali Blue 6B bağladığı belirlenmiştir. Bu değer erişilen en yüksek değerdir. Adsorpsiyon ve desorpsiyon aşamalarında boya salınımının olmadığı belirlenmiştir.

Adsorpsiyon (denge adsorpsiyonu) zamanı belirlendikten sonra adsorplanan fenol ve nitrofenol miktarlarının (µmol/g polimer) zamanla değişimi incelenmiştir.

Adsorplanan fenol ve nitrofenollerin miktarı aşağıda verilen bağıntı ile hesaplanmıştır [15-16].

$$Q = (C_o - C_A)V / m$$

Bu eşitlikte Q, mikrokürelere adsorplanan fenol veya nitrofenol miktarı ($\mu\text{mol/g}$ polimer); C_o ve C_A sırasıyla başlangıç ve adsorpsiyondan sonra çözeltideki fenol ve nitrofenol derişimleri ($\mu\text{mol/L}$), V, deneyde kullanılan sulu fazın hacmi (L) ve m, adsorpsiyon denemesinde kullanılan boya bağı polimerin gram olarak miktarıdır.

Alkali Blue 6B taşıyan mikrokürelere tekrar kullanılabilirliklerini incelemek amacıyla, adsorpsiyon denemesinde kullanılan polimer metanol-su karışımı ile muamele edilerek rejenerasyon olanağı incelenmiştir.

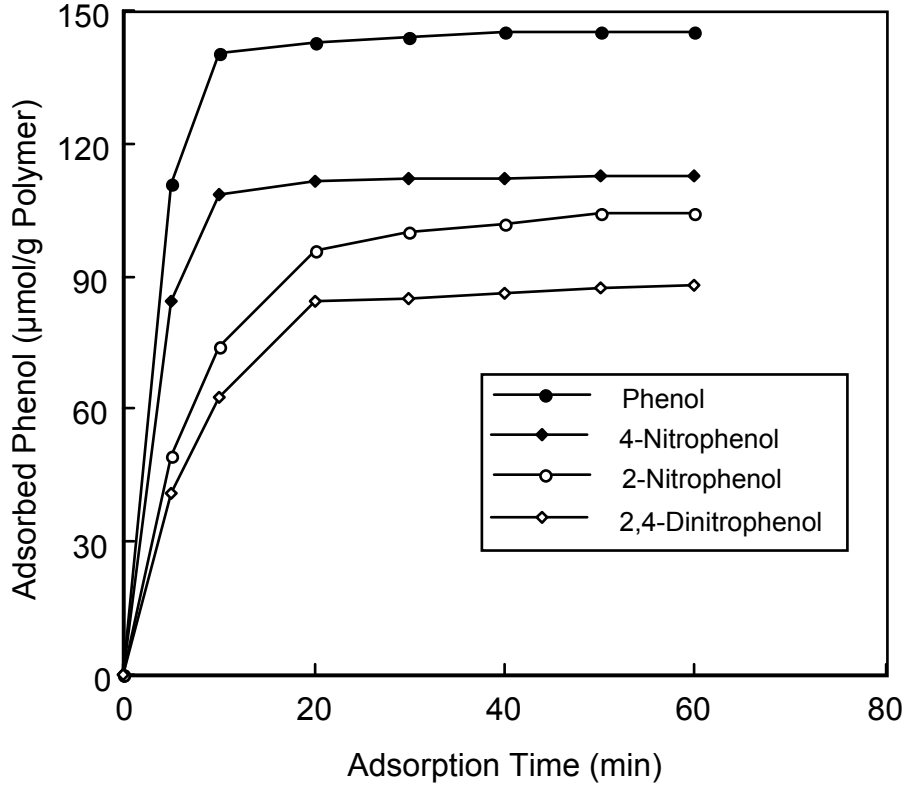
Sulu fazdaki fenol ve nitrofenollerin derişimleri UV/VIS spektrofotometre ile belirlenmiştir. Bu amaçla JENWAY 6105 UV/VIS spektrofotometre cihazı kullanılmış ve her bir bileşik için kendine özgü absorbans dalga boyunda çalışılmıştır.

