

**T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**PİRİNÇ KAVUZUNUN BOYAR MADDE
GİDERİLMESİNDE ADSORBAN OLARAK
KULLANIMININ İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Nagihan METİN

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI**

YOZGAT 2019

**T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOSİSTEM MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**PİRİNÇ KAVUZUNUN BOYAR MADDE
GİDERİLMESİNDE ADSORBAN OLARAK
KULLANIMININ İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Nagihan METİN

**Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI**

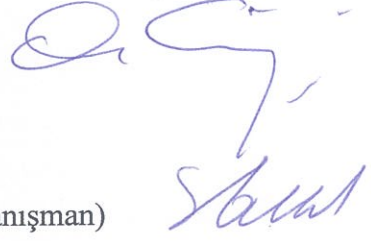
YOZGAT 2019

T.C.
YOZGAT BOZOK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ ONAYI

Enstitümüzün Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı 70112515001 numaralı öğrencisi Nagihan METİN'in hazırladığı **“Pirinç Kavuzunun Boyar Madde Giderilmesinde Adsorban Olarak Kullanımının İncelenmesi”** başlıklı tezi ile ilgili Tez Savunma Sınavı, Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği uyarınca 26/08/2019 Pazartesi günü saat 13:00'da yapılmış, tezin onayına oy birliği ile karar verilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Osman GÖKDOĞAN



Üye : Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI (Danışman)



Üye : Doç. Dr. Tanzer ERYILMAZ



ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulu'nun 02.../09.../2019 tarih ve 40... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

02/09/2019

Prof. Dr. Mustafa SİĞİRCİ
Müdür



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. ADSORPSİYON	2
2.1.1. Tanımı	2
2.1.2. İzotermi	2
2.1.2.1. Freundlich.....	2
2.1.2.2. Langmuir	3
2.1.3. Özellikleri.....	3
2.1.3.1. Fiziksel Adsorpsiyon.....	3
2.1.3.2. Kimyasal Adsorpsiyon	4
2.1.3.3. İyonik Adsorpsiyon	4
2.1.4. Etkileyen Faktörler	4
2.1.4.1. pH Etkisi	4
2.1.4.2. Sıcaklık	4
2.1.4.3. Derişim Etkisi	4
2.1.5. Adsorpsiyon Kinetiği.....	5
2.1.5.1. Film Tabakası Difüzyonu	6
2.1.5.2. Sınır Tabakası Difüzyonu	6
2.1.5.3. Parçacık içi difüzyon.....	6
2.1.5.4. Sorpsiyon	6
2.2. BOYARMADDE	6
2.2.1. Boyarmadde Çeşitleri	7
2.2.1.1. Bazik (Kasyonik) Boyarmadde	7
2.2.1.2. Asidik (Anyonik) Boyarmadde.....	7
2.2.2. Çevre ve İnsan Sağlığı	7

2.3. MALACHİTE GREEN.....	9
2.4. REACTIVE RED 45 (RR45)	10
2.5. PİRİNÇ	10
2.5.1. Pirinç Nedir?.....	10
2.5.2. Pirincin Tarihi / Tarihçesi	11
2.5.3. Pirinç Kavuzu	11
3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	13
4. MATERYAL VE METOD.....	16
4.1. Materyal	16
4.2. Metod.....	18
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	19
5.1. Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) Görüntüleri.....	19
5.2. Adsorpsiyon Çalışmaları.....	22
5.2.1. pH Etkisi	22
5.2.2. Başlangıç Boyarmadde Konsantrasyonunun Etkisi.....	24
5.2.3. Adsorpsiyona Sürenin Etkisi	25
5.3. Adsorpsiyon İzotermi	26
5.3.1. Langmuir İzotermi	26
5.3.2. Freundlich İzotermi	29
5.4. Adsorpsiyon Kinetiği	30
5.4.1. Yalancı İkinci Dereceden Adsorpsiyon Kinetiğinin Değerlendirilmesi	30
5.4.2. Parçacık İçi Difüzyon Kinetiği.....	33
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	35
7. KAYNAKLAR.....	36
ÖZGEÇMİŞ.....	41

PİRİNÇ KAVUZUNUN BOYARMADDE GİDERİLMESİNDE ADSORBAN OLARAK KULLANIMININ İNCELENMESİ

Nagihan METİN

**Yozgat Bozok Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi**

2019; Sayfa:41

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI

ÖZET

Bu çalışmada pirinç kavuzu adsorban olarak kullanılmış ve sulu çözeltilerden Malachite green (MG) ve Reactive red 45 (RR45) boyar maddelerinin giderimi kesikli adsorpsiyon yöntemiyle araştırılmıştır. Her iki boyar madde adsorpsiyonu için başlangıç boyar maddelerinin konsantrasyonu, pH ve zamanın etkisi üzerine çalışılmıştır. Pirinç kavuzunun sulu çözeltilerden boyar madde gideriminde Langmuir ve Freundlich izoterm modelleri denenmiştir. Malachite green boyar maddesinin gideriminde Langmuir İzotermi'nin ($R^2=0,9998$), Freundlich İzoterminden ($R^2=0,6578$) daha iyi uyum sağlamıştır. Reactive red 45 için ise deneysel verilerin teorik verilerle uyuşmadığı ve korelasyon katsayısının oldukça düşük çıkmasından dolayı gerek Langmuir gerekse de Freundlich izoterm modellerinin adsorpsiyon modelinin açıklanmasında yetersiz kaldığı görülmüştür. Adsorpsiyon kinetiği de çalışılmış ve her iki boyar maddenin giderilmesinde elde edilen sonuçların yalancı ikinci dereceden kinetik modele uyum sağladığı görülmüştür. Pirinç kavuzu ve boyar madde yüklü pirinç kavuzunun özellikleri Taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile karakterize edilmiştir. Sonuç olarak pirinç kavuzunun boyar maddelerin gideriminde etkili, ekonomik ve kolay elde edilebilir bir adsorban olarak kullanılabileceği bildirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Pirinç Kavuzu, Adsorpsiyon, İzoterm, Kinetik, SEM.

INVESTIGATION OF THE USE OF RICE HUSK AS ADSORBENT FOR REMOVAL OF DYES

Nagihan METİN

**Yozgat Bozok University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Biosystems Engineering
Master of Science Thesis**

2019 ; Page: 41

Thesis Supervisor: Assist. Prof. Dr. Serpil SAVCI

ABSTRACT

In this study, rice husk was used as adsorbent and removal of Malachite green (MG) and Reactive red 45 (RR45) dyes from aqueous solutions were investigated by batch adsorption method. The adsorption studies were carried out effect of initial dye concentration, pH and time for both of dyes. Langmuir and Freundlich isotherm models have been tested for the removal of dyes from aqueous solutions of rice husk. The Langmuir isotherm model ($R^2=0,9998$) is more fitted than Freundlich isotherm model ($R^2=0,6578$) for removal of malachite green. As for the reactive red 45, it was seen that the experimental data were not consistent with the theoretical data and both Langmuir and Freundlich isotherm models were insufficient in explaining the adsorption model due to the low correlation coefficient. Adsorption kinetics were also studied and the results obtained in the removal of both dyes were found to be compatible with the pseudo second order kinetic model. Both rice husk and dye loaded rice husk were characteristic by scanning electron microscope (SEM). As a result, it has been reported that rice husk can be used as an effective, economical and easily obtainable adsorbent for the removal of dyes.

Keywords: Rice husk, Adsorption, Isotherm, Kinetic, SEM.

TEŞEKKÜR

Anlayışlı oluşu, güler yüzü, samimiyeti ve içtenliğiyle bize öğretmenlik mesleğini en güzel şekilde icra ederek yol gösterici olduğu için Sayın Serpil SAVCI'ya en güzel teşekkürleri sunuyorum. Deney boyunca sabırla anlattığı ve desteklerini esirgemeyişi sayesinde sıkılmadan anlayarak tez yazım aşamasını bitirdiysem hocamın sayesinde.

Ailemin maddi manevi sağladığı destek sayesinde bu günlere geldiğim için onlarla hem gurur duyuyorum hem de teşekkürü bir borç bilirim. Eğitim hayatım boyunca bana istediğim alanda bilgi sahibi olma fırsatını sunarak yaşamımı istediğim gibi şekillendirmemde yardımcı olmalarından dolayı gelecekteki yolları aydınlatacak bilgiyi elimde tutacağıma söz veriyorum.

Bu teşekkürlerin hepsi aile diye adlandırdığım yaşamıma dokunan her güzel bilginin sahibi annem, babam, ablam, abim ve her yaşta yaşamıma eşlik eden kısa sürelide olsa varlığını göstermiş, bilgilerini esirgememiş tüm hocalarıma...

TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Malachite Green'in Kimyasal Yapısı ve Özellikleri	17
Tablo 2: RR45'in Kimyasal Yapısı ve Özellikleri (Sigma-Aldrich, 2016)	17
Tablo 3: Kullanılan Cihazlar	19
Tablo 4: Langmuir Katsayısı	28
Tablo 5: Freundlich Katsayısı	30
Tablo 6: Malachite Green için Yalancı İkinci Dereceden Hız Sabitleri	31
Tablo 7: RR45 için Yalancı İkinci Dereceden Hız Sabitleri	32
Tablo 8: Malachite Green için Parçacık İçi Difüzyon Hız Sabitleri	33
Tablo 9: Reaktif Red 45 (RR45) için Parçacık İçi Difüzyon Hız Sabitleri ..	34

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: Malachite Green Maddesinin Katı ve Toz Hali	10
Şekil 2: Piriñ Kavuzu	18
Şekil 3: Piriñ Kavuzu Adsorpsiyondan Önce (500X)	20
Şekil 4: Piriñ Kavuzu Adsorpsiyondan Önce (1000X)	21
Şekil 5: Piriñ Kavuzu Adsorpsiyondan Sonra Malachite Green (500X)	21
Şekil 6: Piriñ Kavuzu Adsorpsiyondan Sonra Malachite Green (1000X)	22
Şekil 7: Piriñ Kavuzu Adsorpsiyondan Sonra RR45 (500X).....	22
Şekil 8: Piriñ Kavuzu Adsorpsiyondan Sonra RR45 (1000X).....	23
Şekil 9: Malachite Green İçin pH Etkisi	24
Şekil 10: RR45 İçin pH Etkisi	24
Şekil 11: Malachite Green İçin Başlangıç Boyarmadde	25
Şekil 12: RR45 İçin Başlangıç Boyarmadde Konsantrasyonunun Etkisi.....	25
Şekil 13: Piriñ Kavuzunun Malachite Green Giderimi Üzerine Sürenin Etkisi.....	26
Şekil 14: Piriñ Kavuzunun RR45 Giderimi Üzerine Sürenin Etkisi	26
Şekil 15: Malachite Green İçin Langmuir İzotermini	29
Şekil 16: RR45 İçin Langmuir İzotermini	29
Şekil 17: Malachite Green İçin Freundlich İzotermini.....	30
Şekil 18: RR45 İçin Freundlich İzotermini	31
Şekil 19: Yalancı İkinci Dereceden Hız Grafiğı	32
Şekil 20: RR45 İçin Yalancı İkinci Dereceden Hız Grafiğı	33
Şekil 21: Parçacık İçi Difüzyon Etkisi	34
Şekil 22: RR45 İçin Parçacık İçi Difüzyon Etkisi	35

KISALTMALAR LİSTESİ

MG	:	Malachite Green
JECFA	:	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
LMG	:	Löko Malakit Yeşili
RR45	:	Reaktive Red 45

1.GİRİŞ

Boyarmaddeler, tekstil, kozmetik, gıda, kağıt ve halı endüstrisinde yaygın olarak kullanımı mevcuttur. Tekstil endüstrisi su kirliliğinin en önemli kaynaklarından birisini oluşturmaktadır. Bu endüstride önemli miktarlarda su kullanılmakta ve büyük miktarlarda renkli atık sular üretilmektedir. Tekstil boyaları anyonik, katyonik ve non-iyonik olarak sınıflandırılmaktadır. Boyarmaddelerin moleküler yapısı kromofor grubu ve kovalent bağ oluşturabilen fonksiyonel bir grup içermektedir. Bu boyarmaddeler aerobik koşullar altında parçalanmamakta ancak anaerobik koşullar altında renksiz, toksik ve kanserojen aromatlara dönüşebilir. Ayrıca, arıtılmadan alıcı ortamlara deşarj edilen atıksular, alıcı ortamda güneş ışığının geçirgenliğine engel olarak fotosentez hızını da yavaşlatmaktadır. Fotosentez hızının azalması, alıcı ortamlardaki çözünmüş oksijen değerlerini azaltmakta ve ekosistem üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır.

