

Yenidünya (Eriobotrya Japonica) Çekirdeğinden Aktif Karbon Üretimi ve Karakterizasyonu

YAZARLAR

Öğr. Gör. Dr. Hacer Sibel KARAPINAR
Prof. Dr. Fevzi KILIÇEL

© Copyright 2020

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

Bu kitapta yer alan fikirler ve düşünceler yazara ait olup, hiçbir kurum veya kuruluşun görüşünü yansıtmamaktadır. Bu kitap "Yenidünya (Eriobotrya Japonica) Çekirdeğinden Aktif Karbon Üretimi ve Karakterizasyonu" adlı doktora tezinden üretilmiştir.

ISBN

978-625-7106-87-0

Kitap Adı

Yenidünya (Eriobotrya Japonica) Çekirdeğinden
Aktif Karbon Üretimi ve Karakterizasyonu

Yazarlar

Öğr. Gör. Dr. Hacer Sibel KARAPINAR
Prof. Dr. Fevzi KILIÇEL

Yayın Koordinatörü

Yasin DİLMEN

Sayfa Tasarımı

Akademisyen Dizgi Ünitesi

Yayıncı Sertifika No

47518

Baskı ve Cilt

Vadi Matbaacılık

Bisac Code

MED008000

DOI

10.37609/akya.1907

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A

Yenişehir / Ankara

Tel: 0312 431 16 33

siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

Ön Söz

Aktif karbonlar yüksek yüzey alanı, kontrol edilebilir gözenek yapısı, kararlılığı ve asit / baz reaktivitesine sahip olmasından dolayı sulu ortamda veya gaz fazda çözülmüş inorganik ve organik kirletici maddelerin ortamdaki uzaklaştırılmasında kullanılan çok önemli adsorptör maddelerdir. Aktif karbon yüksek yüzey alanı ve geniş gözenek hacmine sahip bir malzeme olup karbon temelli fosil kaynaklar veya hindistan cevizi kabuğu, çay atığı, bambu vb. çeşitli biyokütlelerden üretilmektedir. Sağlık, maden, askeri, şeker, biyoloji, kimya, elektronik, otomotiv, nanobilim, metalurji, ilaç gibi çeşitli alanlarda renk giderimi, hava arıtımı, koku giderimi, filtreleme, saflaştırma, yağların ağartılması, katalizör, kompozit malzeme hazırlama gibi uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Günümüzde çeşitli tarımsal, sanayi ve çevre atıklarından ucuz, istenilen şekil ve boyutta aktif karbonlar üretilmektedir. Üretim amacına ve kullanılan yere göre toz, granül, kumaş, fiber türlerde üretilmiş aktif karbonlar bulunmaktadır. Günümüzde çok sayıda fiziksel ya da kimyasal yollarla üretilen ticari aktif karbon bulunmaktadır. Ancak bu aktif karbonların başlangıç maddesinin tedarik edilmesi, üretim aşamasındaki ve sonrasındaki maliyetler onların tercih edilmesini kısıtlamaktadır. Bu sebeple çeşitli tarımsal atık ürünlerden amaca göre farklı özelliklerde ve düşük maliyetlerde aktif karbon üretiminde gün geçtikçe artış gözlenmektedir. Bu çalışmada, aktif karbon üretiminde başlangıç maddesi olarak yenedünya çekirdekleri (*Eriobotrya japonica*) kullanılmıştır. Aktif karbon eldesinde kimyasal aktivasyon yolu tercih edilmiştir. Kimyasal aktivasyonda kullanılmak üzere $ZnCl_2$, KOH , H_3PO_4 aktivasyon ajanları seçilmiştir. Üretilen aktif karbonların karakterizasyonunu belirlemek amacıyla; nem miktarı, uçucu madde miktarı, kül miktarı, sabit karbon miktarı, aktif karbon verimi, ham selüloz miktarı, BET yüzey alanı, gözenek boyutu ve ortalama gözenek çapı analizi, elementel analiz, SEM, FT-IR, XRD ve TGA analizleri yapılmıştır. Ayrıca aktif karbonların adsorpsiyon özelliklerinin belirlenebilmesi için, çeşitli inorganik (Cr^{+3} , Cu^{+2} , Ni^{+2}) kökenli kirleticileri sulu çözeltilerden uzaklaştırabilme kapasiteleri çeşitli analitik parametrelerle test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, yenedünya çekirdeklerinden yüksek yüzey alanlı ve geniş gözeneklere sahip çeşitli aktif karbonlar üretilebileceği ve üretilen aktif karbonların sulardan kirleticileri uzaklaştırmada üstün bir adsorplama yeteneğine sahip oldukları ortaya konulmuştur.

İçindekiler

Ön Söz.....	iii
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Karbon Malzemelerin Türleri ve Oluşum Yapıları.....	5
2.2. Aktif Karbonun Tarihçesi	9
2.3. Aktif Karbon	11
2.3.1. Aktif Karbonun Yüzey Alanı	16
2.3.2. Aktif Karbonun Gözenekliliği	16
2.3.3. Aktif Karbon Türleri	20
2.3.4. Aktif Karbonun Yüzey Kimyasının Önemi.....	22
2.3.5. Aktif Karbonun Yüzey Modifikasyonu.....	28
2.3.6. Aktif Karbonun Kullanım Alanları.....	39
2.3.7. Aktif Karbon Üretimi	42
2.3.7.1. Fiziksel Aktivasyon	45
2.3.7.2. Kimyasal Aktivasyon	47
2.4. Adsorpsiyon	49
2.4.1. Adsorpsiyon Türleri	53
2.4.1.1. Fiziksel Adsorpsiyon	54
2.4.1.2. Kimyasal Adsorpsiyon.....	56
2.4.1.3. Biyolojik Adsorpsiyon (Biyosorpsiyon)	57
2.4.2. Adsorpsiyonu Etkileyen Faktörler	58
2.4.2.1. Adsorbent Maddenin Özellikleri	58
2.4.2.2. pH	59
2.4.2.3. Ortam Sıcaklığının Etkisi.....	60
2.4.2.4. Adsorplanan Maddenin Çözülebilirliği	60
2.4.2.5. Karıştırma Hızı.....	60
2.4.2.6. Adsorpsiyon Hızı	61
2.4.2.7. Adsorpsiyon Verimi.....	61
2.4.3. Adsorpsiyon Dengesi ve Adsorpsiyon İzotermi.....	62
2.4.4. Çözüldüden Adsorpsiyon İzotermi	65

2.4.5. Adsorpsiyon İzoterm Çeşitleri	67
2.4.5.1. Langmuir izoterm Denklemi.....	67
2.4.5.2. Freundlich İzoterm Denklemi.....	68
2.4.5.3. Brunouer-Emmett-Teller (BET) İzotermi	69
2.4.6. Adsorpsiyon Kinetiği.....	70
2.4.7. Adsorpsiyon Termodinamiği.....	70
2.5. Aktif Karbon Karakterizasyonunda Kullanılan Bazı Yöntemler	72
2.5.1. BET Yüzey Alanı ve Gözenek Dağılımları	72
2.5.2. Elementel Analiz	72
2.5.3. Taramalı Elektron Mikroskopu (Scanning Electron Microscopy, SEM)	73
2.5.4. Isıl Analiz Yöntemleri	73
2.5.5. FT-IR Analizleri.....	75
2.5.6. X-Işını Kırınımı (XRD) Analizleri.....	76
2.6. Ağır Metal Kirliliği ve Etkileri	77
2.7. Atomik Adsorpsiyon Spektrometresi.....	81
2.8. İndüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi (ICP-OES)	83
2.9. Ayırma ve Zenginleştirme Yöntemleri ve Gerekliği	84
2.9.1. Sıvı-sıvı Özütleme Yöntemi İle Zenginleştirme	85
2.9.2. Elektroanalitik Yöntem İle Zenginleştirme.....	85
2.9.3. İyon Değişirme Yöntemi İle Zenginleştirme.....	86
2.9.4. Uçuculaştırma Yöntemi İle Zenginleştirme.....	86
2.9.5. Birlikte Çöktürme Yöntemi İle Zenginleştirme.....	86
2.9.6. Flotasyon Yöntemi İle Zenginleştirme	86
2.9.7. Katı-Faz Özütleme (Adsorpsiyon) Yöntemi İle Zenginleştirme	87
2.9.7.1. Batch Tekniği.....	87
2.9.7.2. Kolon Tekniği	87
2.9.7.3. Kompleksleştirme	88
2.10. Aktif Karbon Eldesi, Karakterizasyonu ve Adsorpsiyon Özelliklerine İlişkin Literatür Bilgisi	88
3. MATERYAL VE METOT	95
3.1. Materyal	95
3.1.1. Yenidünya (Eriobotrya japonica)	95