Alkali Blue 6B taşıyan mikrokürelere tekrar kullanılabilme imkanını incelemek için adsorpsiyon denemesinde kullanılan polimer % 30 (v/v) metanol çözeltisi ile muamele edilmiş ve rejenerasyon olanağı incelenmiştir.

Desorpsiyon oranı, mikrokürelere başlangıç miktarı ve desorpsiyon ortamında son fenol ve nitrofenol derişimi ölçülerek hesaplanmıştır.

Denge Zamanının Belirlenmesi ve Adsorpsiyonun Zamanla Değişimi

Fenol ve nitrofenollerin kesikli adsorpsiyon denge çalışmaları her bir fenol için sulu çözeltide incelenmiştir. Bu çalışmada fenol ve nitrofenollerin başlangıç derişiminin ve ortam pH'ının adsorpsiyon hızı ve kapasitesine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla fenol ve nitrofenollerin 400 mg/L derişimdeki çözeltilerinin 20 mL'sine (10 mL saf su + 10 mL stok çözelti) 100 mg mikroküre ilave edilerek (pH aralığı 2,0-12,0; HCl veya NaOH ile pH ayarı) oda sıcaklığında 600 rpm'de karıştırma ile adsorpsiyonları incelenmiştir. Adsorpsiyon zamanı olarak 20 dakikanın (denge adsorpsiyon zamanı) yeterli olduğu belirlenmiştir. Adsorplanan fenol ve nitrofenol miktarının ($\mu\text{mol/g}$) zamanla değişimi Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Alkali Blue 6B taşıyan poli(HEMA) mikrokürelere adsorplanan fenol ve nitrofenollerin adsorplanan miktarlarının ($\mu\text{mol/g}$) zaman ile değişimi (Başlangıç derişimi 400 mg/L; $t = 20^\circ\text{C}$ ve karıştırma hızı 600 rpm).

Fenollerin adsorpsiyonlarının kinetik çalışmalarında Yenkie ve Natarajan [17] 4 saati yeterli bulmuştur. Ravi ve arkadaşları [18] fenol ve krezol izomerlerinin aktif karbon ile adsorpsiyonları için 20 saati denge adsorpsiyon zamanı olarak önermektedir. Furuya ve arkadaşları [19] granül aktif karbonda nitrofenol ve klorofenollerin denge zamanı olarak 2 haftayı belirtmektedirler. Shu ve arkadaşları [20] alümina silikat esaslı mikrogözenekli malzemeleri sorbent olarak kullandıkları çalışma için 48 saati kısa dengeleme süresi olarak belirtmektedirler. Gözenekli polimerik iyon değiştirici reçineyi, fenol ve klorofenoller için sorbent olarak kullanan Streat ve Sweetland [21] 20 günü dengeleme periyodu olarak rapor etmişlerdir. Gupta ve arkadaşları [22] fenol ve 4-nitrofenolün adsorpsiyonunu baca külleri ile inceledikleri çalışmalarında denge süresini 24 saat olarak belirtmektedirler.

Literatürde fenolik bileşiklerin, fenol, 2-klorofenol, 4-nitrofenol, 2,4-dinitrofenol, pirogallol, pirokatekol ve rezorsinollerin uzaklaştırılmasında farklı

adsorbanların kullanıldığı dikkat çekmektedir. Singh ve Mishra [23] demir(III) hidroksiti adsorban olarak kullanmışlardır. Adsorplama kapasitesi 14,7-76,5 $\mu\text{mol/g}$ düzeyindedir.