Son yıllarda tekstil atık sularının giderimi için fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler uygulanmaktadır. Bu kirleticilerin giderimi için, adsorpsiyon, koagülasyon, flokülasyon, membran filtrasyon ve ozon vb. arıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Adsorpsiyon, diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında boyarmaddelerin giderimi için ekonomikliği ve işletim kolaylığı açısından en etkili metodlardan birisini oluşturmaktadır. Son yıllarda rengin ve organik maddenin giderimi için farklı adsorbanlar kullanılmaktadır. Etkili renk giderimi aktif karbonun adsorban olarak kullanılmasıyla sağlanabilir ancak aktif karbon oldukça pahalı bir maddedir. Tarımsal ve gıda endüstrisi yan ürünleri gibi daha az işlem gerektiren doğal olarak bol, ucuz ve etkili malzemeler son zamanlarda boyarmaddelerin gideriminde adsorban olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada tarımsal bir atık olan pirinç kavuzu adsorban olarak kullanılmış olup, sulu çözeltilerden malachite green ve reactive red 45 boyarmaddelerin giderimi araştırılmıştır. Başlangıç boyarmadde konsantrasyonunun, pH ve zamanın etkisi çalışılmıştır. Deneysel verilerden elde edilen sonuçlar izoterm modellerine uygulanmıştır. Pirinç kavuzunun yüzeysel özellikleri taramalı elektron mikroskopu (SEM) ile karakterize edilmiştir. Sonuç olarak pirinç kavuzunun boyarmadde gideriminde, etkili, ekonomik ve kolay olarak elde edilebilir olan bir adsorban olduğu deneylerle tespit edilmiştir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. ADSORPSİYON

2.1.1. Tanımı

Bileşenlerin ara yüzeyde tutulması ya da iki fazın arasındaki yüzeyde tutulması durumuna adsorpsiyon denir. Bunlar genellikle katı-sıvı, katı-gaz, sıvı-sıvı şeklindedir. Adsorpsiyon türü olarak adlandırılan faz adsorplayıcı fazdır. Adsorbat olarak bilinen faz ise adsorplanan fazdır.

2.1.2. İzotermi

Belirli sıcaklıktaki gaz basıncına ve çözeltinin konsantrasyonun dengedeki adsorbat molekülleri tarafından işgal edilen yüzey noktalarının sağlığına bağlı olacaktır. Adsorpsiyon izotermi; sıcaklık, basınç ya da konsantrasyonla yüzey örtülmesinin değişimidir. Adsorpsiyon prosesinde, denge oluşturma durumu adsorbatın yüzeyinde adsorplanan madde miktarı ve adsorplanmadan çözeltide kalan maddeye bağlıdır. Bu durum için matematiksel olarak ifade edilirse ‘denge adsorpsiyon izotermi’ denilebilir. Bunun için kullanılan izotermi;

- 1) Freudlich
- 2) Langmuir’dir

2.1.2.1. Freudlich

Adsorpsiyona uygulanması için heterojen yüzey tercih edilir. Freudlich bağıntısı;

$$q = x/m = K_f \cdot C_e^{(1/n)} \quad (1)$$

$$x = C_{ads} = C_0 - C_e \quad (2)$$

Freundlich eşitliğinin logaritmik şekli eğimi $1/n$ ve eksenini kestiği yer $\log K_f$ olan bir doğru deklemini şeklinde ifade edilebilir.

$$\log(x/m) = \log K_f + (1/n) \log C_e \quad (3)$$

Freundlich denkleminde geçen ifadeler şu şekilde tanımlanabilir.

$q = x/m$: Dengede birim adsorplayıcı ağırlığı başına adsorplanan madde miktarı (mg/g adsorplayıcı)

$x = C_{ads}$: Adsorplanan çözünenin derişimi (mg/L)

C_o : Başlangıçta çözünen derişimi (mg/L)

C_e : Dengede adsorplanmadan çözeltide kalan çözünen derişimi (mg/L)

K_f : Adsorpsiyon kapasitesi

n : Adsorpsiyon şiddeti (K_f ve n sıcaklığa, adsorplayıcıya ve adsorplanan maddeye bağlı sabitlerdir.)

2.1.2.2. Langmuir

Homojen yüzeyde adsorpsiyona uygulanan bu izotermin belirli varsayımları mevcuttur: Mevcut enerjisi bulunan adsorplayıcı yüzeyde sabit sayıda aktif bölge vardır. Tek tabaka şeklinde oluşur.

$$q = \frac{x}{m} = \frac{a \cdot K \cdot C_e}{1 + K \cdot C_e} \quad (4)$$

ve bu eşitlik ;

$$1/(x/m) = (1/aK) (1/C_e) + (1/a) \quad (5)$$

şeklinde doğrusallaştırılabilir. Burada;

a : Yüzeyde tam bir tek tabaka oluşturmak için adsorplayıcının birim ağırlığında adsorplanan madde miktarı (mg/g) K : Adsorpsiyon net entalpisi ile ilgili bir sabit

2.1.3. Özellikleri

Özellikleri olarak temel olan 3 adsorpsiyon bilinmektedir. Bunlar;

- 1) Fiziksel
- 2) Kimyasal
- 3) İyonik'dir

2.1.3.1. Fiziksel Adsorpsiyon

Van Der Waals bağlar veya moleküller arası çekim gücü düşük olan fiziksel adsorpsiyonda oluşur. Katı yüzeyde moleküller belli bir yüzeye bağlanmaz veya hareket durumunda olabilirler. Madde molekülleri arasında elektron paylaşımları yüzey ve

adsorbe arasında söz konusu değildir. Adsorbanın yüzeyinde adsorbe edilecek madde birikerek gevşek bir tabaka oluşturur.

2.1.3.2. Kimyasal Adsorpsiyon

Kovalent veya iyonik bağlarla gerçekleşir. Yüzey üzerinde hareketli değildir. Adsorplanma kapasitesinin bitmesinin sebebi adsorban yüzeyinin tamamen tabaka oluşturarak kaplanmasındandır. Fiziksel adsorpsiyona kıyasla enerjisi daha yüksektir. Geniş sıcaklık aralığında kimyasala adsorpsiyon mümkündür ve hatta daha hızlı gerçekleşir.

2.1.3.3. İyonik Adsorpsiyon

İyonlar elektrostatik çekim kuvvetinin etkisiyle yüzeydeki yüklü bölgelere tutunmaktadırlar. Önemli olan adsorplanan ve adsorplayan iyonik güçlerdir. İyonlar belli katı ve elektrolit çözelti arasındaki tersinir değişime verilen addır.

2.1.4. Etkileyen Faktörler

Adsorpsiyon birçok etken tarafından etkilenmektedir. En önemlileri; pH , sıcaklık ve adsorbanın derişimidir. Bunların dışında; adsorpsiyon kinetiği, film tabakası difüzyonu, sınır tabakası difüzyonu, parçacık içi difüzyon, sorpsiyon da mevcuttur.

2.1.4.1. pH Etkisi

Artan pH ile yapısında bulunan birçok polimerlerle en önemli iyon değıştiricilerle daha çok iyonlaşmada ve çözeltiyle olan etkileşimleri artmaktadır.

2.1.4.2. Sıcaklık

Adsorpsiyon sıcaklık arttıkça azalmaktadır. Mikromoleküllerin zincir esnekliğini sıcaklık etkilediği gibi desorpsiyona yani yüzeyinde ya da içinde tutulan özelliğın bırakılmasına neden olmaktadır. Desorpsiyon için etkileşme enerjisine ihtiyaç vardır. Adsorplanan moleküller desorpsiyona uğraması için sıcaklığın artmasıyla etkinleşme enerjisi sağlanmalıdır.

2.1.4.3. Derişim Etkisi

Adsorplayıcı yüzeyde tutunan moleküllerin suyunun artması adsorplanan madde derişimindeki artışa bağlıdır.

2.1.5. Adsorpsiyon Kinetiği

Adsorpsiyon hızını hangi basamak tarafından belirlendiğini anlamak için adsorpsiyon kinetiğini anlamak ve etkin adsorplanan madde – adsorban madde temas süresini belirlemek gerekir. 4 basamaktan oluşmaktadır.

1. İlk kademede gaz veya sıvı fazdaki adsorplanan madde, adsorbanı kaplayan bir film tabakası sınırına doğru difüze olur. Bunun diğer adı yığın akışkan difüzyonudur. Adsorban fazı hareketsiz olduğunda 1. basamak yavaş gerçekleşir ve belirleyici basamak olmaktadır.

2. Film tabakasına ulaşan adsorplanacak madde, buradaki durgun kısımdan geçerek adsorbanın gözeneklerine doğru hareket eder. Bu hareket, film kütle transferi veya sınır tabaka difüzyonu olarak adlandırılır.

3. Adsorplanan madde adsorbanın gözenek boşluklarından ilerleyip adsorpsiyonun gerçekleşeceği yüzeye doğru hareket eder. Bu durumun diğer adı gözenek difüzyonudur. Adsorpsiyon hızına genellikle sınır tabaka ve gözenek difüzyonu kademeleri birlikte etki etmektedir.

4. En hızlı olan kademedir ve burada adsorplanan madde, adsorbanın gözenek yüzeyinde fiziksel ve/veya kimyasal olarak adsorplanır.

Zamana bağlı kinetik modeller incelendiğinde genel olarak aşağıdaki modellerin sıvı adsorpsiyon çalışmalarında uygulandığı görülmüştür:

1. Birinci Derece Denklem

2. İkinci Derece Denklem

Birinci derece kinetik model

$$-\ln \left(\frac{C}{C_0} \right) = K_1 \cdot t$$

Burada C, t zamanındaki derişim;

C₀, başlangıç derişim; t, süredir

İkinci derece kinetik model

İkinci dereceden kinetik model şu şekilde ifade edilebilmektedir.

$$\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = K_2 \cdot t$$

Burada C, t zamanındaki derişim;

C₀, başlangıç derişim; t, süredir.

Alıkonma süresi olarak bilinen adsorbat- adsorban temas süresi bulunur. Bir çözeltideki adsorpsiyon işlemi 4 şekilde gerçekleşmektedir:

2.1.5.1. Film Tabakası Difüzyonu

Bu durum çoğunlukla ihmal edilir. Akışkanın karıştırılması durumunda adsorpsiyon düzeneğinde hareketlilik olacağı için adsorpsiyon hızı artar ve yüzey kalınlığında azalma olur.