3.1.2. Ham Maddenin Hazırlanması.....	96
3.2. Metot	97
3.2.1. Kullanılan Kimyasallar ve Aletler	97
3.2.2. Yeni Dünya Çekirdeklerinden Aktif Karbon Üretimi.....	99
3.2.2.1. ZnCl ₂ Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi.....	101
3.2.2.2. H ₃ PO ₄ Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi	103
3.2.2.3. KOH Aktivasyonu ile Aktif Karbon Üretimi.....	103
3.2.3. Aktif Karbonların Karakterizasyonu	104
3.2.3.1. Kül Miktarı Tayinleri	104
3.2.3.2. Uçucu Madde Miktarı Tayinleri.....	105
3.2.3.3. Nem Tayini.....	105
3.2.3.4. Ham Selüloz Miktarı Tayini.....	105
3.2.3.5. Verim Hesabı	106
3.2.3.6. Elementel Analiz	106
3.2.3.7. Parçacık Boyut Dağılımı, Yüzey Alanı ve Gözenek Boyut Dağılımı Analizleri	107
3.2.3.8. FT-IR (Fourier Transform Infrared Spektrum) Analizi	108
3.2.3.9. Taramalı Elektron Mikroskop (SEM) Analizleri	108
3.2.3.10. XRD (X-Işını Difraktometresi) Analizleri.....	108
3.2.3.11. TGA Analizleri.....	109
3.2.3.12. Adsorpsiyon Kolonu.....	109
3.2.3.13. Standart ve Kalibrasyon Çözeltileri.....	110
3.2.3.14. Optimizasyon çalışmaları	110
3.2.3.15. Eser Element Analizleri.....	111
4. BULGULAR.....	113
4.1. Karakterizasyon Sonuçları.....	113
4.1.1. Nem, Uçucu Madde, Sabit Karbon ve Kül Miktarı Sonuçları ...	113
4.1.2. Elementel Analiz Sonuçları.....	115
4.1.3. Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Analizleri	117
4.1.4. BET Yüzey Alanı ve Gözenek Boyutu Dağılımları	130
4.1.5. FT-IR Analizleri.....	139
4.1.6. TGA Analiz Sonuçları	144

4.1.7. XRD Analizleri	148
4.1.8. Adsorpsiyon Çalışmaları	153
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	164
KAYNAKLAR	169

KAYNAKLAR

1. Adamson, A.W., 1967. Photochemistry of complex ions. IV. Role of quartet excited states in the photochemistry of chromium (III) complexes. *The Journal of Physical Chemistry*, 71(4), 798-808.
2. Adinata, D., Daud, W.M.A.W. ve Aroua, M.K., 2007. Preparation and characterization of activated carbon from palm shell by chemical activation with K_2CO_3 . *Bioresource Technology*, 98(1), 145-149.
3. Addoun, A., Dentzer, J. ve Ehrburger, P., 2002. Porosity of carbons obtained by chemical activation: effect of the nature of the alkaline carbonates. *Carbon*, 7(40), 1140-1143.
4. Affolter, R.H., Groves, S., Betterton, W.J., Benzel, W., Conrad, K.L., Swanson, S.M. ve Hower, J.C., 2011. Geochemical database of feed coal and coal combustion products (CCPs) from five power plants in the United States. *US Geological Survey Data Series*, 635, 19.
5. Aggarwal, D., Goyal, M. ve Bansal, R.C., 1999. Adsorption of chromium by activated carbon from aqueous solution. *Carbon*, 37(12), 1989-1997.
6. Ağca, A.C., 2007. Anadolu kaynaklı camellia sinensis (l.) o.kuntze bitkisi üzerinde farmakozitik araştırmalar. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
7. Ahmadpour, A. ve Do, D.D., 1996. The preparation of active carbons from coal by chemical and physical activation. *Carbon*, 34(4), 471-479.
8. Ahmadpour, A. ve Do, D.D., 1997. The preparation of activated carbon from macadamia nutshell by chemical activation. *Carbon*, 35(12), 1723-1732.
9. Akgül, E., 2009. Demir çelik endüstrisi yüksek fırın cürufu ve zeolit kullanılarak atık sulardan kurşun giderimi. *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
10. Akikol, İ., 2005. Farklı aktivasyon yöntemleriyle geliştirilen aktif karbonlar ile sudan ağır metal giderimi. *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
11. Aksoy, U., 1995. Present status and future prospects of underutilized fruit production in Turkey. *Cahiers Options Mediterraneennes (CIHEAM)*.
12. Aksu, Z. ve Kabasakal, E., 2004. Batch adsorption of 2, 4-dichlorophenoxy-acetic acid (2, 4-D) from aqueous solution by granular activated carbon. *Separation and Purification Technology*, 35(3), 223-240.
13. Aksu, Z., 2005. Application of biosorption for the removal of organic pollutants: a review. *Proc. Biochem*, 40, 997-1026.
14. Aksu, Z. ve Isoglu, I.A., 2006. Use of agricultural waste sugar beet pulp for the removal of Gemazol turquoise blue-G reactive dye from aqueous solution. *Journal of hazardous materials*, 137(1), 418-430.
15. Aksu, Z., Ertuğrul, S. ve Dönmez, G., 2010. Methylene Blue biosorption by Rhizopus arrhizus: Effect of SDS (sodium dodecylsulfate) surfactant on biosorption properties. *Chemical Engineering Journal*, 158(3), 474-481.
16. Al-Ghouti, M.A., Majeda A.M., Khraisheh, M.A.M., Ahmad, M.N.M. ve Allenc, S., 2009. Adsorption behaviour of methylene blue onto Jordanian diatomite: A kinetic study, *Journal of Hazardous Materials*, 165 - 589-598.
17. Allen, S.J., Whitten, L. ve McKay, G., 1998. The Production and Characterisation of Activated Carbons: A Review, *Developments in Chemical Engineering and Mineral Processing*, 6, 231-261.
18. Ali, I., Asim, M. ve Khan, T.A., 2012. Low cost adsorbents for the removal of organic pollutants from wastewater. *Journal of environmental management*, 113, 170-183.
19. Altıntig, E. ve Kirkil, S., 2016. Preparation and properties of Ag-coated activated carbon nanocomposites produced from wild chestnut shell by $ZnCl_2$ activation. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 63, 180-188.
20. Altun, T., 2009. Düşük maliyetli bazı doğal adsorbanlar kullanılarak ağır metallerin sulu çözeltilerden adsorpsiyonunun incelenmesi. *Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Ens-*