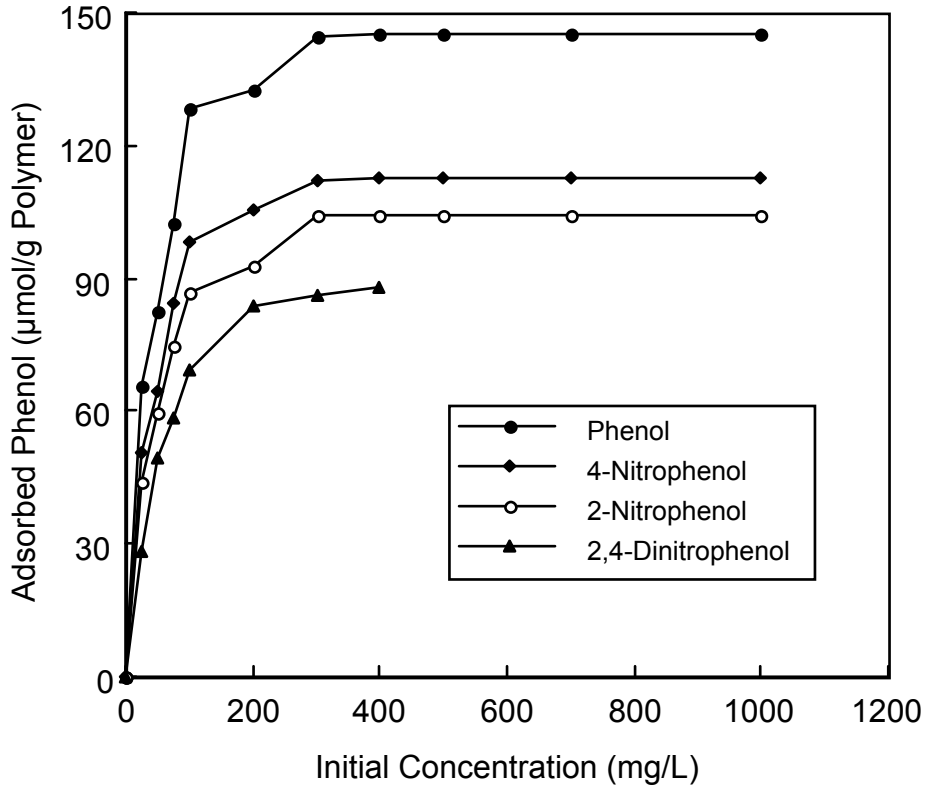
Adsorpsiyon hızını belirleyen muhtelif parametreler (karıştırma veya akış hızı, sorbentin porozitesi, ve yüzey alanı) ve sorbent miktarı ile ilgili yeterli bilgi mevcut olmadığından kendi çalışmamızdaki adsorpsiyon hızlarını karşılaştırmak mümkün olmamıştır. Ancak boya bağlı mikrokürelere ile elde edilen adsorpsiyon hızının son derece yeterli olduğunu söyleyebiliriz.

Fenol ve Nitrofenollerin Adsorpsiyon Hızına Başlangıç Derişiminin Etkisi

Alkali Blue 6B bağlı mikrokürelere fenol ve nitrofenollerin adsorpsiyon kapasitelerinin, fenol ve nitrofenol başlangıç derişimi ile belirgin ölçüde arttığı görülmektedir. Bu duruma örnek olarak, Şekil 4 de polimer tarafından fenol ve nitrofenollerin adsorplanmasının başlangıç derişimiyle değişim grafiği verilmiştir.

Boya bağlı mikrokürelere fenol ve nitrofenollerin adsorpsiyonlarında denge zamanı, 400 mg/L başlangıç derişiminde her bir fenol ve nitrofenol için belirlenmiştir. Bu maddelerin adsorpsiyonu başlangıçta son derece hızlıdır ve 20 dakika içinde doygunluk düzeyine erişilmektedir (Şekil 3). Adsorpsiyon hızı, fenol > 4-nitrofenol > 2-nitrofenol > 2,4-nitrofenol sırasında azalmaktadır (pH=2). Fenol ve nitrofenollerin adsorpsiyonları, başlangıç derişimleri yüksek iken oldukça hızlıdır.

