

## **ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

**Özgül GERÇEL<sup>1</sup>, Güven SEYDİOĞLU**

### **KIRAZ ÇEKİRDEĞİNDEN GRANÜL AKTİF KARBON ÜRETİMİ**

#### **ÖZ**

Bu çalışmada, bitkisel bir atık olan kiraz çekirdekleri granül aktif karbon üretimi amacıyla hammadde olarak kullanılmıştır. Meyve suyu üretimi yapan bir tesisten alınan çekirdekler, ön işlemlerden geçirildikten sonra potasyum karbonat kullanılarak aktive edilmiş ve karbonizasyon işlemine tabi tutulmuşlardır. Üretilen karbonun etkinliği, sulu çözeltiden boyar madde giderimi ile test edilmiştir. Granüler şekilde hazırlanmış olan aktif karbon kullanılarak sulu çözeltiden boyar madde gideriminde çözelti pH'ının ve karıştırma süresinin etkisi incelenmiştir. Ayrıca adsorpsiyon sisteminin Langmuir izoterm modeline uyum sağladığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Biyokütle, Granül aktif karbon, Su arıtımı.

### **GRANULAR ACTIVATED CARBON PRODUCTION FROM CHERRY STONES**

#### **ABSTRACT**

In this study, the cherry stones was used as raw material for the active carbon production. Stones were supplied from a plant which manufactures fruit juice. Fruit stones activated using potassium carbonate and subjected to carbonization process. The effectiveness of the produced carbon was tested by removal of the dye from the aqueous solution. Using granular activated carbon, the effect of pH and contact time for removal of dye from the aqueous solution was investigated. In addition, the adsorption system has been shown to adapt to the Langmuir isotherm model.

**Keywords:** Biomass, Granular activated carbon, Water treatment.

---

<sup>1</sup>. Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Eskişehir, 26555

E-posta: ogercel@anadolu.edu.tr

**Geliş:** 17 Eylül 2014 **Düzeltilme:** 27 Kasım 2014 **Düzeltilme:** 12 Ocak 2015 **Kabul:** 12 Ocak 2015

## 1. GİRİŞ

Çevre kirliliğinin bir parçası olan su kirliliği, alıcı su ortamının fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkilerle bozulması olarak tanımlanmaktadır. Bu kirlenme insan atıklarından kaynaklanabileceği gibi endüstriyel faaliyetlerden de kaynaklanabilmektedir. Hızla artan nüfus ve paralelinde artan su ihtiyacı yanında kullanılabilir su kaynakları giderek azalmaktadır. Bu durum çeşitli sebeplerle kirlenmiş suların arıtılarak yeniden kullanılabilir hale getirilmesini zorunlu kılmaktadır. Atıksulardan boyar madde gideriminde koagülasyon, flokülasyon, kimyasal yükseltgeme, süzme, membran süreçleri ve mikrobiyal bozundurma gibi pekçok yöntem kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin arıtım verimleri sınırlıdır. Bu nedenle kullanımı kolay, yüksek giderim verimine sahip adsorpsiyon proseslerinin atıksu ve su arıtımında kullanımı giderek artmıştır. Aktif karbon bu alanda en çok kullanılan adsorban maddedir. Sahip olduğu geniş yüzey alanı ve gözenek yapısı ile pek çok kirlenmenin giderimi için kullanılabilir. Atık karbonların uygun rejenerasyon işleminden sonra yeniden kullanılabilmesi en önemli avantajlarından birisidir. Odun, kömür, çeşitli meyve çekirdekleri ve bitkisel atıklar gibi doğal hammaddelerin yanında polimer bazlı sentetik hammaddeler de aktif karbon üretiminde kullanılabilir (Gerçel et al., 2008; Ahmedna et al., 2000). Aktif karbon üretim maliyetini düşürmek amacıyla daha ucuz yeni hammadde arayışları günümüzde de sürmektedir. Karbon içeriği yüksek, bol bulunan ve düşük maliyete sahip her madde aktif karbon hammaddesi olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada, bitkisel bir atık olan kiraz çekirdekleri aktif karbon hammaddesi olarak seçilmiştir. Uygulanan aktivasyon ve karbonizasyon işlemleri sonucunda granül aktif karbon elde edilmiş ve etkinliği sulu çözeltide araştırılmıştır.