- titüsü*, Konya.
21. Alvarez, P.M., Garcia-Araya, J.F., Beltrán, F.J., Masa, F.J. ve Medina, F., 2005. Ozonation of activated carbons: Effect on the adsorption of selected phenolic compounds from aqueous solutions. *Journal of colloid and interface science*, 283(2), 503-512.
 22. Alyüz, B. ve Sevil, V., 2005. Low-cost adsorbents used in heavy metal contaminated waste water treatment. *Sigma*, 3.
 23. Anirudhan, T.S., Sreekumari, S.S. ve Bringle, C.D., 2009. Removal of phenols from water and petroleum industry refinery effluents by activated carbon obtained from coconut coir pith. *Adsorption*, 15(5-6), 439.
 24. Anonim, 2014. Kırklareli Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Çevre Durum Raporu.
 25. Anonim, 2014a. Türkiye İstatistik Kurumu, İller Bazlı Yenidünya Üretim Miktarları. www.tuik.gov.tr (Erişim Tarihi: 05.02.2015).
 26. Anonim, 2018. Activated carbon. Comodity trade statistic database. http://data.un.org/Data.aspx?q=activated+carbon&d=ComTrade&f=_11Code%3a39%3bcmdCode%3a380210 (Erişim tarihi:09.08.2018).
 27. Anonim, 2018a. Scanning Electron Microscopy (SEM), "How Does SEM Work" Section, Erciyes Üniversitesi, Teknoloji Araştırma ve Uygulama merkezi, <http://teknopark.erciyes.edu.tr/teknotr2.htm>. (Erişim tarihi: 07.02.2018).
 28. Arriagada, R., Garcia, R., Molina-Sabio, M. ve Rodriguez-Reinoso, F., 1997. Effect of steam activation on the porosity and chemical nature of activated carbons from Eucalyptus globulus and peach stones. *Microporous Materials*, 8(3-4), 123-130.
 29. Aslan, M., 2016. Membran Teknolojileri. *TC Çevre ve Şehircilik Bakanlığı*, 286.
 30. Asrı, F.Ö. ve Sönmez, S., 2006. Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim*, 23(2), 36-45.
 31. ASTM D5832-98, 2003. Standard Test Method for Volatile Matter Content of Activated Carbon Samples, Annual Book of ASTM Standards.
 32. ASTM, D4442-92, 2003. *Standard Test Method for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Base Materials*. ASTM: West Conshohocken.
 33. ASTM, D2854-96, 2004. Standard Test Method for Total Ash Content of Activated Carbon, Annual Book of ASTM Standards.
 34. Atanassova, I., 1999. Competitive Effect of Copper, Zinc, Cadmium and Nickel on Ion
 35. Adsorption and Desorption by Soil Clays. *Water, Air and Soil Pollution*, 113(1-4), 115-125.
 36. Ates, M. ve Sarac, A.S., 2009. Conducting polymer coated carbon surfaces and biosensor applications. *Progress in Organic Coatings*, 66(4), 337-358.
 37. Ayar, N., 2001. Bitümlü Üzerinde Pestisitlerin (MCPA,2,4-D) Adsorpsiyonu. *Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
 38. Babayigit, M., 2013. Polikristalin Bakır Folyo Üzerinde Büyütülmüş Grafenin Elektriksel Karakterizasyonu. *Yüksek lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
 39. Baccar, R., Bouzid, J., Feki, M. ve Montiel, A., 2009. Preparation of activated carbon from Tunisian olive-waste cakes and its application for adsorption of heavy metal ions. *Journal of Hazardous Materials*, 162(2-3), 1522-1529.
 40. Badie S.G., Amina A. A. ve Nady A.F., 2007. Modification in adsorption characteristics of activated carbon produced by H₃PO₄ under flowing gases. *Colloids and Surfaces*, 299, 79-87.
 41. Bagheri, N. ve Abedi, J., 2009. Preparation of high surface area activated carbon from corn by chemical activation using potassium hydroxide. *Chemical engineering research and design*, 87(8), 1059-1064.
 42. Bagreev, A., Menendez, J.A., Dukhno, I., Tarasenko, Y. ve Bandosz, T.J., 2004. Bituminous coal-based activated carbons modified with nitrogen as adsorbents of hydrogen sulfide. *Carbon*, 42, 469-476.
 43. Bandosz, T.J., 1999. Effect of pore structure and surface chemistry of virgin activated carbons on removal of hydrogen sulfide. *carbon*, 37(3), 483-491.
 44. Bandosz, T.J. ve Ania, C.O., 2006. Surface chemistry of activated carbons and its characteriza-

- tion, In: Activated carbon surfaces in environmental remediation, Interface.
45. Bansal, R.C., Donnet, J.B. ve Stoeckli, N., 1988. Active carbon. *Marcel Dekker Inc.* New York.
 46. Bansal, R.C. ve Goyal, M., 2005. Activated Carbon Adsorption, *CRC Press*, Taylor and Francis, London.
 47. Basibuyuk, M. ve Forster, C.F., 2003. An examination of the adsorption characteristics of a basic dye (Maxilon Red BL-N) on to live activated sludge system. *Process Biochemistry*, 38(9), 1311-1316.
 48. Baytak, S., 2003. Mn (II), Co (II), Fe (III) Ve Cr (III) İyonlarının Mikroorganizma Tutturulmuş Amberlit XAD-4 Kullanılarak Katı Faz Özütleme Tekniği ile Zenginleştirilme Şartlarının Araştırılması ve Alevli Atomik Absorpsiyon Spektrometrisi ile Tayini. *Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
 49. Baytar, O., 2015. İğde çekirdeği ve kayın ağacından üretilen aktif karbonun ağır metal ve boyarmadde gideriminde kullanılması. *Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
 50. Benaddi, H., Bandosz, T.J., Jagiello, J., Schwarz, J.A., Rouzaud, J.N., Legras, D. ve Béguin, F., 2000. Surface functionality and porosity of activated carbons obtained from chemical activation of wood. *Carbon*, 38(5), 669-674.
 51. Berkem, A.R. ve Baykut, S., 1980. Fizikokimya. *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, No: 2735, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul, 787-815.
 52. Bernardo, E.C., Egashira, R. ve Kawasaki, J., 1997. Decolorization of molasses' wastewater using activated carbon prepared from cane bagasse. *Carbon*, 35(9), 1217-1221.
 53. Bilgin, Ö. ve Ercüment, K.O.Ç., 2013. Doğal Zeolitlerin Çevre Kirliliği Kontrolünde Kullanımı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 169-174.
 54. Bilir, M., 2009. Yer Fıstığı Kabuğundan Üretilen Poliüretan Tipi Köpük ile Safranin ve Remazol Brilliant Blue R'nin Adsorpsiyonunun İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kilis.
 55. Biniak, S., Szymański, G., Siedlewski, J. ve Świątkowski, A., 1997. The characterization of activated carbons with oxygen and nitrogen surface groups. *Carbon*, 35(12), 1799-1810.
 56. Breusch, F.L. ve Ulusoy, E., 1976. Genel Organik Kimya, *Fatih Yayınevi*, 182-183, İstanbul.
 57. Börekçi, A., 1994. Mezogözenekli katılarda boyarmadde adsorpsiyonu, *Yüksek Lisans Tezi, Osman Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
 58. Caballero, P. ve Fernandez, M.A., 2003. Loquat, production and market. *Options Mediterranennes Serie A*, 58: 11-20.
 59. Canbay, H.S. ve Bardakçı, B., 2011. Determination of fatty acid, C, H, N and trace element composition in grape seed by GC/MS, FTIR, elemental analyzer and ICP/OES. *Please visit the current website: <http://dergipark.gov.tr/sdufeffd>*, 6(2).
 60. Chen, E.Y., Wang, Y.C., Mintz, A., Richards, A., Chen, C.S., Lu, D. ve Chin, W.C., 2012. Activated charcoal composite biomaterial promotes human embryonic stem cell differentiation toward neuronal lineage. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 100(8), 2006-2017.
 61. Cheung, W.H., Szeto, Y.S. ve McKay, G., 2007. Intraparticle diffusion processes during acid dye adsorption onto chitosan. *Bioresource technology*, 98(15), 2897-2904.
 62. Chuang, K.H., Lu, C.Y., Wey, M.Y. ve Huang, Y.N., 2011. NO removal by activated carbon-supported copper catalysts prepared by impregnation, polyol, and microwave heated polyol processes. *Applied Catalysis A: General*, 397(1-2), 234-240.
 63. Cimino, G., Cappello, R.M., Caristi, C. ve Toscano, G., 2005. Characterization of carbons from olive cake by sorption of wastewater pollutants. *Chemosphere*, 61(7), 947-955.
 64. Crittenden, B. ve Thomas, W.J., 1998. Adsorption Technology & Design, Edition 1, *Butterworth-Heinemann*, Oxford.
 65. Çakıroğlu, E., 2005. Fenol İçeren kesikli sistemde adsorpsiyon yöntemi ile artırılması. *Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
 66. Çetinkaya, M.Ş., Alma, M.H., Salan, T. ve Ulgur, F., 2014. Atık Çam Fıstığı Kabuğunun Fiziksel ve Kimyasal Aktivasyon Yöntemi İle Aktif Karbon Üretiminde Değerlendirilmesi. *3rd Interna-*