2.1.5.2. Sınır Tabakası Difüzyonu

Adsorpsiyonun durgun kısmından geçerek gözeneklere doğru ilerlemesidir.

2.1.5.3. Parçacık içi difüzyon

Adsorbent gözenek boşluklarından geçerek adsorpsiyonun yüzeyine doğru hareket eder.

2.1.5.4. Sorpsiyon

En son aşamadır. Adsorbat, adsorbent'in yüzeyine tutunduğu basamaktır.

2.2. BOYARMADDE

Doğadaki birçok madde boyarmadde olarak kullanılmaktadır. En çok kullanım alanlarının başında tekstil endüstrisi gelse de bunu kozmetik, gıda, deri gibi endüstriler takip etmektedir. Kullanımındaki amaç renkteki kalıcılıktır. Suda çözünme özelliği ile istenilen rengin kullanılacak üründe eşit dağılmasını sağlar. Tekstil elyafındaki renklendirici olarak kullanılması bundandır. Organik bir bileşik olma özelliğini taşır. Fizikokimyasal ve kimyasal olarak tekstil elyafına reaksiyonla bağlanmıştır. Işığın adsorbe ederek farklı görünme özelliğine sahiptir. Bu durum 400nm - 700nm'de ışığın adsorbe sonucu karakterize edilmesidir.

Sulu ortamda çözünme yeteneği olan boyarmaddeler en çok saç, tırnak ve deri gibi kozmetik türü ürünlerde kullanılması bundandır.

Genellikle 2 ana bileşenden oluşan boyalar küçük moleküler yapıdadır. Kromofor grubu olarak bilinen, boyaya rengini veren grup ve bu kumaşın üzerindeki boyanın sabitlenmesi için kullanılan fonksiyonel gruptur.

19. yy'dan sonra doğal boyarmadde önemini yitirerek yerini sentetik boyarmaddeler almıştır. Uygun maliyetli olması açısından petrokimyasal hammaddelerle üretim sağlanmaktadır.

Boyarmadde kullanımında %70 oranında azo boyarmadde grubu tercih edilmektedir. Her kullanım alanına uygun ve istenilen kalitede üretilmektedir.

2.2.1. Boyarmadde Çeşitleri

2.2.1.1. Bazik (Katyonik) Boyarmadde

Yapısında asit ve tuz bulunduran boyarmaddelere bazik boyarmadde denir. Sulu ortamda çözünebilme özelliğine sahiptir. Bazik boyalar bazı alanlarda kullanılır. Bunlar; kağıt, akrilik modifiye poliamit ve modifiye polyesterlerdir.

Katyonik boyarmadde denilmesinin sebebi molekülü boya banyosunda pozitif yüklü olmasıdır. Tıbbi alanlarda kullanımı mevcuttur. Bu durum ise biyolojik aktive göstermesiyle ilgilidir.

2.2.1.2. Asidik (Anyonik) Boyarmadde

Sulu ortamlarda çözünebilme özelliğine sahiptir. Asidik boyarmaddelerin de bazik boyarmaddeler gibi kullanım alanları mevcuttur. Bunların en başında yün ve ipek gelmektedir. Bunun dışında poliamit ve modifiye alanlarında da kullanılmaktadır. Asidik ortamda bulunduğu için bu adı almıştır.

2.2.2. Çevre ve İnsan Sağlığı

Birçok boyarmadde zamanla doğal kullanımının dışına çıkılıp sentetik kullanım tercih edilmeye başlandığında, istenilen özellikte ve kalitede üretimi yapıldığı için kanserojen olma riskini de beraberinde getirdi. Bu özelliğin en başında azo boyarmadde bulunmaktadır. %70 oranında diğer boyarmaddelerden daha fazla kullanımı mevcuttur. Bilindiği kadarıyla piyasadaki 3200 adet azo boyarmaddenin 130 tanesi kanserojen bileşik taşımaktadır. Bunun yanısıra parlaklığı bilinen krom boyarmaddenin de sağlık açısından zararları vardır. Çoğunlukla tekstil ürünlerinde kullanılan reaktif boyarmaddeler tehlikeli olan gruba dahildir. Tekstilde kullanılan boyarmaddelerde belirli

haslıklar beklenmektedir. (Haslık: ter, su gibi sürtme gibi tekstil ürünlerinde ne kadar boyarmadde vereceğinin hesaplanmasında kullanılan testlerdir.)

Krom boyarmaddeler parlaklık özelliği ile ön plana çıksa da sağlık açısından büyük zararlar vermektedir. Bunun yanı sıra tekstil endüstrisinde kullanılan reaktif boyarmaddelerde büyük tehlike oluşturmaktadır. Sağlığı etkileyen nedenlerin başında alerjiye sebebiyet vermesi gelmektedir.

Kullanılan tekstil ürününde kontrol aşamasına gelindiğinde haslık derecesi ölçülür. Haslık derecelerinde yaş olarak boyarmaddelerin insan sağlığına etkisi yok ya da yok denebilecek kadar az ise kaliteye yakınlığı derecelendirilir. Asıl amaç ter yoluyla daha doğru ifadeyle deri yoluyla bulaşmasını engellemektir.

Boyarmaddenin rengi çevreye verilen zararı da belirlemektedir. Rengi koyu olan boyarmadde içerisinde daha fazla boya bulundurduğu için daha fazla kimyasal ve su kullanımına sebebiyet vermektedir. Çevre açısından büyük bir yük demektir.

Alınan üründe eko-tekst etiketi mevcut değilse bu riskin anlaşılması açısından yıkandığında boyasının çıkıp çıkmaması durumuna göre kendimizin test etmesinden başka çaremiz yok.

Boyarmadde kullanımı üretim için kaçınılmaz durumlardan biridir. Çünkü istenilen oranda renk vermek ve parlak görüntüsünün arttırmak için tercih bu yöne olacaktır. Bu durum kimyasal düzenlemeyi uygun hâle getirip sağlığa zararı azaltma çalışmalarına gidilmesini sağlamıştır. En çok bebek ve çocuk giyiminde daha hassas çalışılmaktadır. Doğal boyarmaddeler içerisinde azo grubu boyarmadde barındırmazlar. Azo grubu boyarmaddeler sentetik olarak elde edilmektedir.

Endüstriyel gelişmelerle birlikte çevre kirliliği de artış göstermiştir. Bununla beraber kentleşmedeki artışla birlikte paralel ilerleyen nüfus artışı da beraberinde doğal kaynakların kirlenmesi sonucunda çevre kirliliğini oluşturmuştur.

Deney hayvanları üzerinde bazı araştırmalar yapılmıştır ve malakite yeşili maddesi karaciğerde toksik, tiroiddeki anormallik ve deney hayvanlarında fetal (cenin) gelişimini etkilemektedir.

Gıda balıklarında deney hayvanı olarak kullanılması kanserojen riskinden dolayı uygun değildir. Su kültüründe kullanımı riskleri bakımından uygun olmadığı gibi tüketiciler tarafından kullanıldığında sağlık sorunlarına sebebiyet vermektedir.

Sıklıkla bahsettiğimiz azo grubu boyarmaddelerin asıl adı sentetik boyarmaddelerdir. Bu gruba dâhil olan boyarmaddeler uzun süreli temas sonucunda cilt yoluyla vücudun emebildiği gözlemlenmiştir. İlerleyen zamanda alerjik, kanserojenik ve mutajenik (canlıların kalıtsal materyelinde değişiklikler meydana getirmesi) etki etmektedir. Diğer bir ismi ‘ Renklendirici’ olarak geçmektedir.

Ağır metaller de boyama işleminde kullanılmaktadır. Belirli oranda kullanımı yapılmadığında toksikolojik etkiye neden olmaktadır. Vücudun emmesi sonucunda iç organlarda birikme yapabilir. Birikimdeki artışla birlikte sağlık açısından büyük zararlar meydana getirirler.

Üretilen ağır metal, azo boyarmadde gibi daha birçok maddenin kullanılmasıyla çevreye ulaşan su kaynakları sayesinde bitkilerle temas etmesi sonucunda onu tüketen ca36nıda da aynı etkiye yol açmaktadır. Kıyafet gibi deri yoluyla ulaşımından ziyade tükettiğimiz et, süt ürünlerinin içerisinde de bulunma olasılığı mevcuttur.

2.3. MALACHİTE GREEN

Sentetik boya özelliği bulunduran malachite green maddesi; kağıt, ipek, pamuk, yün vb. farklı malzemelerin renklendirilmesinde kullanılır. Su ürünleri yetiştiriciliğinde de yaygın olarak kullanılmaktadır. Endüstride kullanımı olduğu gibi balık geliştirciliği endüstrisinde de birçok kişi tarafından kullanımı mevcuttur. Balıklarda kullanıldığında dokuların emmesi ve metabolize etmesi durumu mevcuttur. Balık dokularında ana metabolitlerden birinin devamlılığı uzun sürelidir. Vahşi balık türlerinde düşük seviyede tespit edilmiştir. Balık türlerinde en çok tatlı su balıklarında kanserojen kimyasal endişesi taşımaktadır.



Şekil 1. Malachite Green Maddesinin Katı ve Toz Hali.

2.4. REACTIVE RED 45 (RR45)

Reaktif boyarmaddeler, elyaf yapısındaki fonksiyonel gruplar ile gerçek kovalent bağ oluşturabilen reaktif gruplar içeren boyarmaddelerdir. Selülozik elyafın boyanmasında ve baskısında kullanılan ve son yıllarda geliştirilen bu boyarmaddeler ayrıca yün, ipek ve poliamit boyanmasında da kullanılırlar. Gerçek kovalent bağ nedeniyle elyaf üzerine kuvvetle tutunurlar. Reaktif grup molekülün renkli kısmına bağlıdır. Bütün reaktif boyarmaddelerde ortak olan özellik hepsinin kromofor taşıyan renkli grup yanında bir reaktif, bir de moleküle çözünürlük sağlayan grup içermesidir.

Reactive red 45 (RR45) boyarmaddesi tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir boyarmaddedir. Reaktif boyalar içerisinde renklere göre dağılımda kırmızı boyalar %28,5'lik kısım ile birinci sırada bulunmaktadır. Reaktif boyalar azo, antrokinon ve flavyonin kromofor gruplarını içermektedir. Bazı ortamlarda tuz kullanılarak uygulanan bu boyalar sıklıkla pamuk, yün, ipek ve poliamit boyanmasında kullanılmaktadır.

2.5. PİRİNÇ

2.5.1. Pirinç Nedir?

Buğdaygillere dahil olan pirinç kökleri bol miktarda su içermesiyle olgunlaşarak hasat edilmektedir. Buğdaygiller ailesindeki mısır ve buğdaydan sonra ekimi en çok yapılan otu bir bitki türüdür. En fazla tüketilen türlerden biri olarak beslenme ihtiyacı açısından önemlidir.

Eski bilgilere dayanarak bakıldığında 8000 yıllık geçmişi olan pirinç Çin'de yapılan kazılarda bulunmuştur. Yaklaşık 7000 çeşidi mevcuttur. Sıcak iklimde yetişmektedir. Faydaları arasında üre miktarını düşürmekten ishali kesmeye kadar birçok özelliği vardır. İran'a batıdan gelmiştir. Uzak Doğu ülkelerinde yetiştirilmesi ve toplanmasında dini törenler düzenlenir. Besin olarak kullanımının farkına geç varan Yunanistan ve Roma önceleri ilaç yapımında kullanmıştır.

