



## Kabul Edilmiş Araştırma Makalesi (Düzenlenmemiş Sürüm)

## Accepted Research Article (Uncorrected Version)

### Makale Başlığı / Title

Tarımsal atık üzerine malahit yeşili adsorpsiyonunda denge ve kinetik verilerin incelenmesi  
Investigation of equilibrium and kinetic data in agricultural waste with malachite green adsorption

### Yazarlar / Authors

Çiğdem SARICA ÖZDEMİR\*

### Referans No / Reference No

PAJES-81059

### DOI

10.5505/pajes.2019.81059

Bu PDF dosyası yukarıda bilgileri verilen kabul edilmiş araştırma makalesini içermektedir. Sayfa düzeni, dizgileme ve son inceleme işlemleri henüz tamamlanmamış olduğundan, bu düzenlenmemiş sürüm bazı üretim ve dizgi hataları içerebilir.

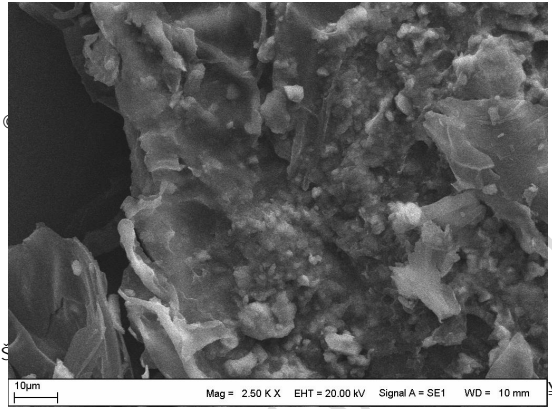
This PDF file contains the accepted research article whose information given above. Since copyediting, typesetting and final review processes are not completed yet, this uncorrected version may include some production and typesetting errors.



Özellikle bu çalışmada kullanılan adsorbentlerin yapısal ve kimyasal özelliklerinin araştırılması için SEM ve XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. SEM görüntüleri adsorbentlerin morfolojik yapılarını göstermektedir. XRD analizleri ise kristal yapıların varlığını ve türünü belirlemek için kullanılmaktadır.

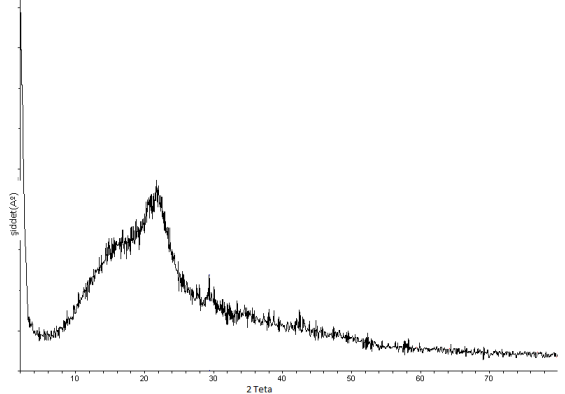
$$q_e = 1 \left( C_0 - C_t \right) \frac{V}{w} \quad (1)$$

$q_e$ : Adsorbent başına adsorbed miktar (mg/g)  
 $C_0$ : Başlangıçta çözeltideki adsorbat konsantrasyonu (mg/L)  
 $C_e$ : Dengeye ulaşıldığında çözeltideki adsorbat konsantrasyonu (mg/L)  
 $V$ : Çözelti hacmi (L)  
 $w$ : Adsorbent miktarı (g)



Adsorbent SEM görüntüsü

2.2. Adsorbentlerin yapısal ve kimyasal özelliklerinin araştırılması için SEM ve XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. SEM görüntüleri adsorbentlerin morfolojik yapılarını göstermektedir. XRD analizleri ise kristal yapıların varlığını ve türünü belirlemek için kullanılmaktadır.



### 2.3 Denge süresinin etkisi

Denge süresinin etkisini incelemek için farklı sürelerde adsorpsiyon gerçekleştirildi ve adsorpsiyon miktarları ölçüldü. Denge süresinin artmasıyla adsorpsiyon miktarının da arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum adsorbentlerin adsorpsiyon kapasitesini artırmaya yardımcı olabilir.