- tioal Non-wood Forest Products Symposium*, Kahramanmaraş, Turkey.
67. Çiçek, F., 2007. Buğday Kepeği İle Reaktif Mavi 19 ve Reaktif Sarı 145 Boyalarının Adsorpsiyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
 68. Çokadar, H., İleri, R., Ateş, A. ve İzgi, B., 2003. Nikel (II) iyonunun sulu ortamdan granül aktif karbon (GAK) ile giderilmesi. *Ekoloji çevre dergisi*, 46, 38-42.
 69. Dave, P.N., Pandey, N. ve Thomas, H., 2012. Adsorption of Cr (VI) from aqueous solutions on tea waste and coconut husk.
 70. De Celis, J., Amadeo, N.E. ve Cukierman, A.L., 2009. In situ modification of activated carbons developed from a native invasive wood on removal of trace toxic metals from wastewater. *Journal of Hazardous Materials*, 161(1), 217-223.
 71. Demir, E. ve Yalçın, H., 2014. Adsorbentler: Sınıflandırma, Özellikler, Kullanım ve Öngörüler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (2), 70-79.
 72. Demiral, İ. ve Kul, Ş.Ç., 2014. Pyrolysis of apricot kernel shell in a fixed-bed reactor: characterization of bio-oil and char. *Journal of analytical and applied pyrolysis*, 107, 17-24.
 73. Doke, K.M. ve Khan, E.M., 2013. Adsorption thermodynamics to clean up wastewater; critical review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 12(1), 25-44.
 74. Duman, G., Onal, Y., Okutucu, C., Onenc, S. ve Yanik, J., 2009. Production of activated carbon from pine cone and evaluation of its physical, chemical, and adsorption properties. *Energy & fuels*, 23(4), 2197-2204.
 75. Dumanlı, A.G., Taş, S. ve Yürüm, Y., 2011. Co-firing of biomass with coals. *Journal of thermal analysis and calorimetry*, 103(3), 925-933.
 76. Dupont, D., Arnout, S., Jones, P.T. ve Binnemans, K., 2016. Antimony recovery from end-of-life products and industrial process residues: a critical review. *Journal of Sustainable Metallurgy*, 2(1), 79-103.
 77. Duranoğlu Gülbayır D., 2008. Şeftali çekirdeği ve polimer esaslı aktif karbon ile sulu çözeltilerden krom (VI) giderimi. *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
 78. Durgac, C., Polat, A. ve Kamiloglu, O., 2006. Determining performances of some loquat (*Eriobotrya japonica*) cultivars under Mediterranean coastal conditions in Hatay, Turkey. *New Zealand journal of crop and horticultural science*, 34(3), 225-230.
 79. Ekici, H.S., 2007. Kayısı Çekirdeğinden Elde Edilen Aktif Karbonla Sulardan Fosfat ve Bakır (II) Giderimi. *Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ.
 80. Elci, L., Soylak, M., Uzun, A., Büyükpatri, E. ve Doğan, M., 2000. Determination of trace impurities in some nickel compounds by flame atomic absorption spectrometry after solid phase extraction using Amberlite XAD-16 resin. *Fresenius' journal of analytical chemistry*, 368(4), 358-361.
 81. El-Hendawy, A.N.A., 2005. Surface and adsorptive properties of carbons prepared from biomass. *Applied Surface Science*, 252(2), 287-295.
 82. El-Hendawy, A.N.A., 2009. An insight into the KOH activation mechanism through the production of microporous activated carbon for the removal of Pb²⁺ cations. *Applied Surface Science*, 255(6), 3723-3730.
 83. El-Shafey, E.I., Ali, S.N., Al-Busafi, S. ve Al-Lawati, H.A., 2016. Preparation and characterization of surface functionalized activated carbons from date palm leaflets and application for methylene blue removal. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(3), 2713-2724.
 84. El-Sheikh, A.H., 2008. Effect of oxidation of activated carbon on its enrichment efficiency of metal ions: comparison with oxidized and non-oxidized multi-walled carbon nanotubes. *Talanta*, 75(1), 127-134.
 85. Erkut, E., 2008. Aktif Karbon Adsorpsiyonu İle Boyarmadde Giderimi. *Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
 86. Fadhil, A.B., 2017. Evaluation of apricot (*Prunus armeniaca* L.) seed kernel as a potential feedstock for the production of liquid bio-fuels and activated carbons. *Energy conversion and management*, 133, 307-317.

87. Fan, Y., Wang, B., Yuan, S., Wu, X., Chen, J. ve Wang, L., 2010. Adsorptive removal of chloramphenicol from wastewater by NaOH modified bamboo charcoal. *Bioresource technology*, 101(19), 7661-7664.
88. Faraji, S., 2014. Polimerlerden Aktif Karbon Nano-fiber Oluşturma. *Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
89. Ferreres, F., Gomes, D., Valentão, P., Gonçalves, R., Pio, R., Chagas, E. A. ve Andrade, P.B., 2009. Improved loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cultivars: Variation of phenolics and antioxidative potential. *Food Chemistry*, 114(3), 1019-1027.
90. Figueiredo, J.L., Pereira, M.F.R., Freitas, M.M.A. ve Orfao, J.J.M., 1999. Modification of the surface chemistry of activated carbons. *Carbon*, 37(9), 1379-1389.
91. Freundlich, H.M.F., 1906. Über die adsorption in lösungen. *Zeitschrift fur Physikalische Chemie*, 57, 385-470.
92. Gariglio, N., Castillo, A., Alós, E., Juan, M., Almela, V. ve Agustí, M., 2003. The influences of environmental factors on the development of purple spot of loquat fruit (*Eriobotrya japonica* Lindl.). *Scientia horticulturae*, 98(1), 17-23.
93. Gergova, K. ve Eser, S., 1996. Effects of activation method on the pore structure of activated carbons from apricot stones. *Carbon*, 34(7), 879-888.
94. Ghaedi, M., Mazaheri, H., Khodadoust, S., Hajati, S. ve Purkait, M.K., 2015. Application of central composite design for simultaneous removal of methylene blue and Pb²⁺ ions by walnut wood activated carbon. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 135, 479-490.
95. Gomes, H.T., Miranda, S.M., Sampaio, M.J., Silva, A.M. ve Faria, J.L., 2010. Activated carbons treated with sulphuric acid: catalysts for catalytic wet peroxide oxidation. *Catalysis Today*, 151(1-2), 153-158.
96. Gökçe, Y. ve Aktas, Z., 2014. Nitric acid modification of activated carbon produced from waste tea and adsorption of methylene blue and phenol. *Applied Surface Science*, 313, 352-359.
97. Gökçe, Y., 2014. Biyokütle Temelli Aktif Karbonların Yüzey Modifikasyonu ve Karakterizasyonu. *Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
98. Guo, J. ve Lua, A. C., 1999. Textural and chemical characterisations of activated carbon prepared from oil-palm stone with H₂SO₄ and KOH impregnation. *Microporous and mesoporous materials*, 32(1-2), 111-117.
99. Guo, X.Y., Gong, Q.Q., Liang, S., Tian, Q.H. ve Xiao, C.M., 2012. Adsorption properties of modified persimmon biosorbent on Cu²⁺ and Pb²⁺[J]. *The Chinese Journal of Nonferrous Metals*, 2, 040.
100. Guo, Y., Yu, K., Wang, Z. ve Xu, H., 2003. Effects of Activation conditions on preparation of porous carbon from rice husk, *Carbon* (41), 1645-87.
101. Gülmez, Ş., 2010. Altın-APDC birlikte çöktürme yöntemiyle bazı eser elementlerin deriştirilmesi ve AAS ile tayinleri. *Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli.
102. Gündoğdu, A., 2010. Fabrika Çay Atıklarından Aktif Karbon Üretimi, Karakterizasyonu ve Adsorpsiyon Özelliklerinin İncelenmesi. *Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon.
103. Güneysu, S., 2003. Pirinanın Aktif Karbon Olarak Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
104. Güngör, C., 2010. Üzüm Küspesinden Aktif Karbon Üretimi ve Bakır Gideriminde Kullanılması. *Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
105. Gürbüz, M.G., 2006. Bakır (II) ve Nikel (II) İyonlarının Enteromorpha prolifera'ya Biyosorpsiyonunda Denge, Kinetik ve Termodinamik Parametrelerin Belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği ABD*, Mersin.
106. Hajjaji, M. ve El Arfaoui, H., 2009. Adsorption of methylene blue and zinc ions on raw and acid-activated bentonite from Morocco, *Applied Clay Science*, 46, 418-421.
107. Hänsch, W. ve Mahan G.D., 1983. J. Phys. Chem. Solids 44, 663. *J. Phys. Chem. Solids*, 44, 663.