Çeltik ismi kırılmamış pilav kabuğuna denir. Yıllık bir bitki olmakla birlikte çok sıcak bölgelerde iki yıllık da olabilir. Bir salkımda ortalama 100-150 başakçık, her başakçık içinde tek bir çiçek vardır. 5-15 mm uzunluğunda, 2-4 mm genişliğinde tanelerin kenarları üstüste binen iki kavuzla kaplıdır.

2.5.2. Pirincin Tarihi / Tarihçesi

Hindistan'dan Batı'ya taşınan pirinç İ.Ö 3000'lerden beri tarımı yapılmaktadır. Avrupa'ya gelişi Ortaçağ'a kadar uzanmaktadır. Türkiye'ye 500 yıl önce güneyden geldiği bilinmektedir. Su içinde yetiştirilen tarım bitkisinin tropik, astropik ve ılıman bölgelerde yetiştiriciliği yaygındır.

2.5.3. Pirinç Kavuzu

Pirinç kavuzunun tavuk çiftliklerinde yatak olarak kullanıldığı bilinmektedir. Hayvanlar açısından zararı olmamasıyla birlikte ekonomik açıdan büyük fayda sağlamaktadır. Ayrıca pirinç kavuzu tavuklara zarar verebilecek böceklenme oluşumunun yanı sıra yangına karşı dayanıklılığının diğer ürünlere oranlanması ve toz oranının azaltılması açısından büyük yarar sağlamaktadır.

Enerji üretiminde kullanılan kavuzlar gaz veya buharlaştırma yöntemiyle kullanılmaktadır. Buharlaştırmadan daha çok tercih edilen yöntem gazlaştırma yöntemidir. Gazlaştırma yönteminin kullanılma sebebi buharlaştırma işleminden daha kolay ve maliyeti daha düşük olmasıdır. Buhar kazanları aracılığı ile yapılacak bu işlemlerde kazan temizliği daha zor olduğu için gazlaştırma yöntemine başvurulmuştur. Biyoenerji diye tabir edilen atıklarla enerji üretimi yapılan bu alanlarda kullanımı oldukça yaygındır. Böylelikle atıklar aracılığı ile enerji sağlanmakla birlikte çevreye verilecek zararında önüne geçilmiş olur. Bu kullanımla birlikte petrol yakıtlarına ihtiyaç azalmakla beraber milli gelire de büyük katkı sağlar. Birçok biyoyakıt türleri ile harmanlanıp yanması gerçekleşebildiği gibi tek başına da bu işleme tabii tutabiliriz. Kullanımdan alınan fayda buhar türbinlerindeki enerji ve ısı üretimine yardımcı olur. Ayrıca çeltiklerin kurutulması için kimi işletmeler bundan yararlanmaktadır.

Pirinç kavuzunda yüksek orandan silisyum bulunduğundan parçalanması zordur. Hasat sonrasında sonraki ekime kadar tarladan tamamen kalkması zor olan pirinç kavuzlarını üreticiler yakarak yok etmeye çalışsalar da bu durum küresel karbon emisyonunda artışa sebep olmaktadır. Odun hammaddesi olarak kullanılması durumunda hem tarlada hasat sonrası kalan pirinç kavuzlarının toplanması hem de karbon Emisyonu artışında oluşacak sorunları ortadan kaldırılmış olur. Tüketim amaçlı kullanılmamakla birlikte kozmetik sektöründe yarar sağlayan bu ürünün suyu çıkartılarak kullanılmaktadır. En fazla ekimi

yapılan tahıllar arasında bulunmakta olan pirinç birçok sektöre yarar sağlamaktadır. Yağı çıkarılarak kullanılmaktadır. Sağlık açısından bakıldığında ciltteki hassasiyet giderici özelliğinin yanı sıra suya eklenip kaynatıldıktan sonra içilen bu su ishal önleyici özelliktedir. İçerisindeki nişasta ve vitaminler barındırmakta ve vücut gelişimine iyi gelmektedir. Fiziksel gelişime katkısı olduğu kadar zihinsel gelişime de katkısı vardır.



3. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Değirmenci ve ark., (2019), tarımsal bir atık olan mısır püskülünü adsorban olarak kullanarak Reactive Red 218 ve Reactive blue 19'un giderimini çalışmışlardır. Mısır püskülünün fiziksel ve kimyasal özelliklerini SEM ve FTIR ile analiz etmişlerdir. Boyarmadde konsantrasyonu, pH ve sıcaklık parametrelerinin etkisini araştırmışlardır. pH 2'de maximum giderim sağlamışlardır. Maksimum adsorpsiyon kapasitesini Reactive Red 218 için 63,3 mg/g ve Reactive blue 19 için 71,6 mg/g olarak tespit etmişlerdir.

Karthika ve Vasuki (2018), bir tür palmiye olan Sago atıkları ile Alizarine Red-S boyarmaddesinin giderimini çalışmışlardır. Kesikli adsorpsiyon çalışmaları sonucunda alıkonma zamanı, başlangıç boyarmadde konsantrasyonu, sıcaklık, pH, çalkalama hızı ve desorpsiyonun etkisini araştırmışlardır. Farklı izotermi modellemişlerdir. Deneysel veriler yalancı birinci derece, yalancı ikinci derece ve intra particle difüzyon modellerine uygulanmıştır. Çeşitli termodinamik parametreler de hesaplanmıştır. Sonuç olarak Sago atığının atıksulardan Alizarine Red-S boyarmaddesinin gideriminde adsorban olarak kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Jiank ve Hu (2019), tarımsal atık olarak ön işlemden geçirilmiş pirinç kabuklarını anyonik boyarmaddelerin gideriminde kullanmışlardır. FTIR ve SEM ile pirinç kabuğunun özellikleri incelenmiştir. Ayrıca termodinamik çalışmalar da yapılmıştır. Sonuçların Langmuir ve yalancı ikinci dereceden kinetik modele daha uygun olduğunu belirtmişlerdir [21].

Stavrinou ve ark., (2018), salatalık, muz ve patates kabuklarıyla katyonik ve anyonik boyarmaddelerin giderimi çalışmışlardır. Adsorpsiyon mekanizmasına ışık tutması açısından adsorban olarak kullanılan tarımsal atıkların SEM, FTIR ve XRD görüntüleri alınmıştır. Elde edilen verileri izoterm modellerine uygulamışlar ve Langmuir izoter modeline daha iyi uyum sağladığını belirtmişlerdir [23].

Doğar boyarmadde işlemleri için uygulanan sürekli kaynaklardan biri olmuştur. Ülke için ekonomik açıdan katkı sağlaması açısından kızılğaç yapraklarının tekstilde boyarmadde olarak kullanımı araştırılmıştır. Kullanılan yün ve pamuk türü kumaşlar FeSO_4 $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ ile ön ve son mordamlama işlemine tabi tutuldu. Kumaş türüne göre ayrı ayrı

ve 2 farklı pH değerleri çalışılmıştır. Renk analizi yapılmasındaki asıl amaç boyanan materyalin haslık ölçümüdür. Testler sonucunda pamuklu kumaşların yün kumaşlara nazaran daha iyi boyanması ve haslık açısından daha iyi sonuç alındığı tespit edilmiştir [25].

Direct Blue 2 (DB2) diazo-boyarmaddesinin poli(Hidroksietil metakrilat) [P(HEMA)] nanopartikülleri ile sulu çözeltiden giderimi çalışılmıştır. Adsorpsiyona ortam pH'nın, sıcaklığın, başlangıç boya derişiminin ve temas süresinin etkileri incelenmiştir. Optimum koşullar altında, 50 mg/mL başlangıç boya derişimi ve 2 mg polimer kullanılarak % 89.1 giderim elde edilmiştir. Adsorpsiyon mekanizmasının anlaşılabilmesi için Langmuir, Freundlich ve Sips (Langmuir-Freundlich) izoterm sabitleri hesaplanmıştır. Elde edilen verilere göre adsorpsiyonun Langmuir izoterm modeline uygun olduğu ($R^2 : 0.993$, Q_{max} : 27.1 mg/g) rapor edilmiştir. Adsorpsiyon öncesi ve sonrası boya derişimleri UV-Vis spektrofotometresinde ölçülmüş, adsorpsiyon öncesi ve sonrası polimer FTIR ve SEM ile karakterize edilmiştir [26].

Yapılan araştırmalarda çocuk ve bebekler için üretilen giysilerin bazı zararlı kimyasallardan arıtılması için ülkelerin, zararlı kimyasal üretimini, daha sonrasında atık olarak çıkarılmasına engel olmak adına yasal düzenlemelerin ve denetimlerin ne kadar önemli olduğu görülmüştür. 22 adet aromatik arilamine parçalanmış azo boyarmaddelerin kanserojen olması ve tekstil, deri gibi ürünlerin üretiminde kullanımına yönelik yasal düzenlemeler getirilmesi ve denetimlerin olması gerekmektedir. Bu denetimlerle çevreye olan zararla beraber tüketiciye de verilen zarar önüne geçilmesi, buna yönelik her türlü kimyasal risklerin ortadan kaldırılması için araştırmaların, yasal düzenlemelerin, denetimlerin, arıtım işlemlerine yönelik değişimlerin konusunda bilinçlenmek önerilmektedir [27].

Bitkilerin yüzyıllardır tekstilde boyarmadde olarak kullanılırlığı bilinmektedir ve hala bu konudaki çalışmalar devam etmektedir. Ancak alglerin bu alandaki kullanımıyla ilgili yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Yaptığımız bu çalışmada alglerin de bitkiler gibi iplik boyası olarak kullanılabilir olup olmadığı araştırılmıştır. Bunu için mikroalglerden *C. vulgaris*, *P. cruentum* ve *H. pluvialis* ile makro alglerden *U. lactuca* ve *G. gracilis* türlerinden %70 etanol, %60 metanol ve %100 metanol kullanılarak pigment ekstaksiyonu gerçekleştirilmiştir. Bu ekstraktların her biri dört farklı kimyasal ile

mordanlanmıştır. İplikler boyandıktan sonra ışık haslıkları belirlenmiştir. Haslık dereceleri incelendiğinde en yüksek olarak 4/5 haslık derecesinin elde edildiği görölmüştür. 60 örneğin 20 tanesi bu haslık derecesine sahiptir. Bu 20 ipliğin ortak özelliği CuSO₄ ya da FeSO₄ ile mordanlanmış olmalarıdır. En düşük haslık derecesi ise %100 metanol ile *C. vulgaris*'ten yapılan yapılan pigment ekstraksiyonu ve ardından şap ile mordanlanarak gerçekleştirilen boyama sonucunda elde edilmiştir [28].

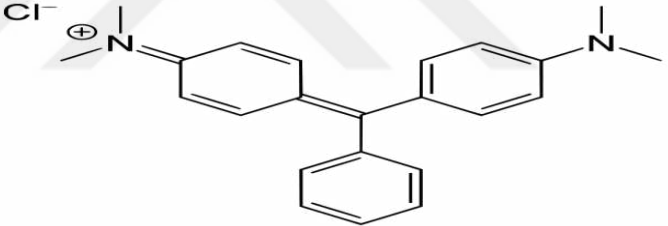


4. MATERYAL VE METOD

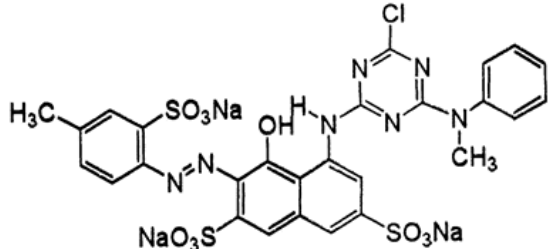
4.1. Materyal

Çalışmada tekstil endüstrisinde en fazla kullanılan boyarmaddelerden biri olan bazik Ar madde olan malachite green boyarmaddesi kullanılmıştır. Boyarmadde Carlo Erba Reagent Firmasından satın alınmıştır. Malachite Green'in kimyasal yapısı ve özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Adsorpsiyon çalışmalarında NaOH ve HCl ortam pH'sının ayarlanması için kullanılmıştır.