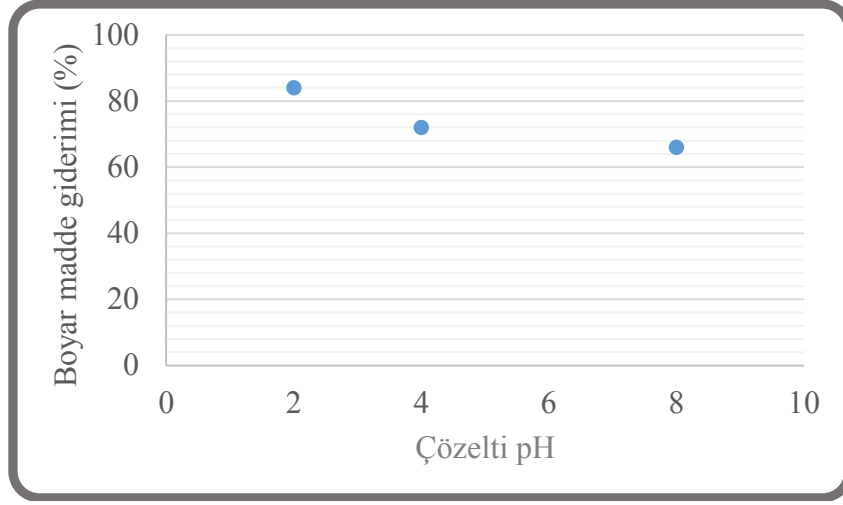
## 2. MATERYAL – YÖNTEM

Deneysel çalışmanın ilk kısmında, kiraz çekirdekleri yıkanarak üzerlerinde bulunabilecek kirliliklerden temizlenmiştir. Daha sonra etüvde kurutulan çekirdekler kabaca parçalanarak, potasyum karbonat çözeltisi (çekirdek:kimyasal oranı 1:1) ile muamele edilmiş ve 850°C'lik fırında karbonizasyon işlemine tutulmuştur. Üretilen aktif karbon sıcak distile su ile yıkanarak üzerindeki kimyasal maddeden arındırılmıştır. Kurutularak elek analizi yapılan aktif karbonlar deneysel çalışma için hazırlanmıştır. Daha sonra çalışmanın ikinci bölümünde aktif karbonun sulu çözeltiden boyar madde giderimindeki etkinliği incelenmiştir. Tüm deneysel çalışmada kullanılmak üzere Asit Turuncu 7 tekstil boyasından 1g alınarak 1L distile su içerisinde çözülerek stok çözelti hazırlanmıştır. Bu stok çözeltiden seyrelterek diğer çözelti derişimleri hazırlanmıştır. Adsorpsiyon çalışmaları kesikli süreçte gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık kontrolünün sağlandığı su banyoları kullanılmıştır. İstenen derişimdeki çözelti üzerine belirli miktarda aktif karbon konularak erlenlerin ağızları kapatılmış, buharlaşma ile çözelti derişiminin değişmesi önlenmiştir. Manyetik karıştırıcılar kullanılarak sistemin denge derişimine gelmesi beklenmiştir. Asit Turuncu 7 tekstil boyasının derişim ölçümleri Anadolu Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde bulunan UV-1700 Shimadzu spektrofotometresi yardımı ile yapılmıştır.

## 3. BULGULAR

### 3.1. Başlangıç Çözelti pH'ının Boyar Madde Giderimi Üzerine Etkisi

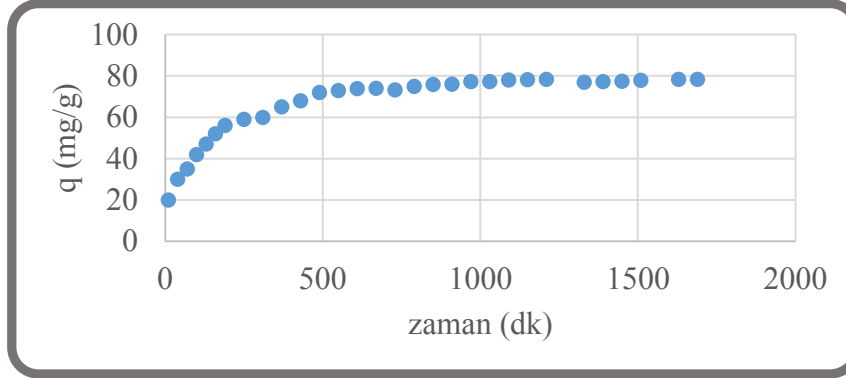
Tekstil boyar maddesi olan Asit Turuncu 7 (AT7) kullanılarak 100 mg/L derişiminde sulu çözelti hazırlanmış ve çözelti başlangıç pH'ı 2, 4 ve 8'e ayarlanmıştır. Çözelti sıcaklığı bir parametre olarak çalışılmamış 25°C'de sabit tutulmuştur. pH ayarlamalarında sülfürik asit çözeltisi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 1'de verilmiştir. Çalışma sonucunda çözelti başlangıç pH'ının artması ile tutunma miktarının düştüğü görülmüş, daha bazik çözeltilerde çalışılmamıştır. En yüksek tutunma pH 2'de gerçekleşmiştir.