108. Hashemian, S., Salari, K. ve Yazdi, Z.A., 2014. Preparation of activated carbon from agricultural wastes (almond shell and orange peel) for adsorption of 2-pic from aqueous solution. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 20(4), 1892-1900.
109. Hassler, J.W., 1974. Purification with activated carbon. *Chemical Publishing Company*.
110. Hayashi, J.I., Horikawa, T., Takeda, I., Muroyama, K. ve Ani, F.N., 2002. Preparing activated carbon from various nutshells by chemical activation with K_2CO_3 . *Carbon*, 40(13), 2381-2386.
111. Haydar, S., Ferro-Garcia, M.A., Rivera-Utrilla, J. ve Joly, J.P., 2003. Adsorption of p-nitrophenol on an activated carbon with different oxidations. *Carbon*, 41(3), 387-395.
112. Hazzaa, R. ve Hussein, M., 2015. Adsorption of cationic dye from aqueous solution onto activated carbon prepared from olive stones. *Environmental Technology & Innovation*, 4, 36-51.
113. Hema, M. ve Srinivasan, K., 2010. Uptake of toxic metals from wastewater by activated carbon from agro industrial by-product.
114. Hu, Z., Srinivasan, M.P. ve Ni, Y., 2001. Novel activation process for preparing highly microporous and mesoporous activated carbons. *Carbon*, 39(6), 877-886.
115. Hucknall, D., 2012. Chemistry of hydrocarbon combustion. *Springer Science & Business Media*.
116. Imamoglu, M. ve Tekir, O., 2008. Removal of copper (II) and lead (II) ions from aqueous solutions by adsorption on activated carbon from a new precursor hazelnut husks. *Desalination*, 228(1-3), 108-113.
117. Işık, H.A., 2012. Çeşitli Yöntemlerle Tarımsal Atıklardan Üretilen Aktif Karbonların Karakterizasyonu ve Boyar Madde Giderimine Uygulanması. *Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ*.
118. Işık, İ., 1995. Lületaş (Meerschaum) Atıklarının Pipo Filtresi Olarak Kullanılabilirliği ve Aktif Karbon Filtre ile Karşılaştırılması. *Endüstriyel Ham maddeler Sempozyumu*, İzmir.
119. IUPAC, 1994. (International Union of Pure and Applied Chemistry) Physical Chemistry Division Commission on Colloid and Surface Chemistry, Subcommittee on Characterization of Porous Solids. Recommendations for the characterization of porous solids (Technical Report). *Pure Appl. Chem*, 66(8), 1739-1758.
120. İskeçeli, M., 2010. Kestane kabuklarından sentetik aktif karbon hazırlaması ve metilen mavisi gideriminde kullanılması. *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul*.
121. Jaramillo, J., Álvarez, P.M. ve Gómez-Serrano, V., 2010. Preparation and ozone-surface modification of activated carbon. Thermal stability of oxygen surface groups. *Applied Surface Science*, 256(17), 5232-5236.
122. Jing, W., Wang Sui, G.M. ve Hongze, L., 2012. Synthesis of A Novel Organophosphate Functionalized Ionic Liquid and Extraction of Samarium () by In-tube Circulation-Flow Liquid-Liquid Microextraction. *Journal of the Chinese Society of Rare Earths*, 6.
123. Jung, M.J., Kim, J.W., Im, J.S., Park, S.J. ve Lee, Y.S., 2009. Nitrogen and hydrogen adsorption of activated carbon fibers modified by fluorination. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 15(3), 410-414.
124. Kaghazchi, T., Kolur, N.A. ve Soleimani, M., 2010. Licorice residue and Pistachio-nut shell mixture: A promising precursor for activated carbon. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 16(3), 368-374.
125. Kahvecioğlu, Ö., Kartal, G., Güven, A. ve Timur, S., 2006. Metallerin çevresel etkileri-I. *Metallerji Dergisi*, 136, 47-53.
126. Kalderis, D., Bethanis, S., Paraskeva, P. ve Diamadopoulos, E., 2008. Production of activated carbon from bagasse and rice husk by a single-stage chemical activation method at low retention times. *Bioresource technology*, 99(15), 6809-6816.
127. Kallay, N., Hlady, V., Jednačák-Biščan, J. ve Milonjić, S., 1993. Techniques for the study of adsorption from solution, in Physical Methods of Chemistry. *Investigations of surfaces and interface- part A volume IX A*, John Wiley & Sons, Inc, New York.
128. Kar, H., 2010. Styrax officinalis L. maki bitkisi tohumlarından aktif karbon üretimi ve Cr (VI) iyonu sorpsiyonunun incelenmesi. *Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*,

- Konya.
129. Kara, İ., 2012. Modifiye s. albus kullanılarak sulu çözeltilerden reaktif kırmızı 45 (RK45) boyarmaddesinin giderimi. *Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.*
 130. Karaboyacı, M., 2010. Modifiye edilmiş lignoselülozikler ile ağır metal adsorpsiyonu. *Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.*
 131. Karacan F., Özden Ü. ve Karacan S., 2007. Optimization Manufacturing Conditions for Activated Carbon from Turkish Lignite by Chemical Activation using Response Surface Methodology. *Applied Thermal Engineering*, (27), 1212-1218.
 132. Karagöz, S., Tay, T., Ucar, S. ve Erdem, M., 2008. Activated carbons from waste biomass by sulfuric acid activation and their use on methylene blue adsorption. *Bioresource technology*, 99(14), 6214-6222.
 133. Karakaş, C., 2013. Bitkisel atıklardan karbonizasyon yoluyla farklı kullanım amaçlı katı materyallerin üretimi. *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
 134. Kargı, F. ve Ozmihçı, S., 2004. Biosorption performance of powdered activated sludge for removal of different dyestuffs, *Enzyme and Microbial Technology*, 35, 267–271.
 135. Karr, C. (Ed.), 2013. *Analytical methods for coal and coal products* (Vol. 2). Academic press.
 136. Kocaokutgen, H. ve Erdem, E., 2004. Synthesis and Spectral Characterization of Metal Complexes of 1-(2-Hydroxy-4-methylphenylazo)-2-naphthol. *Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry*, 34(10), 1843-1853.
 137. Koswojo, R., Utomo, R.P., Ju, Y.H., Ayucitra, A., Soetaredjo, F.E., Sunarso, J. ve Ismadji, S., 2010. Acid Green 25 removal from wastewater by organo-bentonite from Pacitan, *Applied Clay Science*, 48, 81–86.
 138. Köseoğlu, E., 2005. Tarımsal Yan Ürünlerden Kimyasal Aktivasyon ile Aktif Karbon Eldesi: Karakterizasyonu ve Sulu Çözeltilerden Katyon Adsorpsiyonunun İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.*
 139. Kroschwitz, J.I. (Ed.), 1992. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. *John Wiley & Sons*, 4th Ed., 4, 1015-1035.
 140. Kumar, U. ve Bandyopadhyay, M., 2006. Sorption of cadmium from aqueous solution using pretreated rice husk. *Bioresource technology*, 97(1), 104-109.
 141. Küçükbayrak, S., 1998. *Kömürün Isıl Analizi, Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri*. Ed. Orhan Kural, Bölüm 7, s.113–125.
 142. Küçükgül, E.Y., 2004. Ticari aktif karbon üretimi ve özelliklerinin belirlenmesi. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6, 41-56.
 144. Kütahyalı, C., 2002. Mangal kömüründen üretilen aktif karbon kullanılarak uranyum'un selektif adsorpsiyonunun ve uygulama alanlarının incelenmesi. *Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.*
 145. Lahaye, J., Nanse, G., Bagreev, A. ve Strelko, V., 1999. Porous structure and surface chemistry of nitrogen containing carbons from polymers. *Carbon*, 37(4), 585-590.
 146. Lee, M.T., Wang, Z.Q. ve Chang, J.R., 2003. Activated-carbon-supported NaOH for removal of HCl from reformer process streams. *Industrial & engineering chemistry research*, 42(24), 6166-6170.
 147. Lee, Y.S., Kim, Y.H., Hong, J.S., Suh, J.K. ve Cho, G.J., 2007. The adsorption properties of surface modified activated carbon fibers for hydrogen storages. *Catalysis today*, 120(3-4), 420-425.
 148. Li, L., Liu, S. ve Liu, J., 2011. Surface modification of coconut shell based activated carbon for the improvement of hydrophobic VOC removal. *Journal of hazardous materials*, 192(2), 683-690.
 149. Lillo-Ródenas, M.A., Cazorla-Amorós, D. ve Linares-Solano, A., 2003. Understanding chemical reactions between carbons and NaOH and KOH: an insight into the chemical activation mechanism. *Carbon*, 41(2), 267-275.
 150. Lin, Y. R. ve Teng, H., 2003. A novel method for carbon modification with minute polyaniline deposition to enhance the capacitance of porous carbon electrodes. *Carbon*, 41(14), 2865-2871.
 151. Liu, H., Liu, W., Zhang, J., Zhang, C., Ren, L. ve Li, Y., 2011. Removal of cephalixin from