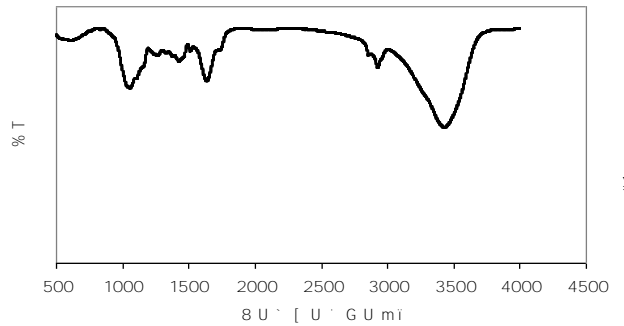
### 2.4 Adsorbentlerin yapısal ve kimyasal özelliklerinin araştırılması

Adsorbentlerin yapısal ve kimyasal özelliklerinin araştırılması için SEM ve XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. SEM görüntüleri adsorbentlerin morfolojik yapılarını göstermektedir. XRD analizleri ise kristal yapıların varlığını ve türünü belirlemek için kullanılmaktadır.

2.5. Adsorbentlerin yapısal ve kimyasal özelliklerinin araştırılması için SEM ve XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. SEM görüntüleri adsorbentlerin morfolojik yapılarını göstermektedir. XRD analizleri ise kristal yapıların varlığını ve türünü belirlemek için kullanılmaktadır.

## 3 Bulgular ve tartışma

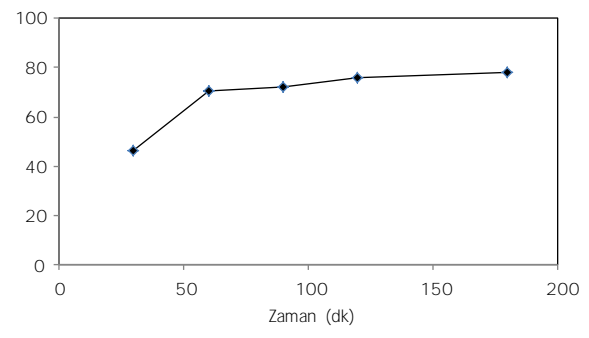
3.1. Adsorbentlerin yapısal ve kimyasal özelliklerinin araştırılması için SEM ve XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. SEM görüntüleri adsorbentlerin morfolojik yapılarını göstermektedir. XRD analizleri ise kristal yapıların varlığını ve türünü belirlemek için kullanılmaktadır.



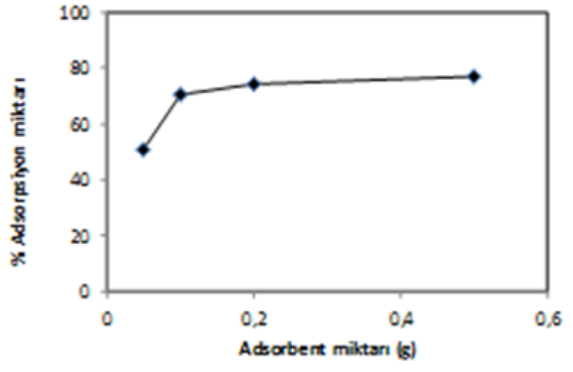
### 3.2 Adsorpsiyon etkileyen faktörler

Adsorpsiyon etkileyen faktörler arasında pH, sıcaklık, adsorbent miktarı ve adsorbat konsantrasyonu yer almaktadır. Bu faktörlerin adsorpsiyon miktarını nasıl etkilediği araştırılmıştır. pH'nın artmasıyla adsorpsiyon miktarının da arttığı gözlemlenmiştir. Sıcaklığın artmasıyla adsorpsiyon miktarının azaldığı görülmüştür. Adsorbent miktarının artmasıyla adsorpsiyon miktarının da arttığı gözlemlenmiştir. Adsorbat konsantrasyonunun artmasıyla adsorpsiyon miktarının da arttığı gözlemlenmiştir.

adsorpsiyonu... gramdan... konsantrasyon... kabu... Ç... »

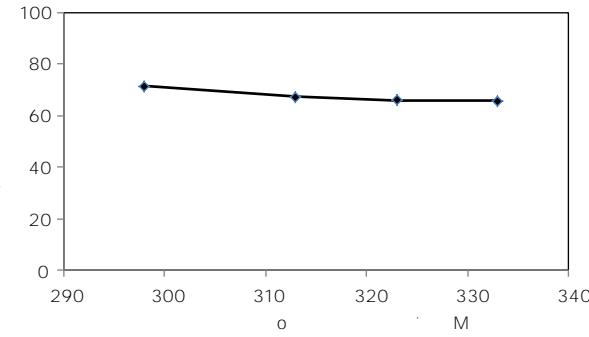


Adsorpsiyon süresinin etkisi (m=0.1g, C=100 mg/L)