Tablo 1. Malachite Green'in Kimyasal Yapısı ve Özellikleri

Malachite Green	
Molekül Ağırlığı (g/mol)	364.90
Color	Green
λ_{max} (nm)	619
Safılık	<90 %
Kimyasal Formülü	$C_{23}H_{25}ClN_2$
Kimyasal Yapısı	

Tablo 2. RR45'in Kimyasal Yapısı ve Özellikleri [Sigma-Aldrich, 2016]

Reaktive Red 45 (RR45)	
Molekül Ağırlığı (g/mol)	802,10
Renk	Kırmızı
λ_{max} (nm)	505
Safılık	<90%
Kimyasal Formülü	$C_{27}H_{19}ClN_7Na_3O_{10}S_3$
Kimyasal Yapısı	

Çalışmada adsorban olarak pirinç kavuzu kullanılmıştır. Pirinç Kavuzu Mersin’de bir bakliyat fabrikasından temin edilmiştir. Pirinç kavuzu herhangi bir ön işleme tabi tutulmadan kullanılmıştır. Şekil 1’de pirinç kavuzunun laboratuvarında çekilen fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 2. Pirinç Kavuzu

Ayrıca çalışmada kullanılan cihazlar Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Kullanılan Cihazlar

Adı	Markası	Bulunduğu Yer
Çalkalayıcı	VWR	Bozok Üniversitesi
Etüv	Elektro. Mag. M 6040 P	Bozok Üniversitesi
SEM	FEI Quanta 450 FEG	Bozok Üniversitesi
Buzdolabı	Altus	Bozok Üniversitesi
pH Metre	WTW 82362 Weilheim	Bozok Üniversitesi
Terazi	Percisa XB 220	Bozok Üniversitesi
UV–Vis Spektrofotometre	Shimadzu 1208	Bozok Üniversitesi
Santrifüj	Elektro, Msg. M 815 M	Bozok Üniversitesi

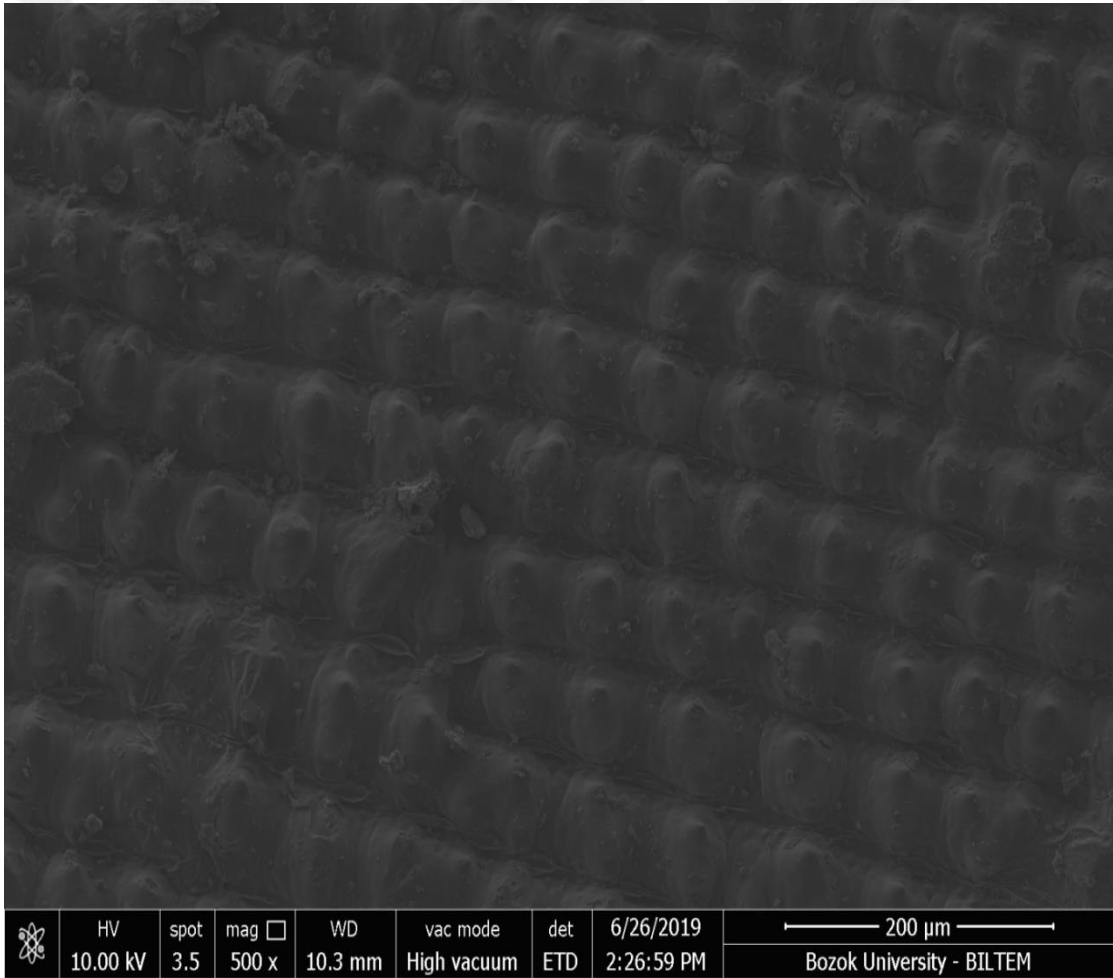
4.2. Metot

Malachite green ve RR45 için stok çözelti hazırlanmış ve deneysel çalışmalarda kullanılan çözeltiler bu stok çözeltinin seyreltilmesiyle elde edilmiştir. 30 mL boyarmadde çözeltisi içerisine 0,3 gram adsorban ilave edilmiş ve 200 rpm’de adsorpsiyon deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalar sonunda alınan örnekler uv-vis spektrofotometrede ölçülerek kalan boyarmadde konsantrasyonları tespit edilmiştir. Matematiksel modellere uygunluk için R^2 (en düşük kareler regresyonu metodu) uygulanarak sonuçlar elde edilmiştir.

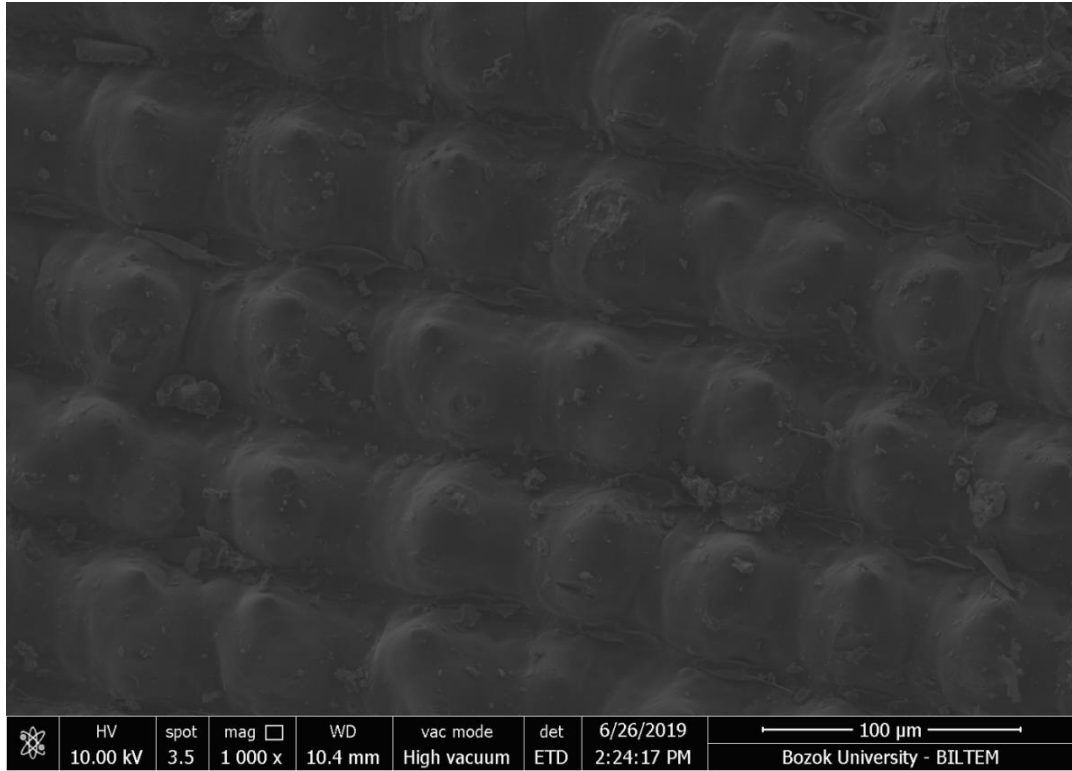
5. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

5.1. Taramalı Elektron Mikroskopi (SEM) Görüntüleri

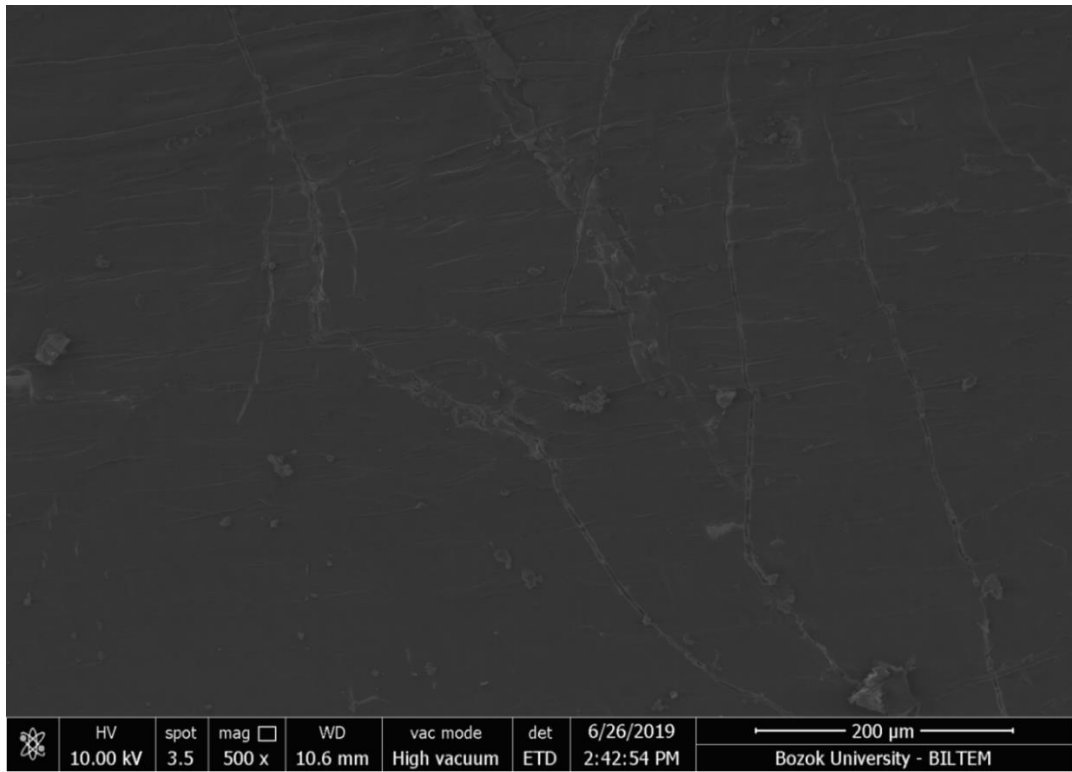
Pirinç kavuzu olarak kullanılan adsorbanın yüzey morfolojisindeki farklılıkları incelemek için adsorbanın yüzey görüntüleri taramalı elektron mikroskopi ile incelenmiş ve görüntüler sırasıyla Şekil 2’ de verilmiştir. Pirinç kavuzunun adsorpsiyondan önceki görüntüleri incelendiği zaman kabartılı bir yüzeye sahip olduğu görülmektedir. Ancak boyarmaddelerin adsorpsiyonundan sonra düz bir görüntü oluşmuştur. Dolayısıyla adsorbanın boyarmadde molekülleri ile kaplandığı görülmüştür.