- aqueous solutions by original and Cu (II)/Fe (III) impregnated activated carbons developed from lotus stalks Kinetics and equilibrium studies. *Journal of hazardous materials*, 185(2-3), 1528-1535.
152. Liu, S.X., Chen, X., Chen, X.Y., Liu, Z.F. ve Wang, H.L., 2007. Activated carbon with excellent chromium (VI) adsorption performance prepared by acid–base surface modification. *Journal of Hazardous Materials*, 141(1), 315-319.
153. López-Ramón, V., Moreno-Castilla, C., Rivera-Utrilla, J. ve Radovic, L.R., 2003. Ionic strength effects in aqueous phase adsorption of metal ions on activated carbons. *Carbon*, 41(10), 2020-2022.
154. Lu, X., Jiang, J., Sun, K., Xie, X. ve Hu, Y., 2012. Surface modification, characterization and adsorptive properties of a coconut activated carbon. *Applied Surface Science*, 258(20), 8247-8252.
155. Lua, A.C. ve Yang, T., 2005. Characteristics of activated carbon prepared from pistachio-nut shell by zinc chloride activation under nitrogen and vacuum conditions. *J. Colloid. Interf. Sci.*, 290, 505-513.
156. Lukman, S., Essa, M.H., Mu'azu, N.D., Bukhari, A. ve Basheer, C., 2013. Adsorption and desorption of heavy metals onto natural clay material: influence of initial pH. *Journal of Environmental Science and Technology*, 6(1), 1-15.
157. Mackenzie, R.C., 1979. Nomenclature in thermal analysis, part IV. *Thermochimica acta*, 28(1), 1-6.
158. Mahato, T.H., Prasad, G.K., Singh, B., Acharya, J., Srivastava, A.R. ve Vijayaraghavan, R., 2009. Nanocrystalline zinc oxide for the decontamination of sarin. *Journal of hazardous materials*, 165(1-3), 928-932.
159. Mahramanlioğlu, M., Kızılcıklı, İ. ve Çınarlı, A., 2006. Bazık boyar maddelerin ağaçlı kömürlerinden elde edilen aktif karbon üzerinde adsorpsiyonu, *S.Ü. Müh.Mim. Fak. Derg.*, c.21, s.3-4.
160. Maroto-Valer, M.M., Dranca, I., Lupascu, T. ve Nastas, R., 2004. Effect of adsorbate polarity on thermodesorption profiles from oxidized and metal-impregnated activated carbons. *Carbon*, 42(12-13), 2655-2659.
161. Marsh, H. ve Rodriguez-Reinonso, F., 2006. Activated carbon Elsevier Science & Technology Books. *Amsterdam*, 89-100.
162. Martins, A.C., Pezoti, O., Cazetta, A.L., Bedin, K.C., Yamazaki, D.A., Bandoch, G.F. ve Almeida, V.C., 2015. Removal of tetracycline by NaOH-activated carbon produced from macadamia nut shells: kinetic and equilibrium studies. *Chemical Engineering Journal*, 260, 291-299.
163. Maurao, P., Pozio, A. ve Masci, A., 2015. Composite Ni-TiO₂ nanotube arrays electrode for photo-assisted electrolysis. *Advances in Energy Research*, 3(1), 45-57.
164. McDougall, G.J., 1991. The physical nature and manufacture of activated carbon. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, 91(4), 109-120.
165. McKay, G. ve Al-Duri, B., 1991. Extended empirical Freundlich isotherm for binary systems: a modified procedure to obtain the correlative constants. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 29(3), 133-138.
166. Menéndez, J.A., Xia, B., Phillips, J. ve Radovic, L.R., 1997. On the modification and characterization of chemical surface properties of activated carbon: microcalorimetric, electrochemical, and thermal desorption probes. *Langmuir*, 13(13), 3414-3421.
167. Metcalf, E., Asano, T., Burton, F., Leverenz, H., Tsuchihashi, R. ve Tchobanoglous, G., 2007. Water reuse: Issues, technologies, and applications.
168. Monser, L. ve Adhoum, N., 2002. Modified activated carbon for the removal of copper, zinc, chromium and cyanide from wastewater. *Separation and purification technology*, 26(2-3), 137-146.
169. Moon, H. ve Lee, W.K., 1983. Intraparticle diffusion in liquid-phase adsorption of phenols with activated carbon in finite batch adsorber. *Journal of colloid and interface science*, 96(1), 162-171.
170. Mugisidi, D., Ranaldo, A., Soedarsono, J.W. ve Hikam, M., 2007. Modification of activated carbon using sodium acetate and its regeneration using sodium hydroxide for the adsorption of copper from aqueous solution. *Carbon*, 45(5), 1081-1084.

171. Murat, S., 2007. Aktif karbon ile sulu çözümlerden nikel gideriminde kolon çalışmaları. *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
172. Müller, R.H. ve Mehnert, W., 1997. Particle and Surface Characterization Methods. *Medpharm Scientific Publishers*, Stuttgart.
173. Nahil, M.A. ve Williams, P.T., 2012. Pore characteristics of activated carbons from the phosphoric acid chemical activation of cotton stalks. *Biomass and Bioenergy*, 37, 142-149.
174. Nasibulin, A.G., Pikhitsa, P.V., Jiang, H., Brown, D.P., Krashenninnikov, A.V., Anisimov, A.S., Queipo, P., Moisala, A., Gonzalez, D., Lientschnig, G., Hassanien, A., Shandakov, S.D., Lolli, G., Resasco, D.E., Choi, M., Tománek, D. ve Kauppinen, E.I., 2007. A Novel Hybrid Carbon Material, *Nature Nanotechnology*, 2, 156-161.
175. Namasivayam, C. ve Kavitha, D., 2002. Removal of Congo Red from water by adsorption onto activated carbon prepared from coir pith, an agricultural solid waste. *Dyes and pigments*, 54(1), 47-58.
176. Nouri, S. ve Haghseresht, F., 2004. Adsorption of p-nitrophenol in untreated and treated activated carbon. *Adsorption*, 10(1), 79-86.
177. Okada, K., Yamamoto, N., Kameshima, Y. ve Yasumori, A., 2003. Adsorption properties of activated carbon from waste newspaper prepared by chemical and physical activation. *Journal of colloid and interface science*, 262(1), 194-199.
178. Olivares-Marín, M., Fernández-González, C., Macías-García, A. ve Gómez-Serrano, V., 2012. Preparation of activated carbon from cherry stones by physical activation in air. Influence of the chemical carbonisation with H₂SO₄. *Journal of analytical and applied pyrolysis*, 94, 131-137.
179. Othmer, K., 1983. Encyclopedia of Chemical Technology, vol. 23.
180. Önal, M. ve Sarıkaya, Y., 2007. Preparation and characterization of acid-activated bentonite powders. *Powder Technology*, 172(1), 14-18.
181. Önal, Y., Akmil-Başar, C., Sarıcı-Özdemir, Ç. ve Erdoğan, S., 2007. Textural development of sugar beet bagasse activated with ZnCl₂. *Journal of Hazardous Materials*, 142(1-2), 138-143.
182. Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E. ve İsfendiyaroğlu, M., 2011. Ilıman İklim Meyve Türleri: Sert Çekirdekli Meyveler Cilt-I. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, (553).
183. Özdemir, O., 2016. Organik tabanlı gaz sensörlerinde adsorpsiyon kinetiğinin incelenmesi. *Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
184. Özgen, Ö., 2004. Asetaminofen Adsorpsiyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul.
185. Özvardarlı, A., 2006. Çevre biyoteknolojisi uygulamalarında biyosorpsiyonun yeri. *Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
186. Pandya, J.D., 1983. Adiabatic gas absorption and stripping with chemical reaction in packed towers. *Chemical Engineering Communications*, 19(4-6), 343-361.
187. Pang, M., Xu, L., Kano, N. ve Imaizumi, H., 2014. Adsorption of heavy metal onto activated carbon modified with potassium permanganate. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 47(5), 386-391.
188. Park, J.H. ve Park, O.O., 2002. Hybrid electrochemical capacitors based on polyaniline and activated carbon electrodes. *Journal of Power Sources*, 111(1), 185-190.
189. Patrick, J.W., 1995. Prorsity in Carbons, Edward Arnold, *Great Britain*, 209-253.
190. Pearce, C.I., Lloyd, J.R. ve Guthrie, J.T., 2003. The removal of colour from textile wastewater using wholebacterial cells: a review, *Dyes And Pigments*, 58, 179-196.
191. Pilling, M.J. ve Seaking, P.W., 2002. Reaction Kinetics, Oxford University Press, Great Britain.
192. Polat, A.A., 2007. Loquat production in Turkey: Problems and solutions. *Eur J Plant Sci Biot*, 1, 187-99.
193. Pollard, S.J.T., 1990. Low-cost adsorbents from industrial wastes. *Ph. D. Thesis, Imperial College, University of London*.
194. Pollard, S.J.T., Fowler, G.D., Sollars, C.J. ve Perry, R., 1992. Low-cost adsorbents for waste and wastewater treatment: a review. *Science of the Total Environment*, 116(1-2), 31-52.