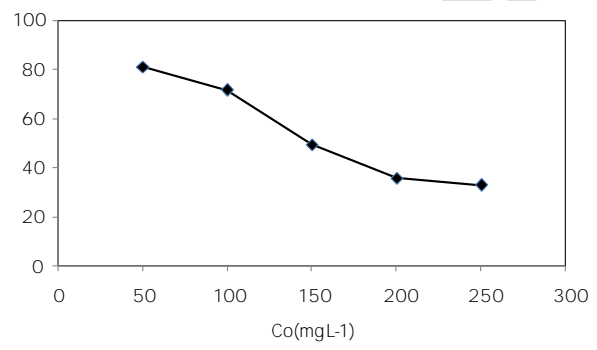


3.2.4... adsorpsiyonunda... Ç... »

3.2.2... adsorpsiyon... daha fazla boya tutunacak... boya adsorplanmadan çözeltide... »

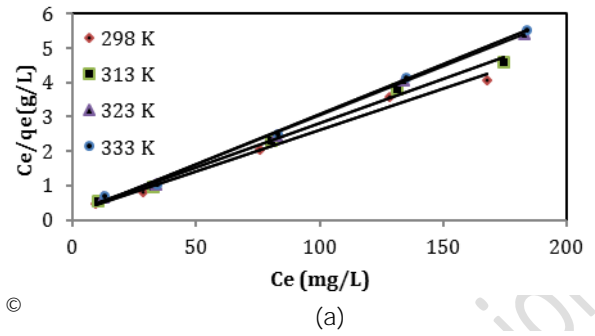
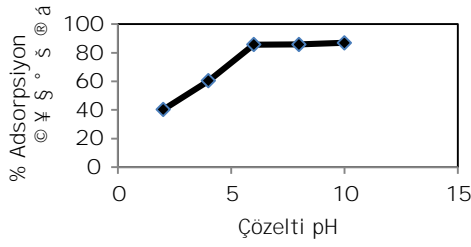


Adsorpsiyon süresinin etkisi (m=0.1g, C=100 mg/L, t=60)



3.2.5... Ç... »

3.2.3 Denge süresinin etkisi... olarak adsorbent de o kadar kuş... denge süresinin adsorpsiyon üzerine etkisi... sergileme... »



w<sub>i</sub> = pH etkisi (m=0.1 g, C=100 mg/L, t=1 saat, T= 298 K, Z = 1)

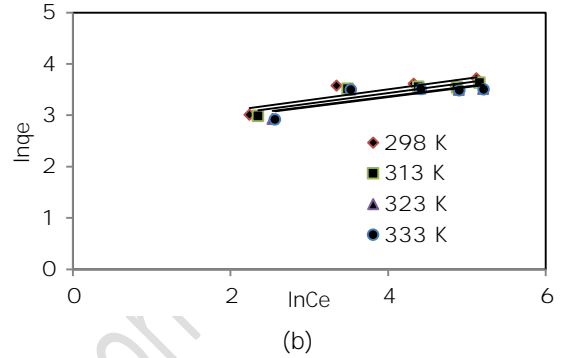
3.3.3.3.3.3 Langmuir [9] adsorpsiyon için türetilen izoterm;

$$q_e = \frac{Q_0 b C_e}{1 + b C_e} \quad (2)$$

i = Denge de Y = Y<sub>e</sub>, Y<sub>e</sub> = adsorpsiyon miktarı (mg/g)  
 q<sub>e</sub> = Denge de adsorpsiyon miktarı (mg/g)  
 Q<sub>0</sub> = Tek taraflı adsorpsiyon kapasitesi (mg/g)  
 b = Langmuir sabiti (L/mg)