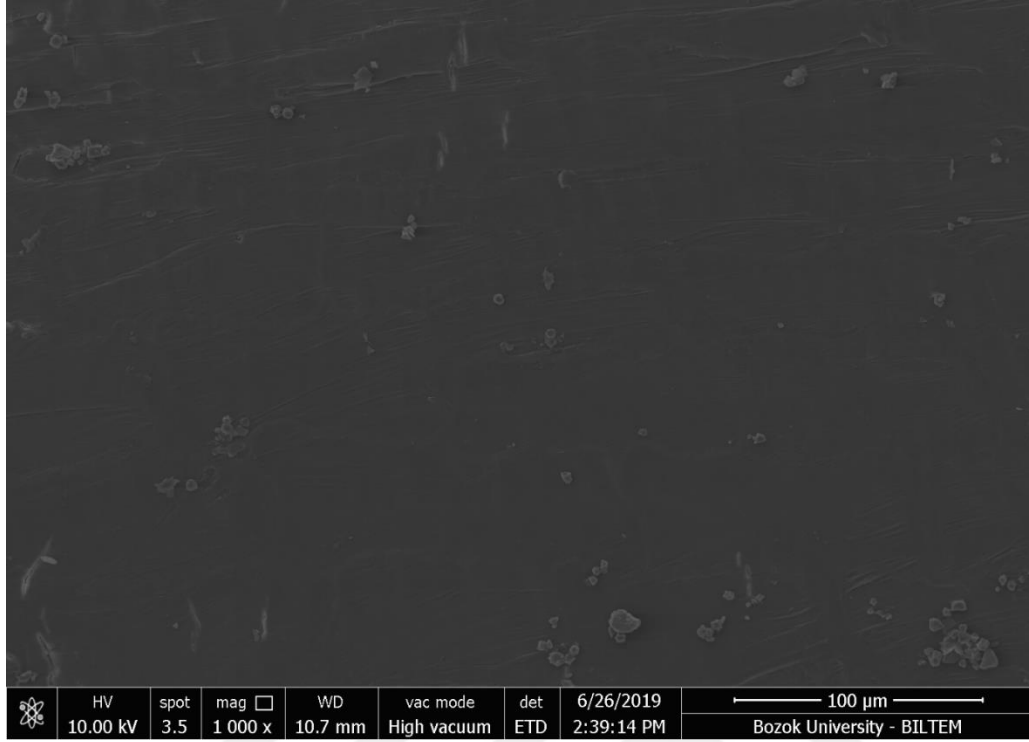
Şekil 3. Pirinç Kavuzu Adsorpsiyondan Önce (500X)



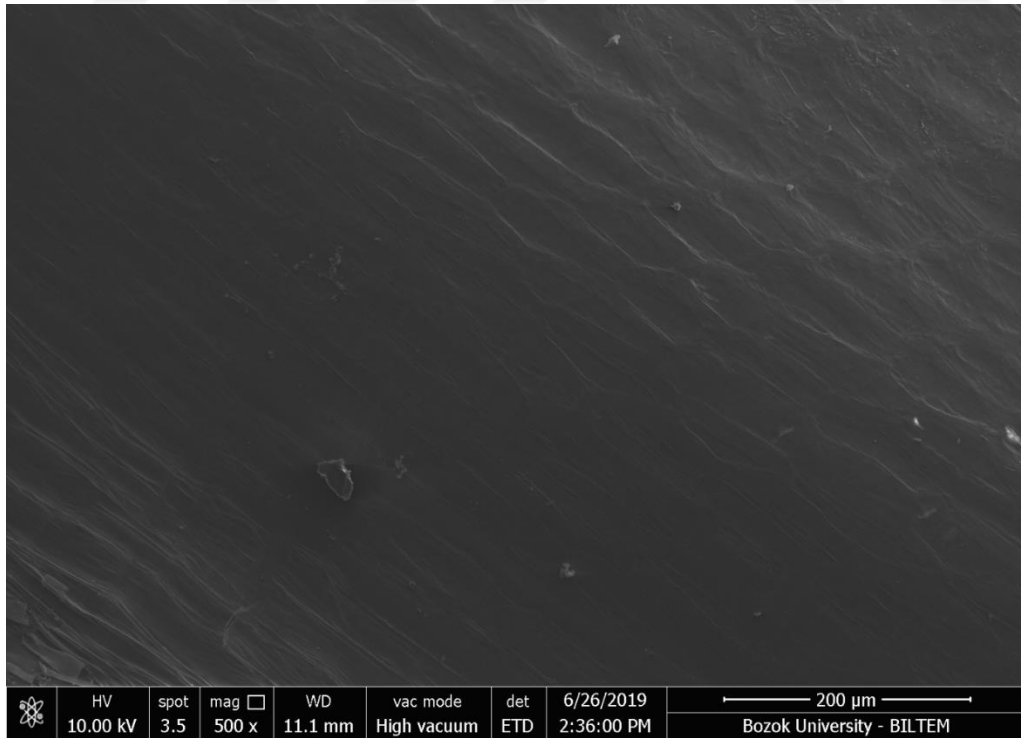
Şekil 4. Pirinç Kavuzu Adsorpsiyondan Önce (1000X)



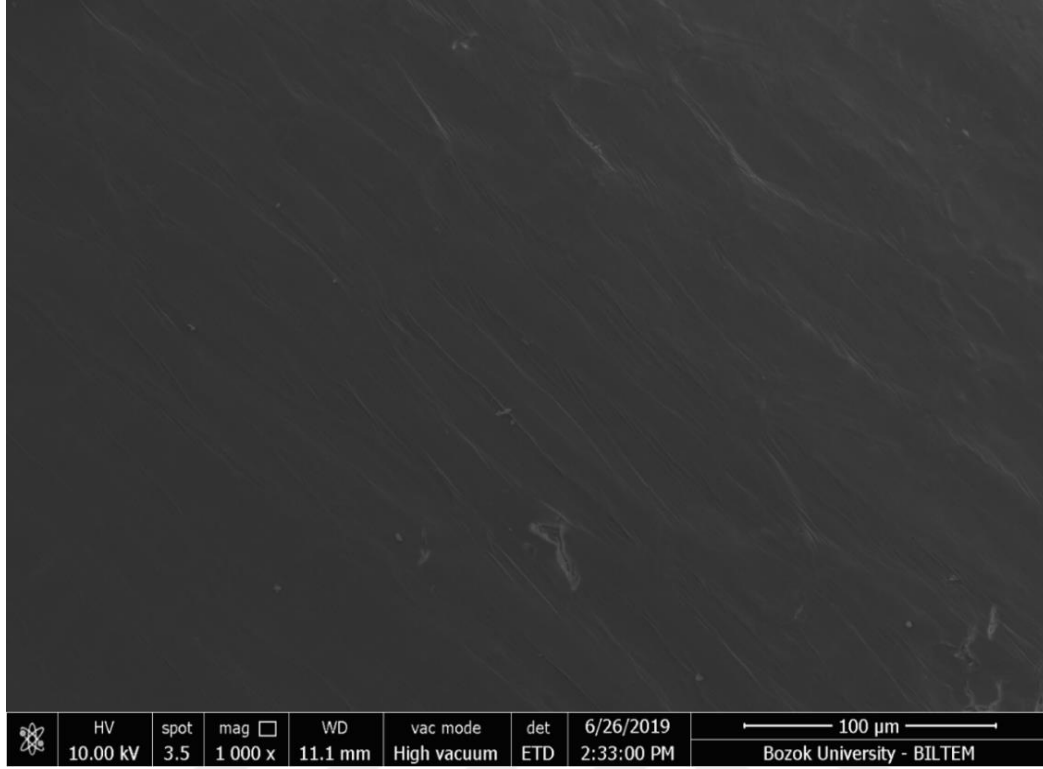
Şekil 5. Pirinç Kavuzu Adsorpsiyondan Sonra Malachite green (500X)



Şekil 6. Pirinç Kavuzu Adsorpsiyondan Sonra Malachite green (1000X)



Şekil 7. Pirinç Kavuzu Adsorpsiyondan Sonra RR45 (500X)



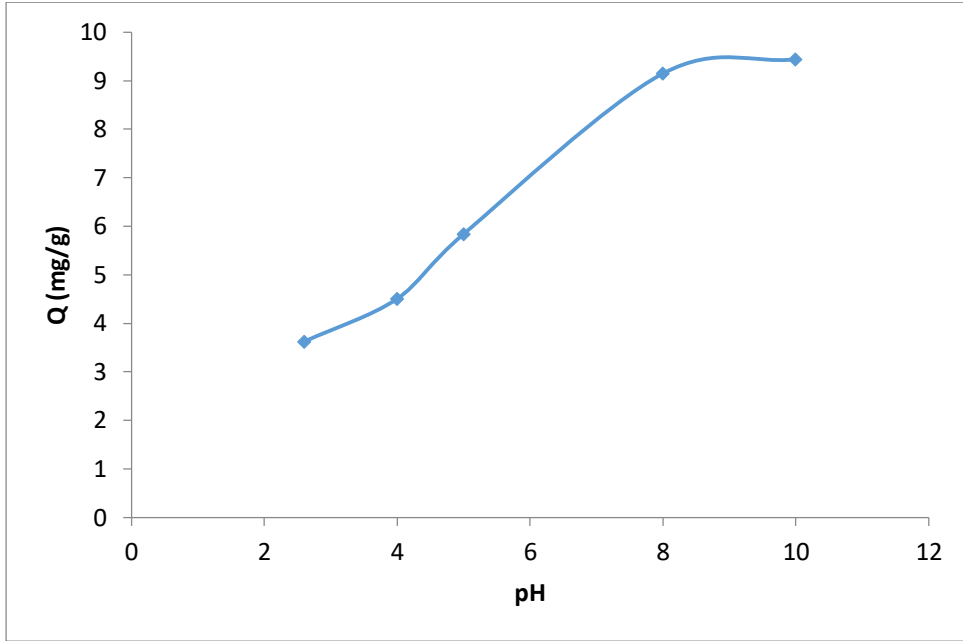
Şekil 8. Pirinç Kavuzu Adsorpsiyondan Sonra RR45 (1000X)

5.2. Adsorpsiyon Çalışmaları

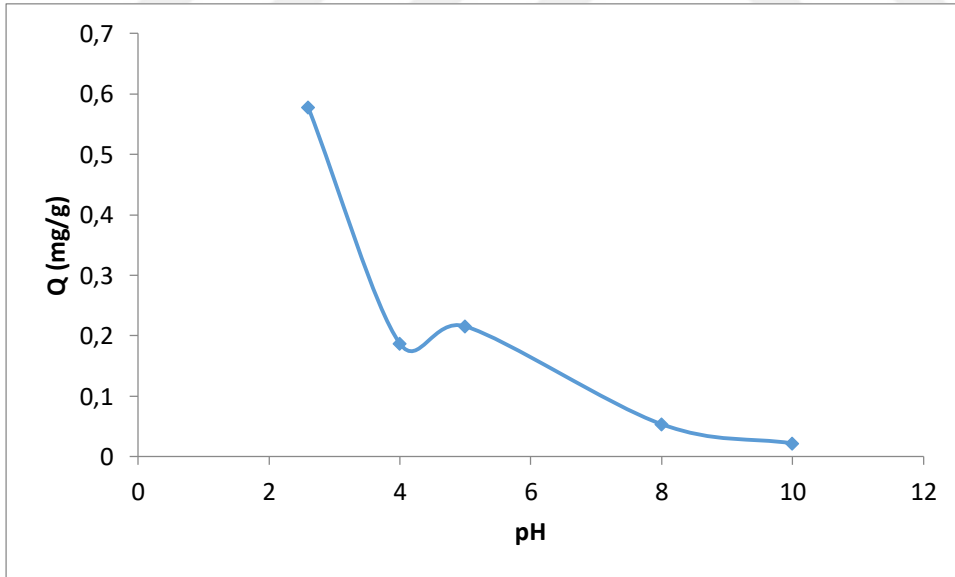
Optimizasyon için adsorpsiyona etki eden faktörler için yapılan çalışmalar alt başlıklar halinde verilmiştir.