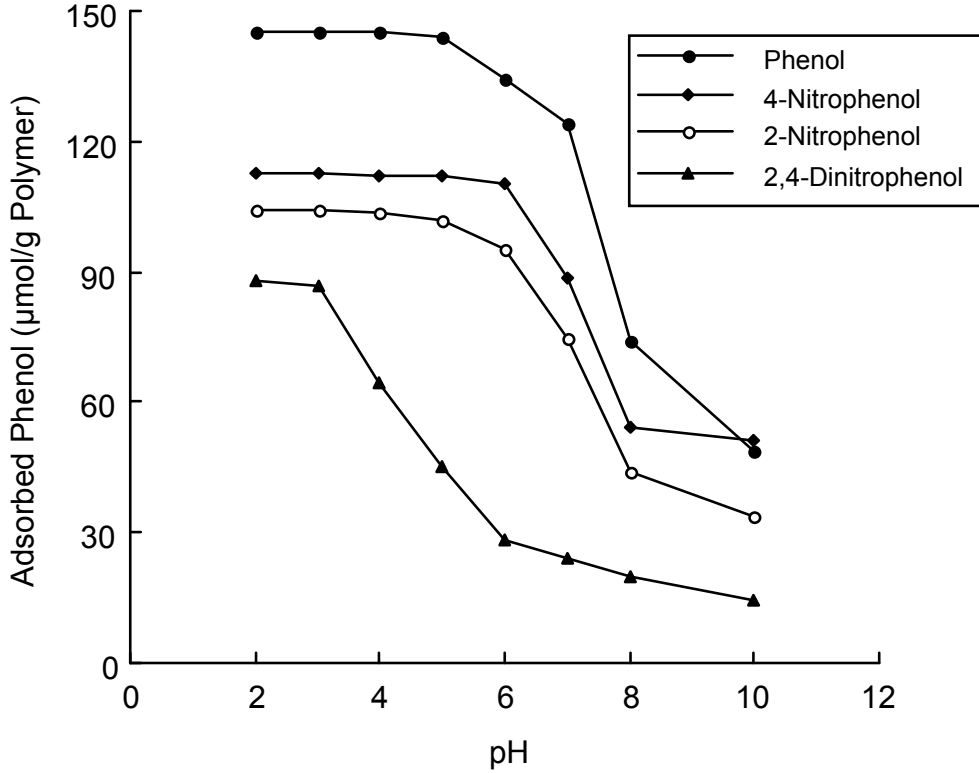
Alkali Blue 6B taşıyan 100 mg mikrokürenin ortam pH'sı 2,0 ve fenol ile nitrofenollerin başlangıç derişimi 400 mg/L olduğunda ve 145,2 $\mu\text{mol/g}$ fenol, 112,6 $\mu\text{mol/g}$ 4-nitrofenol, 104,3 $\mu\text{mol/g}$ 2-nitrofenol ve 87,8 $\mu\text{mol/g}$ 2,4-dinitrofenol adsorpladığı belirlenmiştir. Afinite sırası 2,4-dinitrofenol > 2-nitrofenol > 4-nitrofenol > fenol sırasında artmaktadır. Adsorpsiyon davranışındaki fark, fenol ve nitrofenollerin Alkali Blue 6B ligandında reaktif fonksiyonel gruplara farklı affinitelerinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. Alkali Blue 6B taşıyan poli(HEMA) mikrokürelere adsorplanan değişik başlangıç derişimlerdeki fenol ve nitrofenollerin derişimle değişimi (pH=2,0; m: 100 mg; t= 20 °C; karıştırma hızı 600 rpm).

Fenol ve Nitrofenollerin Adsorsiyon Hızına pH Etkisi

Fenol ve nitrofenollerin adsorpsiyonuna pH etkisi incelenmiş ve Şekil 5'de gösterilmiştir. Şekilden görüldüğü gibi pH arttıkça adsorpsiyon hızı önemli ölçüde azalmaktadır. Bu bileşiklerin adsorpsiyonuna pH etkisi incelenmiş ve adsorpsiyonun, bileşiğin iyonlaşmamış durumda iken daha etkin olduğu görülmüştür. Boya bağlı hidrojjelerin rejenerasyonunun metanol çözeltisi (% 30, v/v) ile yapılabileceği ve adsorpsiyon kapasitesinde bir kayıp olmadan kullanılabilirleri belirlenmiştir.



Şekil 5. Alkali Blue 6B taşıyan poli(HEMA) mikrokürelere adsorplanan fenol ve nitrofenollerin adsorplanan miktarlarının ($\mu\text{mol/g}$) pH ile değişimleri (Başlangıç derişimi 400 mg/L; $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ve karıştırma hızı 600 rpm).

V. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fenolik bileşikleri içeren atık sular ciddi sağlık problemlerine neden olmaktadır. Fenoller çok düşük konsantrasyonlarda bile içme sularının tadını ve kokusunu bozmaktadır. Bazı fenolik bileşiklerin tümör oluşumunu hızlandığı ileri sürülmektedir. Son zamanlarda, fenolik bileşiklerin uzaklaştırılması için polimerik esaslı adsorbanlar geliştirilmektedir. Bu çalışmada poli(HEMA-EDGA) taşıyıcı mikrokürelere 23,6 μmol Alkali Blue 6B g/polimer, fenol, 2-nitrofenol, 4-dinitrofenol ve 2,4-dinitrofenol gibi nitrofenollerin sulu çözeltilerinden uzaklaştırılması için kullanılmıştır.

Bu çalışmada, aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir: Mikrokürelere tek bir çözeltilerden elde edilen maksimum adsorpsiyon kapasiteleri 145,2 $\mu\text{mol/g}$ fenol, 112,6

$\mu\text{mol/g}$ 4-nitrofenol, $104,3 \mu\text{mol/g}$ 2-nitrofenol ve $87,8 \mu\text{mol/g}$ 2,4-dinitrofenol adsorpladığı belirlenmiştir. Fenol ve nitrofenollerin adsorpsiyonu pH'ın artmasıyla azalmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada kullanılan adsorban sisteminin; laboratuvar ölçekli çalışmalar için ucuz, basit ve hızlı olduğu, atık sulardaki fenol ve nitrofenol türevlerinin uzaklaştırılması veya derişimlerinin minimuma indirgenmesinde kullanılmasının uygun olacağı ve sistemin endüstriyel ölçeklemeye uygulanabileceği önerilmektedir.

Bu çalışma ile atık sular içindeki fenol ve nitrofenollerin, düşük maliyetli ve kolay bir yöntemle uzaklaştırılması sağlanmıştır. Projenin, büyük çaplarda ölçeklendirilmesi ile ülke ekonomisine, çevre korunmasına, atık su arıtım teknolojisine ve de literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

VI. KAYNAKLAR

1. Patterson, J. W: *Wastewater Treatment Technology*, Ann Arbor Science, USA, 1977.
2. Bülbül, G. and Aksu, Z., *Turkish J. Eng. Environ. Sci.* 1997, **21**, 175-181.
3. Chitra, S. and Chandrakasan, G., *J. Environ. Sci. Health*, 1996, **A31** (3), 599-619.
4. Dapaah, S. Y. and Hill, G. A., *Biotech. Bioeng.* 1992, **40**, 1353-1358.
5. Perrich, J. R., *Activated Carbon Adsorption for Wastewater Treatment*, CRC Press, Boca Raton, FL, 1981.
6. Brasquet, C., Roussy, J., *Environ. Technol.*, 1996, **17**,1245-1252.
7. Kumar, S., Upadhyay, S.N. and Upadhyay, Y.D., *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 1987, **37**, 281-290.
8. Binay, K.S., and Narendra, S.R., *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 1994, **61**, 307-317.
9. Munaf, E., Zein, R., Kurniadi, R. and Kurniadi, I., *Environ. Technol.*, 1997, **18**, 355-358.
10. Denizli, A., Özkan, G., and Uçar, M., *J. Appl. Polymer Sci.*, 2002, **83** (11), 2411-2418.
11. Denizli, A., Rad, Y., Pişkin, E., *J. Chromatogr. B.*, 1995, **668**,13.
12. Denizli, A., Köktürk, G., Yavuz, G., Pişkin, E., *J. Appl. Polym. Sci.*, 1999, **74**, 2803.
13. Denizli, A., Büyüktuncel, E., Genç, Ö., Pişkin., *E. Anal. Lett.*, 1998 **31**, 2791.

14. Denizli, A., Pişkin, E., *J. Chromatogr. B*, 1995, **670**, 215.
15. Shuler, M.L. & Kargi, F., *Bioprocess Engineering Basic Concepts*, Prentice Hall, New Jersey, 1992.
16. Weber, W.J., *Physicochemical Process for Water Quality Control*, Wiley, New York 1972.
17. Yenkie, M.K.N., Natarajan, G.S., *Sep. Sci. Technol.*, 1993, **28**, 1177.
18. Ravi, V.P., Jasra, R.V. and Bhat, R.S.G. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 1998, **71**, 173.
19. Furuya, E.G., Chang, H.T., Miura, Y. and Noll, K.E. *Sep. Purif. Technol.*, 1997, **111**, 69.
20. Shu, H.T., Scala, D.Li, A.A., Ma, Y.H. *Sep. Purif. Technol.*, 1997, **11**, 27.
21. Streat, M., and Sweetland, L.A., *React. Funct. Polym.*, 1997, **35**, 99.
22. Gupta, V.K., Sharma, S., Yadav, Mohan, D. *J. Chem. Technol. Biotechnol.*, 1998, **71**, 180.
23. Singh, D.K., and Mishra, A. *Sep. Sci. Technol.*, 1993, **28**, 1923.