Şekil 1. Kiraz çekirdeğinden üretilen granül aktif karbon ile AT7 gideriminin pH'ın etkisi

### 3.2. Karıştırma Süresinin Boyar Madde Giderimi Üzerine Etkisi

Karıştırma süresinin adsorplanan Asit Turuncu 7 miktarına ve adsorpsiyon hızına etkisinin incelendiği çalışmada, 250 mg/L boyar madde derişimine sahip sulu çözeltiler kullanılmıştır. Çalışmanın bu bölümünde çözelti pH'ı önceki verilere dayanarak 2 olarak seçilmiştir. Çözelti sıcaklığı ise sıcaklık kontrolü sağlayan bir sistem ile 50°C'ye ayarlanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen veriler Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Kiraz çekirdeğinden üretilen granül aktif karbon ile AT7 gideriminin-karıştırma süresinin etkisi

Boyar maddenin granül aktif karbon üzerinde tutunma işleminin oldukça düşük hızda yaklaşık 25 saatte tamamlandığı, ilk 8 saatlik sürede tutunmanın büyük bir kısmının gerçekleştiği görülmüştür.

### 3.3. İzoterm Çalışması

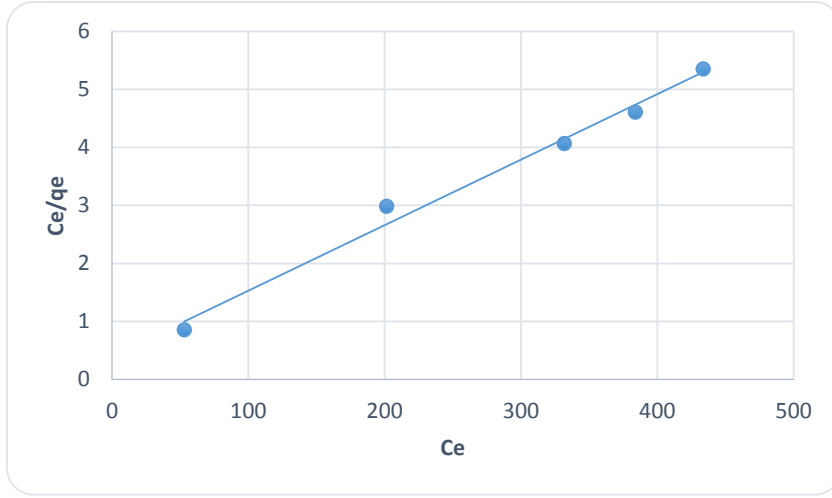
Adsorpsiyon dengesi, adsorpsiyon prosesini anlamada en önemli bilgileri veren bölümdür. İzoterm verileri hazırlanan adsorbanın boyar madde tutma kapasitesi hakkında bilgi sahibi olmamızı sağlar. Sulu çözeltilerden boyar madde gideriminde genellikle Langmuir ve Freundlich izoterm modellerinin üzerinde durulmaktadır. Linear hale getirilmiş Langmuir izoterm eşitliği (Langmuir, 1918) aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{max}K_L} + \frac{C_e}{q_{max}}$$

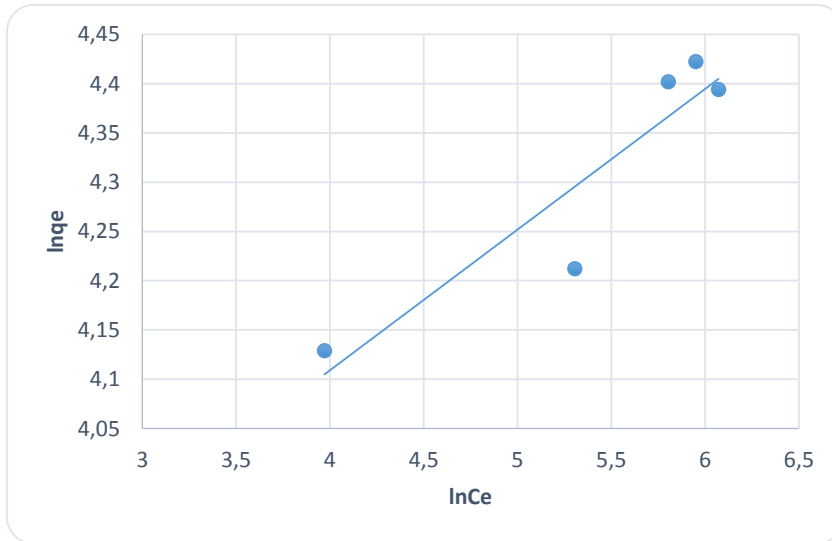
Burada  $C_e$ , çözültideki dengede boyar madde derişimini ve  $q_e$  ise dengede birim adsorban tarafından tutulan boyar madde miktarını vermektedir.  $q_{max}$  adsorbanın tek tabakalı adsorpsiyon kapasitesini göstermektedir. Freundlich izoterm eşitliği (Freundlich, 1906) ise