195. Ponec, V., Knor, Z. ve Cerny, S., 1994. Adsorption On Solid, *Butterworths*, London, 567-585.
196. Przepiórski, J., 2006. Enhanced adsorption of phenol from water by ammonia-treated activated carbon. *Journal of hazardous materials*, 135(1-3), 453-456.
197. Robert, C.M., Death, S., Czech, I.O. ve Toward, S.T., 2011. Citation records and selection of useful citations. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 105, 783-701.
198. Rodríguez-Reinoso, F. ve Molina-Sabio, M., 1998. Textural and chemical characterization of microporous carbons. *Advances in colloid and interface Science*, 76, 271-294.
199. Rouquerol, J., Rouquerol, F., Llewellyn, P., Maurin, G. ve Sing, K.S., 2013. *Adsorption by powders and porous solids: principles, methodology and applications*. Academic press.
200. Ruthven, D.M., 1984. *Principles of adsorption and adsorption processes*. John Wiley & Sons.
201. Saka, C., 2012. BET, TG-DTG, FT-IR, SEM, iodine number analysis and preparation of activated carbon from acorn shell by chemical activation with ZnCl₂. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 95, 21-24.
202. Salame, I.I. ve Bandosz, T.J., 2003. Role of surface chemistry in adsorption of phenol on activated carbons. *Journal of colloid and interface science*, 264(2), 307-312.
203. Salman, J. M. ve Hameed, B.H., 2010. Effect of preparation conditions of oil palm fronds activated carbon on adsorption of bentazon from aqueous solutions. *Journal of hazardous materials*, 175(1-3), 133-137.
204. Sarıkaya, Y., Önal, M., Baran, B. ve Alemdaroğlu, T., 2000. The effect of thermal treatment on some of the physicochemical properties of a bentonite. *Clays and Clay Minerals*, 48(5), 557-562.
205. Sarıkaya, Y., 1993. Fizikokimya, Gazi Büro Kitabevi. Ankara, 633-659.
206. Sarıkaya, Y., 2008. Fizikokimya, Gazi Kitabevi, 9. Baskı. Ankara.
207. Sarici-Özdemir, Ç., 2014. Removal of methylene blue by activated carbon prepared from waste in a fixed-bed column. *Particulate Science and Technology*, 32(3), 311-318.
208. Satyawali, Y. ve Balakrishnan, M., 2007. Removal of color from biometanated distillery spentwash by treatment with activated carbons. *Bioresource Technology*, 98(14), 2629-2635.
209. Savcı, S., 2005. Basic blue 41 boyar maddesinin canlı ve inaktif sucul bitki *Myriophyllum spicatum* tarafından adsorblanabilirliğinin incelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
210. Saygılı, H., Güzel, F. ve Önal, Y., 2015. Conversion of grape industrial processing waste to activated carbon sorbent and its performance in cationic and anionic dyes adsorption. *Journal of Cleaner Production*, 93, 84-93.
211. Sayın, E., 2015. Bazı geçiş metallerin 2-piridinetanol ve 2-piridinmetanol ligantları ile siyanür komplekslerinin sentezi ve yapısal özelliklerinin incelenmesi. *Doktora Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
212. Seven, T., Can, B., Darende, B.N. ve Ocak, S., 2018. Hava ve Toprakta Ağır Metal Kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 91-103.
213. Shen, W., Li, Z. ve Liu, Y., 2008. Surface chemical functional groups modification of porous carbon. *Recent Patents on Chemical Engineering*, 1(1), 27-40.
214. Shim, J.W., Park, S.J. ve Ryu, S.K., 2001. Effect of modification with HNO₃ and NaOH on metal adsorption by pitch-based activated carbon fibers. *Carbon*, 39(11), 1635-1642.
215. Singh, C.K., Sahu, J.N., Mahalik, K.K., Mohanty, C.R., Mohan, B.R. ve Meikap, B.C., 2008. Studies on the removal of Pb (II) from wastewater by activated carbon developed from Tamarind wood activated with sulphuric acid. *Journal of Hazardous Materials*, 153(1-2), 221-228.
216. Silverstein, R.M., Webster, F.X., Kiemle, D.J. ve Bryce, D.L., 2014. *Spectrometric identification of organic compounds*. John wiley & sons.
217. Skoog, I., Wallin, A., Fredman, P., Hesse, C., Aevarsson, O., Karlsson, I. ve Blennow, K., 1998. A population study on blood-brain barrier function in 85-year-olds: relation to Alzheimer's disease and vascular dementia. *Neurology*, 50(4), 966-971.
218. Smykatz-Kloss, W., 2012. *Differential thermal analysis: application and results in mineralogy* (Vol. 11). Springer Science & Business Media.

219. Solomons, N.W., Biesalski, H.K., de Luis, D.A., Aller, R., Izaola, O., Conde, R. ve Kondal, D., 2013. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 62(4), I-IV.
220. Spagnoli, A.A., Giannakoudakis, D.A. ve Bashkova, S., 2017. Adsorption of methylene blue on cashew nut shell based carbons activated with zinc chloride: The role of surface and structural parameters. *Journal of Molecular Liquids*, 229, 465-471.
221. Stavitskaya, S.S., 2000. Catalytical properties of active carbon and the main factors determining them. *1st Carbon Conference on Carbon*, Vol II, Berlin-Germany.
222. Stavropoulos, G.G., 2005. Precursor materials suitability for super activated carbons production. *Fuel Processing Technology*, 86(11), 1165-1173.
223. Strosnider, W.H., Winfrey, B.K. ve Nairn, R.W., 2011. Biochemical oxygen demand and nutrient processing in a novel multi-stage raw municipal wastewater and acid mine drainage passive co-treatment system. *water research*, 45(3), 1079-1086.
224. Stuart, B.H., 2004. Experimental methods. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications; John Wiley & Sons: Hoboken, NJ, USA*, 18-19.
225. Su, W., Zhou, L. ve Zhou, Y., 2003. Preparation of microporous activated carbon from coconut shells without activating agents. *Carbon*, 41(4), 861-863.
226. Sudaryanto, Y., Hartono, S.B., Irawaty, W., Hindarso, H. ve Ismajdi, S., 2006. High surface area activated carbon prepared from cassava peel by chemical activation. *Bioresource technology*, 97(5), 734-739.
227. Sun, K. ve Chun Jiang, J., 2010. Preparation and characterization of activated carbon from rubber-seed shell by physical activation with steam. *Biomass and bioenergy*, 34(4), 539-544.
228. Swiatkowski, A., Pakula, M., Biniak, S. ve Walczyk, M., 2004. Influence of the surface chemistry of modified activated carbon on its electrochemical behaviour in the presence of lead (II) ions. *Carbon*, 42(15), 3057-3069.
229. Świątkowski, A., Pakuła, M., Walczyk, M. ve Biniak, S., 2005. Voltammetric and FT-IR studies of modified activated carbon systems with phenol, 4-chlorophenol or 1, 4-benzoquinone adsorbed from aqueous electrolyte solutions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 260(1-3), 145-155.
230. Şamdan, C.A., 2013. Kabak çekirdeği kabuğundan kimyasal aktivasyonla aktif karbon üretimi boya ve ağır metal gideriminde değerlendirilmesi. *Yüksek lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
231. Şeker, A.F., 2007. Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Çeşitli Boyar Maddelerin Aktif Karbon ile Gideriminin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Gebze İleri Teknoloji Enstitüsü, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı, Gebze*.
232. Şengül, F. ve Küçükgül, E.Y., 1990. *Çevre mühendisliğinde fiziksel-kimyasal temel işlemler ve süreçler*. Dokuz Eylül Üniversitesi.
233. Tang, S., Lu, N., Wang, J.K., Ryu, S.K. ve Choi, H.S., 2007. Novel effects of surface modification on activated carbon fibers using a low pressure plasma treatment. *The Journal of Physical Chemistry C*, 111(4), 1820-1829.
234. Tasmakıran, A.F., 2010. Zirai yan ürünlerin modifiye edilerek yeni adsorbanların hazırlanması ve boyaların adsorpsiyonu. *Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
235. Tay, T., Ucar, S. ve Karagöz, S., 2009. Preparation and characterization of activated carbon from waste biomass. *Journal of Hazardous Materials*, 165(1-3), 481-485.
236. Teker, M., Saltabaş, Ö. ve İmamoğlu, M., 1997. Adsorption of cobalt by activated carbon from the rice hulls. *Journal of Environmental Science & Health Part A*, 32(8), 2077-2086.
237. Tekir, O., 2006. Fındık Zurufundan Aktif Karbon Eldesi ve Bazı Ağır Metal İyonlarının Adsorpsiyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Sakarya.
238. Toprak, S. ve Karaaslan, S., 2017. Birinci Dünya Savaşı'nda Ayrık Bir Resmî Savaş Ressami: Mary Riter Hamilton. *Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 26(2), 205-216.
239. Torrellas, S.Á., Lovera, R.G., Escalona, N., Sepúlveda, C., Sotelo, J.L. ve García, J., 2015. Chemical-activated carbons from peach stones for the adsorption of emerging contaminants in aqueous solutions. *Chemical Engineering Journal*, 279, 788-798.