5.2.1. pH Etkisi

Adsorpsiyona pH etkisini incelemek için 2,6-4-5-8 ve 10 pH değerlerinde diğer parametreler sabit tutularak deneysel çalışmalar yapılmıştır. Farklı pH değerlerinde maksimum adsorpsiyon katsayıları hesaplanmış ve elde edilen veriler Şekil 8 - 9'da verilmiştir.



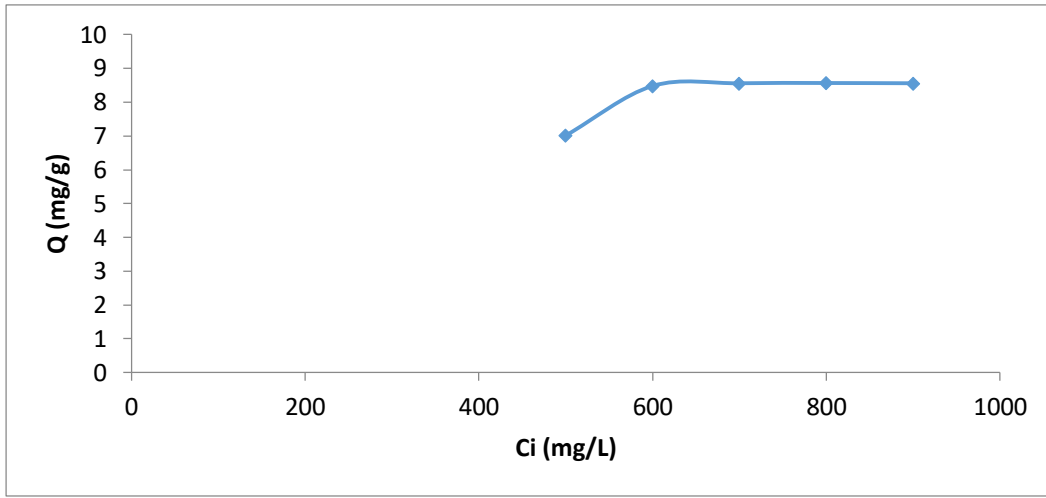
Şekil 9. Malachite Green İçin pH Etkisi ($C=100\text{mg/L}$; $m=0.3\text{ g}$; $T=25^0\text{ C}$; $V=30\text{ mL}$)



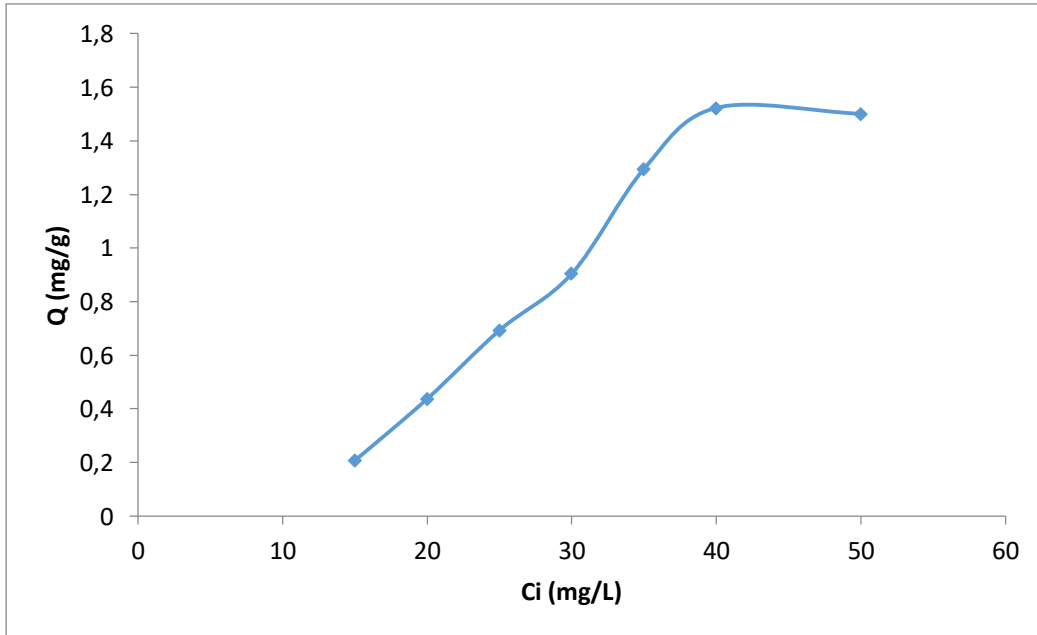
Şekil 10. RR45 İçin pH Etkisi ($C=100\text{ mg/L}$; $m=0,3\text{ g}$; $T=25^0\text{ C}$; $V=30\text{ mL}$)

5.2.2. Başlangıç Boyarmadde Konsantrasyonunun Etkisi

Adsorpsiyona başlangıç boyarmadde konsantrasyonunun etkisi Şekil 9 ve Şekil 10’da verilmiştir. 500 mg/L ve 900 mg/L konsantrasyonlarda çözeltiler hazırlanmıştır. 500 mg/L ile 600 mg/L arasında konsantrasyonun artmasıyla birlikte adsorpsiyon kapasitesinin de arttığı gözlenmiştir. 600 mg/L’den itibaren konsantrasyondaki artışla birlikte adsorpsiyon kapasitesinin sabit kaldığı yani denge durumu gözlenmiştir.



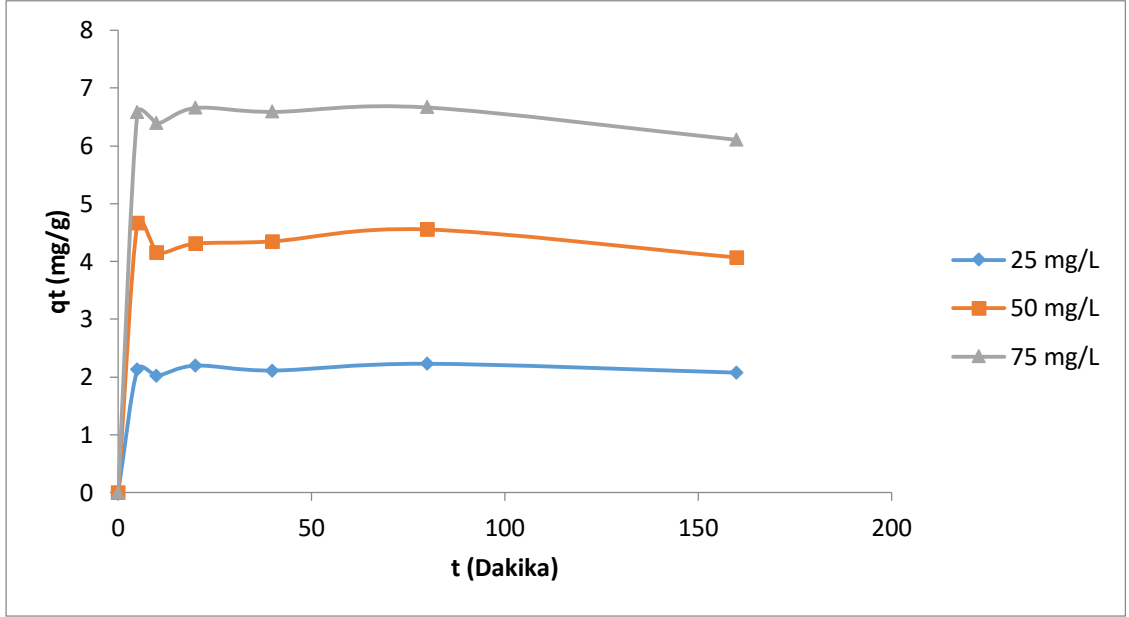
Şekil 11. Malachite Green İçin Başlangıç BoyarMadde Konsantrasyonunun Etkisi (m=0,3 g; T=25⁰ C; V=30 mL)



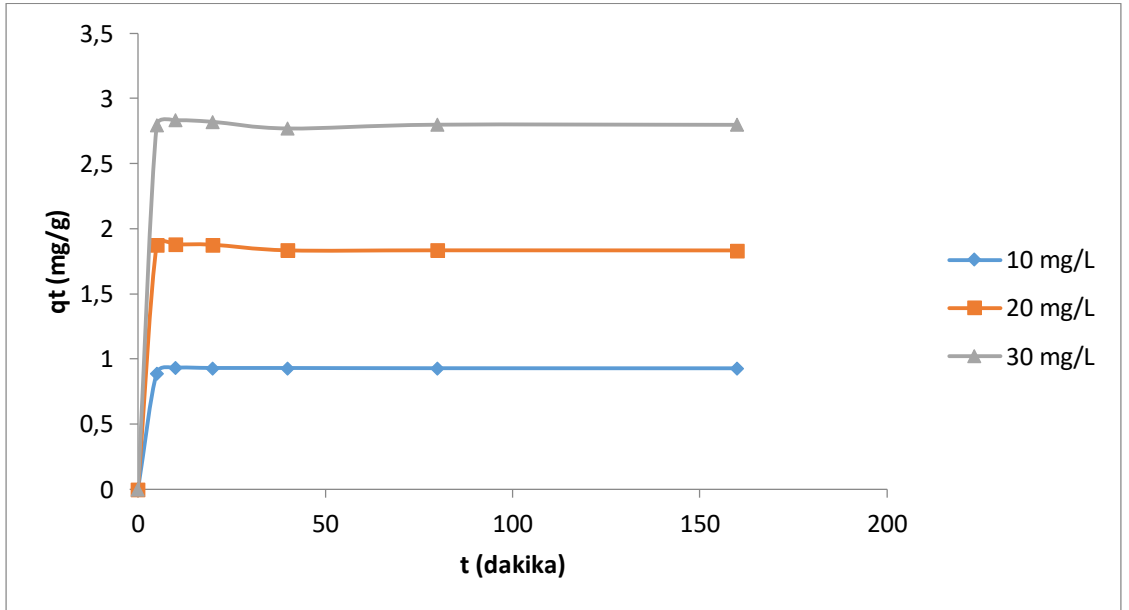
Şekil 12. RR45 İçin Başlangıç BoyarMadde Konsantrasyonunun Etkisi (m=0,3 g; T=25⁰ C; V=30 mL)

5.2.3. Adsorpsiyona Sürenin Etkisi

Sürenin etkisinin belirlenmesi adsorpsiyon işleminde önemli faktörlerden birisini oluşturmaktadır. Pirinç kavuzunun adsorban olarak kullanıldığı çalışmada malachite green ve RR45 giderimi üzerine sürenin etkisi Şekil 13 ve 14’de verilmiştir. Adsorpsiyonun çok kısa bir sürede gerçekleştiği şekillerde görülmektedir.