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} \ln C_e$$

şeklindedir.  $K_F$  ve  $n$  Freundlich izoterm sabitleridir. Bu çalışmada Asit turuncu 7 tekstil boyasının üretilen aktif karbon üzerinde tutunma süreci, çeşitli adsorpsiyon izoterm modelleriyle incelenmiştir. 50°C de gerçekleştirilen çalışma sonucunda verilerin Langmuir ve Freundlich izoterm modellerine uygunluğu araştırılmıştır. Şekil 3'de Langmuir izoterm modeline uygulanması, Şekil 4 ise adsorpsiyon verilerinin Freundlich izoterm modeline uygulanması görölmektedir.



Şekil 3. Adsorpsiyon verilerinin Langmuir izoterm modeline uygulanması



Şekil 4. Adsorpsiyon verilerinin Freundlich izoterm modeline uygulanması

Şekillerden de görüldüğü gibi adsorpsiyon prosesi Langmuir izoterm modeline daha uyumlu olduğu görülmektedir. Grafiklerden elde edilen verilerle granüler aktif karbonun tek tabaka adsorpsiyon kapasitesi 87,72 mg/g olarak bulunmuştur.

#### 4. TARTIŞMA ve SONUÇ

Aktif karbon üretimi konusunda çalışmalar yapan araştırmacılar genellikle toz aktif karbona yönelmektedir. Bu çalışmada adsorpsiyon kolonlarında sürekli çalışmalarda kullanılması amacıyla granül aktif karbon üretimi amaçlanmıştır. Gürses ve arkadaşlarının (2006) Rosa canina çekirdeklerinden elde ettikleri granül aktif karbonun metilen mavisi için adsorpsiyon kapasitesi 47,2 mg/g olarak bulunmuştur. Başka bir çalışmada ise, kiraz çekirdeklerinin karbondioksit ile fiziksel aktivasyonu sonucunda elde edilen granül aktif karbonun metilen mavisi tutma kapasitesi 6 mg/g olarak bulunmuştur. Aynı çalışmada, kiraz çekirdeklerinin potasyum hidroksit ile kimyasal aktivasyonu sonucunda elde edilen granül aktif karbonun metilen mavisi tutma kapasitesi ise 276 mg/g olarak belirlenmiştir (Piotr Nowicki et al., 2015). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar sürekli süreçteki çalışmalar için kiraz çekirdeğinden elde edilen granül aktif karbonun adsorplama kapasitesi bakımından uygun olduğunu göstermiştir.

#### KAYNAKLAR

- Ahmedna, M. Marshall, W.E. and Rao, R.M. (2000). Production of Granular Activated Carbons From Select Agricultural By-Products And Evaluation of Their Physical, Chemical And Adsorption Properties, *Bioresource Technology* 71, 113-123.
- Freundlich, H.M.F. (1906). Über Die Adsorption in Lösungen, *Z. Phys. Chem.* 57, 385-470.
- Gerçel, Ö. Gerçel, H.F., Koparal, A.S., Öğütveren, Ü.B. (2008). Removal of Disperse dye from Aqueous Solution by Novel Adsorbent Prepared from Biomass Plant Material, *Journal Hazardous Materials* 160, 668-674.
- Gürses, A. Dođar, Ç. Karaca, S. Açıkyıldız, M. Bayrak, R. (2006). production of granular activated Carbon from Waste Rosa Canina sp. Seeds and its Adsorption Characteristics for dye, *Journal Hazardous Materials* 131 (1-3), 254-259.
- Langmuir, I. (1918). The Adsorption of Gases on Plane Surfaces of Glass, Mica and Platinum, *Jornal of American Chemical Society* 40, 1361-1403.
- Nowicki, P. Kazmierczak and J. Pietrzak R. (2015). Comparison of Physicochemical and Sorption Properties of Activated Carbons Prepared by Physical and Chemical Activation of Cherry Stones, *Powder Technology* 269, 312-319.