240. TS 6932, 1989. Agricultural Food Products-Determination of Crude Fibre Content-General method. <https://intweb.tse.org.tr/Standard/Standard/Standard.aspx>. (Erişim tarihi: 20.11.2017)
241. Tsai, W.T., Chang, C.Y. ve Lee, S.L., 1998. A Low Cost Adsorbent from Agricultural Waste Corn Cob by Zinc Chloride Activation, *Bioresource Technology*, 64, 211-217.
242. Tuan, T.Q., Van Son, N., Dung, H.T.K., Luong, N.H., Thuy, B.T., Van Anh, N.T. ve Hai, N.H., 2011. Preparation and properties of silver nanoparticles loaded in activated carbon for biological and environmental applications. *Journal of hazardous materials*, 192(3), 1321-1329.
243. Ustabaş, E., 2016. İşlenmiş ve demlenmiş atık çaydan elde edilen aktif karbonu tekstil boyar maddesi metilen mavisini adsorplama özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Edirne.
244. Uzun, I., 2008. Kavak Ağacı Artıklarından Aktif Karbon Üretimi. *Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Eskişehir.
245. Ünsal, H., 2006. Kimyasal Fiziksel Arıtma Ağır Metal Giderimi. *Life "Hawaman" Projesi*, LIFE06 TCY/TR/000292.
246. Valdés, H., Sánchez-Polo, M., Rivera-Utrilla, J. ve Zaror, C.A., 2002. Effect of ozone treatment on surface properties of activated carbon. *Langmuir*, 18(6), 2111-2116.
247. Vandecasteele, C., Block, C.B. ve Block, C.B., 1997. *Modern methods for trace element determination*. John Wiley & Sons.
248. Vargas, A.M., Cazetta, A.L., Garcia, C.A., Moraes, J.C., Nogami, E.M., Lenzi, E. ve Almeida, V.C., 2011. Preparation and characterization of activated carbon from a new raw lignocellulosic material: Flamboyant (*Delonix regia*) pods. *Journal of environmental management*, 92(1), 178-184.
249. Villacañas, F., Pereira, M.F.R., Órfão, J.J. ve Figueiredo, J.L., 2006. Adsorption of simple aromatic compounds on activated carbons. *Journal of colloid and interface science*, 293(1), 128-136.
250. Wang, S., Zhu, Z.H., Coomes, A., Haghseresht, F. ve Lu, G.Q., 2005. The physical and surface chemical characteristics of activated carbons and the adsorption of methylene blue from wastewater. *Journal of colloid and interface science*, 284(2), 440-446.
251. Webb, P.A. ve Orr, C., 1997. *Analytical methods in fine particle technology*. Micromeritics Instrument Corp.
252. Wiśniewska, M., Nowicki, P., Nosal-Wiercińska, A., Pietrzak, R., Szewczuk-Karpisz, K., Ostolska, I. ve Sternik, D., 2017. Adsorption of poly (acrylic acid) on the surface of microporous activated carbon obtained from cherry stones. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 514, 137-145.
253. Wu, J., Yang, Y.S. ve Lin, J., 2005. Advanced tertiary treatment of municipal wastewater using raw and modified diatomite, *Journal of Hazardous Materials*, B127, 196-203.
254. Wu, M.B., Li, R.C., He, X.J., Zhang, H.B., Sui, W.B. ve Tan, M.H., 2015. Microwave-assisted preparation of peanut shell-based activated carbons and their use in electrochemical capacitors. *New Carbon Materials*, 30(1), 86-91.
255. Xu, T. ve Liu, X.Q., 2008. Peanut shell activated carbon: characterization, surface modification and adsorption of Pb²⁺ from aqueous solution. *Chinese J. Chem. Eng.*, 16, 401-406.
256. Yang, R.T., 2003. Adsorption: Fundamentals and Applications. *Wiley-Interscience*, s.410.
257. Yantasee, W., Lin, Y., Fryxell, G.E., Alford, K.L., Busche, B.J. ve Johnson, C.D., 2004. Selective removal of copper (II) from aqueous solutions using fine-grained activated carbon functionalized with amine. *Industrial & engineering chemistry research*, 43(11), 2759-2764.
258. Yerlikaya, E., 2008. Atık sulardan nikel (II) ve kurşun (II) iyonlarının adsorpsiyon yöntemiyle uzaklaştırılması. *Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya.
259. Yıldız, A. ve Genç, Ö., 1993. *Enstrümantal analiz*. Hacettepe Üniversitesi.
260. Yılmaz, N., 2007. Doğal Kil Minerali Bentonit İle Boyar Maddelerin Adsorpsiyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Sivas*.
261. Yin, C.Y., Aroua, M.K. ve Daud, W.M.A.W., 2007. Review of modifications of activated carbon for enhancing contaminant uptakes from aqueous solutions. *Separation and Purification Tech-*

- nology, 52(3), 403-415.
262. Yu, Y., Luo, Z., Chevrier, D.M., Leong, D.T., Zhang, P., Jiang, D.E. ve Xie, J., 2014. Identification of a highly luminescent Au₂₂ (SG) 18 nanocluster. *Journal of the American Chemical Society*, 136(4), 1246-1249.
263. Yurdakul, İ. ve Sadık, U., 2007. Toprak Organik Maddesi ile Fosfor Adsorpsiyonu Arasındaki İlişkinin Langmuir Modeli ile Araştırılması. *Toprak Su Dergisi*, 6(2), 59-70.
264. Zerrin, T., 2014. Elmas Benzeri Karbon İnce Filmlerin Hazırlanması ve Karakterizasyonu. *Yüksek lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
265. Zhang, H.Z., Peng, S.A., Cai, L.H. ve Fang, D.Q., 1990. The germplasm resources of the genus *Eriobotrya* with special reference on the origin of *E. japonica* Lindl. *Acta Horticulturae Sinica*, 17(1), 5-12.
266. Zhao, N., Wei, N., Li, J., Qiao, Z., Cui, J. ve He, F., 2005. Surface properties of chemically modified activated carbons for adsorption rate of Cr (VI). *Chemical Engineering Journal*, 115(1-2), 133-138.
267. Zhou, A., Ma, X. ve Song, C., 2009. Effects of oxidative modification of carbon surface on the adsorption of sulfur compounds in diesel fuel. *Applied Catalysis B: Environmental*, 87(3-4), 190-199.
268. Zhu, J.L., Wang, Y.H., Zhang, J.C. ve Ma, R.Y., 2005. Experimental investigation of adsorption of NO and SO₂ on modified activated carbon sorbent from flue gases. *Energy Conversion and Management*, 46(13-14), 2173-2184.