VII. EKLER

a) Mali Bilanço ve Açıklamaları

300 kodlu

1. 10/04/2001, Alevli analiz ve Grafit Fırın ile analiz (A.Ü. Döner Sermaye İş.Müd) 498,420,000 TL
2. 05/07/2001, NMR ve GS/MS Analizi (Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, TÜBİTAK) 750,000,000 TL
3. 06/12/2001, 1 kalem analiz (TÜBİTAK) 330,000,000 TL
4. 09/10/2002, 7 kalem kimyasal 449,580,000 TL
5. 18/10/2002, 5 kalem analiz Tübitak 1,500,000,000 TL
6. 25/11/2002, 5 kalem malzeme (Kılavuz Paz) 130,380,000 TL
7. 2003, 1 kalem Kimyasal madde (Biostar) 163,670,000 TL

300 kodlu gider toplamı: 3,822,050,000 TL

400 kodlu

1. 02/04/2001, Kimyasal Malzeme alımı (Sesa elek.San. Ltd. Şti) 254,860,000 TL
2. 16/04/2001, Avans Mustafa UÇAR 16 Kalem Kırtasiye malz.(Best Kırt. Bilge Elek,Kılavuz Kırt.) 145,000,000 TL
3. 12/07/2001, 7 Kalem Tük.Malz. (Global Ltd.Şti) 496,780,000 TL
4. 18/07/2001, 13 kalem kimyasal malz. alımı (Birkim Ltd.Şti) 789,190,000 TL
5. 09/11/2001, 2 kalem malzeme alımı, vorteks ve küvet (Birkim Medikal) 417,720,000 TL

400 kodlu gider toplamı: 2,103,550,000 TL

600 kodlu:

1. 10/04/2001, Karıştırıcı 6 lı velp marka (Birkim Ltd.Şti) 374,400,000 TL.

600 gider toplamı: 374,400,000 TL

300+400+600 kodlu kalemler toplamı: 6,300,000,000 TL

b) **Makine ve Teçhizatın Konumu ve İlerideki Kullanımına Dair Açıklamalar:**
Makine ve teçhizat çalışır durumda ve Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümü Analitik Kimya Laboratuvarında kullanılmaktadır (Vorteks, Product No: 002262, 6'lı magnetik karıştırıcı, VELP Marka Cod: 10.0177).

c) **Teknik ve Bilimsel Ayrıntılar.**

d) **Sunumlar:**

M. Uçar, A Karabakan ve A. Denizli. "Deminerale düşük kaliteli Türk linyitleri ile Klorofenollerin adsorpsiyonunun kesikli sistemde incelenmesi". 2. *Ulusal Kromatografi Kongresi.*, Bildiri Özetleri Kitabı, sayfa 85, Kırıkkale Üniversitesi 6-8-Haziran 2001, Kırıkkale.

e) **Yayınlar:**

1. A. Denizli, G. Özkan and **M. Uçar** "Dye-affinity microbeads for removal of phenol and nitrophenols from aquatic systems"., *Journal of Applied Polymer Science.*, **83** (11), 2411-2418, 2002.
2. H. Ünver, K. Polat, **M. Uçar** and D.M. Zengin., "Synthesis and keto-enol tautomerism in N-(2-hydroxy-1-naphthylidene)anilines"., *Spectroscopy Letters.*, **36**, 287-301, 2003.
3. K. Polat, **M. Uçar** and H. Ünver., "Electrochemical behavior of 1-[(3-halophenyl)imino]methyl}-2-naphthol type Schiff bases on graphite electrode"., *Canadian J. Chem.*, 14 Nisan 2003, (İnceleme) (Ref. No: 03-000172, Manuscript Control No: CHEM030011-LE).