C<sub>e</sub> = Denge de çözeltide adsorptandan kalan adsorbat miktarı (mg/L)

w<sub>i</sub> = Langmuir (a) ve Freundlich (b) izotermi



w<sub>i</sub> = Langmuir (a) ve Freundlich (b) izotermi

Tablo 1: X = 1, Z = 1, t = 1 saat, C = 100 mg/L

| X                     | Z | 298  | 313   | 323   | 333   |
|-----------------------|---|------|-------|-------|-------|
| Langmuir              |   |      |       |       |       |
| Q <sub>0</sub> (mg/g) |   | 4149 | 3861  | 3484  | 3436  |
| b (L/mg)              |   | 0.11 | 0.12  | 0.17  | 0.17  |
| R <sup>2</sup>        |   | 0.99 | 0.99  | 0.99  | 0.99  |
| Freundlich            |   |      |       |       |       |
| n                     |   | 484  | 490   | 5.14  | 5.16  |
| k <sub>f</sub>        |   | 1456 | 13.70 | 13.36 | 13.23 |
| R <sup>2</sup>        |   | 0.77 | 0.80  | 0.67  | 0.65  |

i = Freundlich adsorpsiyon için Alınan Y = Y<sub>e</sub>  
 Z = Freundlich adsorpsiyon için Alınan Y = Y<sub>e</sub>  
 denklemler

$$q_e = k_f C_e^{1/n} \quad (4)$$

w<sub>i</sub> = Freundlich (b) izotermi

$$\ln q_e = \ln k_f + \frac{1}{n} \ln C_e \quad (5)$$

i = Freundlich adsorpsiyon için Alınan Y = Y<sub>e</sub>  
 Z = Freundlich adsorpsiyon için Alınan Y = Y<sub>e</sub>  
 denklemler

adsorpsiyonunda maksimum sorplama kapasitesi 298 K de 4149 mg/g olarak bulunmuştur.

Tablo 2: X = 1, Z = 1, t = 1 saat, C = 100 mg/L

| X              | Z | 298  | 313   | 323   | 333   |
|----------------|---|------|-------|-------|-------|
| Freundlich     |   |      |       |       |       |
| n              |   | 484  | 490   | 5.14  | 5.16  |
| k <sub>f</sub> |   | 1456 | 13.70 | 13.36 | 13.23 |
| R <sup>2</sup> |   | 0.77 | 0.80  | 0.67  | 0.65  |

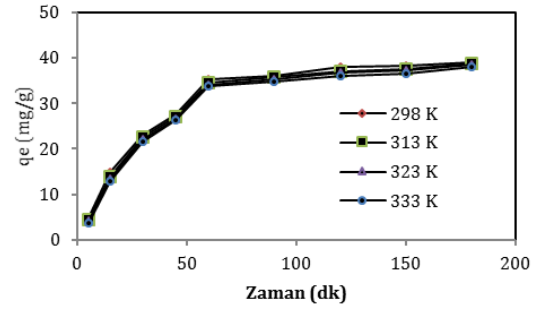


İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

$$q_t = \frac{q_e}{1 + k_1 t} \quad (7)$$

«İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir» ifadesi, adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

$q_e$  = Dengede adsorbe edilen adsorbat miktarı (mg/g)  
 $k_1$  = Birim zamanda adsorpsiyon hızı (dk<sup>-1</sup>)  
 $t$  = Zaman (dk)  
 $q_t$  = Zaman t'de adsorbe edilen adsorbat miktarı (mg/g)



Tablo 2: Kinetik sabitler

|                           | 298  | 313  | 323  | 333  |
|---------------------------|------|------|------|------|
| $q_e$ (deneysel) (mg/g)   | 3895 | 3860 | 3835 | 3790 |
| $q_e$ (mg/g)              | 3373 | 3208 | 3197 | 3084 |
| $k_1$ (dk <sup>-1</sup> ) | 2,74 | 2,51 | 2,43 | 2,32 |
| $R^2$                     | 0,97 | 0,96 | 0,96 | 0,95 |
| $q_e$ (mg/g)              | 4417 | 4316 | 4162 | 4139 |
| $k_2$ (dk <sup>-1</sup> ) | 3,31 | 3,45 | 3,70 | 3,70 |
| $R^2$                     | 0,99 | 0,99 | 0,98 | 0,98 |

$$k_2 = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{q_e}{q_e - q_t} \right) \quad (8)$$

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

$$k_2 = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{q_e}{q_e - q_t} \right) \quad (9)$$

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

$$k_2 = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{q_e}{q_e - q_t} \right) \quad (10)$$

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

$$k_2 = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{q_e}{q_e - q_t} \right) \quad (11)$$

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

| Adsorbant           | Maksimum adsorplama kapasitesi (mg/g) | Kaynak No |
|---------------------|---------------------------------------|-----------|
| Selüloz             | 8.2                                   | [14]      |
| Kitosan taneleri    | 40                                    | [15]      |
| Karbonize Kabuk jel | 19.82                                 | [16]      |
|                     | 46.23                                 | [17]      |

#### 4. Sonuçlar

İşletme koşullarında adsorpsiyon hızının artırılması için adsorbentlerin yüzey alanlarının artırılması gerekmektedir.

Şenol, Ö. (2018). "Synthesis of new activated carbons produced from polymer waste". *Fuel*, 218, 545-552.

Şenol, Ö. (2018). "Kinetic behavior of methylene blue onto agricultural waste particulate". *Journal of Environmental Science and Technology*, 36, 1920-1928.

### 5 Kaynaklar

[1] Michael Kordatou I, Karaolia P, Fattasinos D. "The role of operating parameters and oxidative damage mechanisms of advanced chemical oxidation processes in the combat against antibiotic resistant bacteria and resistance genes present in urban wastewater". *Water Research*, 129, 202-230, 2018.

[2] Lee Y, Wang P, Lo S, Huang CP. "Recovery of perfluorooctane sulfonate (PFOS) and perfluorooctanoate (PFOA) from dilute water solution by foam flotation". *Separation and Purification Technology*, 178, 282-285, 2017.

[3] Gupta VK, Srivastava SK, Mohan D, "Equilibrium uptake, sorption dynamics, process optimization, and column operations for the removal and recovery of malachite green from wastewater using activated carbon and activated slag". *Ind. Eng. Chem. Res.* 36, 2202-2211, 1997.

[4] Şenol Ö, (2017). "Adsorption of malachite green from aqueous solution by using activated carbon". *Pamukkale Üniversitesi Bil. Derg.* 23(7), 887-892, 2017.

[5] Ferrero F, "Dye removal by low cost adsorbents: Hazelnut shells in comparison with wood sawdust". *Journal of Hazardous Materials*, 142, 144-152, 2007.

[6] Gong R, Sun Y, Chen J, Liu H, Yang C, "Effect of chemical modification on dye adsorption capacity of peanut hull". *Dyes and Pigments*, 67, 175-181, 2005.

[7] Özalp Z, Çiğdem Ö, Onal Y. "Synthesis of new activated carbons produced from polymer waste". *Fuel*, 218, 545-552, 2018.

[8] Şenol Ö. "Kinetic behavior of methylene blue onto agricultural waste particulate". *Journal of Environmental Science and Technology*, 36, 1920-1928, 2018.

[9] Freundlich HMF, "Over the adsorption in solutions". *Phys. Chem* 57, 385-471, 1906.

[10] Lagergren S. "Zur theorie dar sogenannten adsorption". *Engineering* 24, 139, 1898.

[11] Ho YS, McKay G. "Sorption of dye from aqueous solution by peat". *Chemical Engineering Journal*, 10, 115-124, 1998.

[12] Özalp Z, Çiğdem Ö, Onal Y. "Study to investigate the importance of mass transfer of naproxen sodium onto activated carbon". *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 49, 1058-1065, 2010.

[13] Crini G., Peindy H.N., Gimbert F., Robert C., "Removal of C.I. Basic Green 4 (Malachite Green) from aqueous solutions by adsorption using cyclodextrin based adsorbent: kinetic and equilibrium studies". *Sep. Purif. Technol.* 53 ,97-110, 2007.

[14] Nasseruteen F., Hamid N.S.A., Suah F.B.M., Ngah W.S.W., Mehamod F.S. "Adsorption of malachite green from aqueous solution by using novel chitosan ionic liquid beads". *Int. J. Biol. Macromol.* 107, 1270-1277, 2018.

[15] Gündüz F., Bayrak B., "Biosorption of malachite green from an aqueous solution using pomegranate peel: equilibrium modelling, kinetic and thermodynamic studies". *J. Mol. Liq.* 243, 790-798, 2017.

[16] Sharma R., Kumar R, Singh A. P. "Metal ions and organic dyes sorption applications of cellulose grafted with binary vinyl monomers". *Sep. Purif. Technol.* 209, 684-697, 2019.

Düzenlenmemiş Sürüm - Unpublished Version