Şekil 13. Pirinç Kavuzunun Malachite green Giderimi Üzerine Sürenin Etkisi



Şekil 14. Pirinç Kavuzunun RR45 Giderimi Üzerine Sürenin Etkisi

5.3. Adsorpsiyon İzotermi

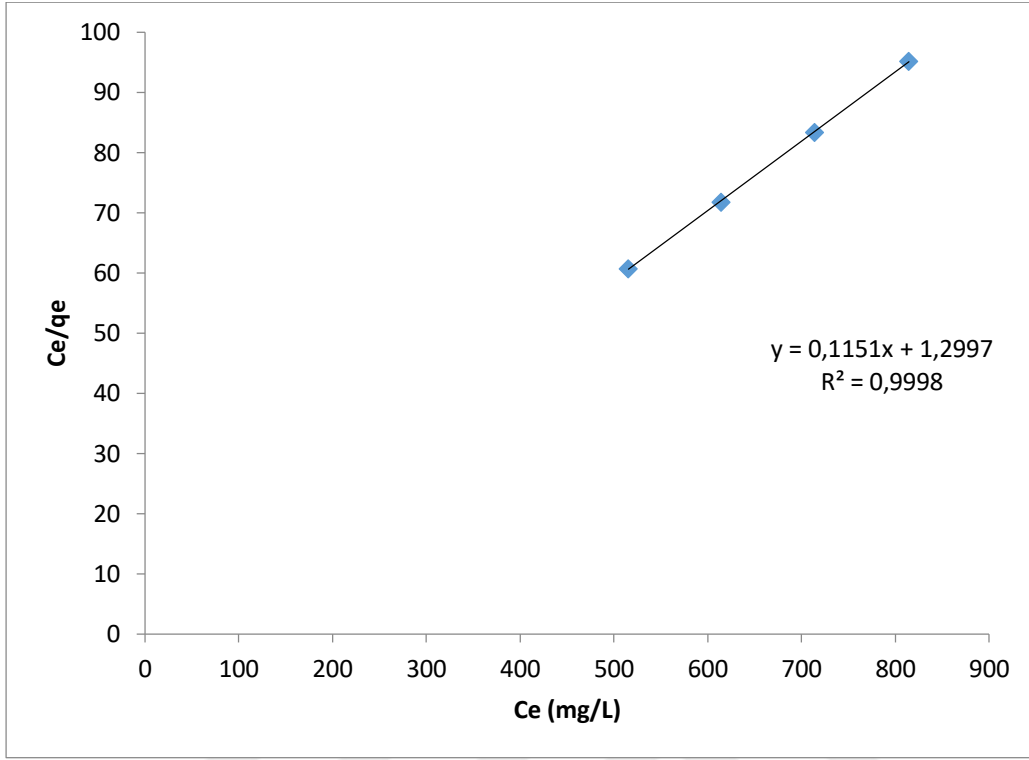
Adsorpsiyon verilerinden elde edilen değerlerin matematiksel modellere aktarılmasında izotermi kullanılmaktadır. Bu nedenle deneysel verilerden elde edilen sonuçlar Langmuir ve Freundlich izoterm modellerine denetlenmiştir. Pirinç kavuzuyla malachite green gideriminde Langmuir İzotermi'nin ($R^2=0.9998$) Freundlich İzoterminden ($R^2=0.6578$) daha iyi uyum sağladığı görülmüştür. Reactive red 45 için ise deneysel verilerin teorik verilerle uyuşmadığı ve korelasyon katsayısının oldukça düşük çıkmasından dolayı gerek Langmuir gerekse de Freundlich izoterm modellerinin adsorpsiyon modelinin açıklanmasında yetersiz kaldığı görülmüştür. Benzer sonuçlar Robinson ve arkadaşlarının (2002) buğday samanı ile beş boyarmaddenin karışımıyla yaptıkları çalışmada da bulunmuştur. Maksimum adsorpsiyon kapasitesinin negatif değerde olması izoterm modellerinin adsorpsiyon modelinin açıklanmasında yetersiz kaldığını göstermiştir.

5.3.1. Langmuir İzotermi

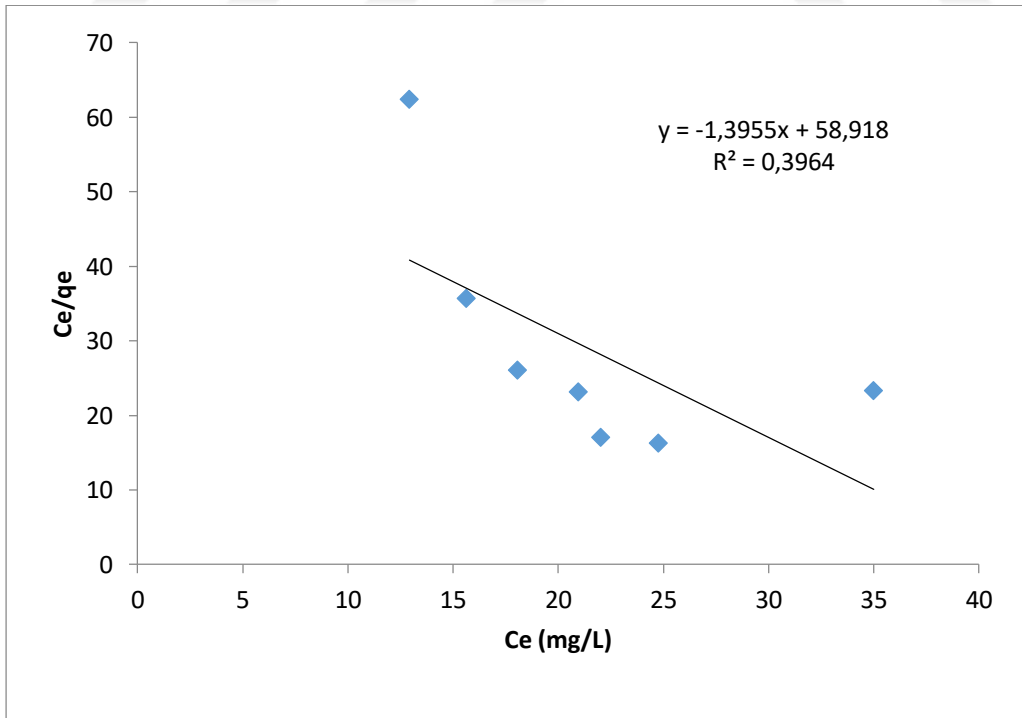
Deneysel çalışmalardan elde edilen verilerin C_e/Q_e 'ye karşı C_e 'nin grafiğe geçirilerek hesaplanmasından elde edilmiştir. Tablo 4'de literatürde çalışılmış olan bazı adsorbanlar ile deneysel çalışmadan elde edilen veriler karşılaştırmalı olarak verilmiştir. Şekil 15 ve 16'te her iki boyarmadde için Langmuir izoterm grafikleri verilmiştir.

Tablo 4. Langmuir Katsayıları

Adsorban	Boyarmadde	K_L (L/g)	a_L	Q_{max} (mg/g)	R^2	Referans
Pirinç Kavuzu	Malachite green	0,769	0,088	8,738	0,9998	Bu çalışma
Pirinç Kavuzu	RR45	0,0169	- 0,0236	-0,713	0,3964	Bu çalışma
Modifiye edilmiş pirinç kavuzu	Malachite green	0,1597		12,16	0,975	Chowdehury, [2011]
Modifiye edilmiş portakal kabuğu	Reactive Red 120	0,0352		344,8	0,9996	Munagapati, [2019]
Modifiye edilmiş pirinç kavuzu	Rective Red 195	0,005		12,22	0,972	Tahir, [2016]
Mezopor kompozit	Metil orange	18,372		84,307	0,9970	Mobarak, [2019]
Fıstık kabuğu	Light green	0,433		150,4	0,949	Zhao, [2019]
NaOH ile modifiye edilmiş pirinç kavuzu	Crystal violet	5,632		44,876	0,992	Chakraborty, [2011]
Pirinç kavuzu	Direct red 26	0,038		29,412	0,974	Safa, [2011]



Şekil 15. Malachite green İçin Langmuir İzotermi



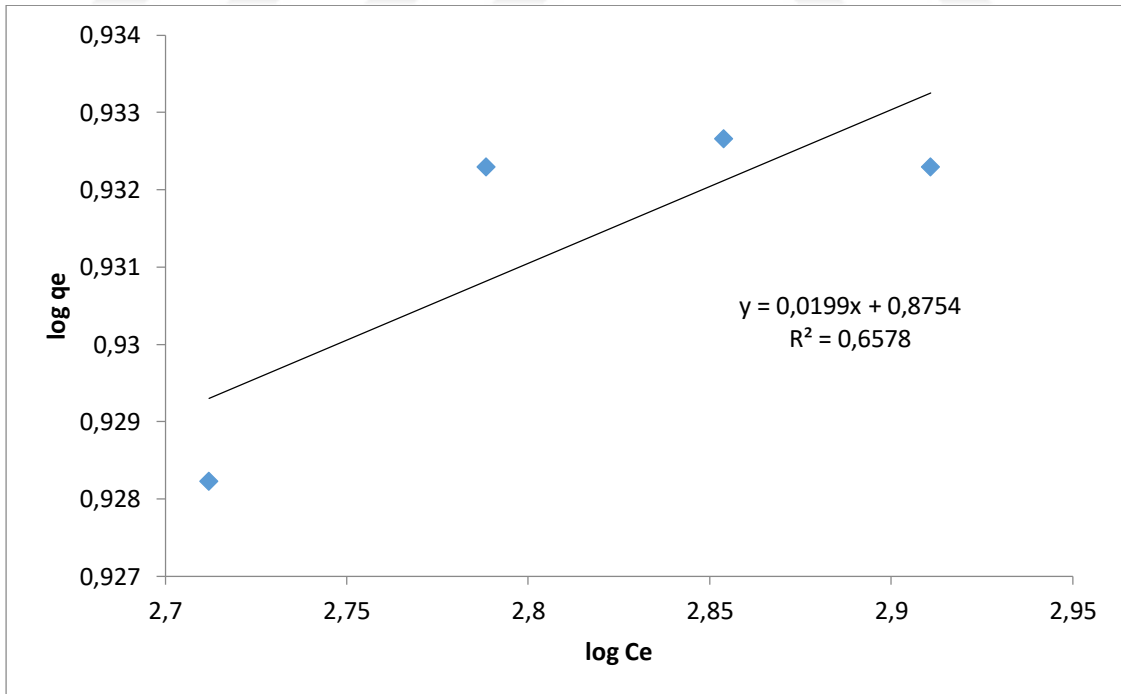
Şekil 16. RR45 İçin Langmuir İzotermi

5.3.2. Freundlich İzotermi

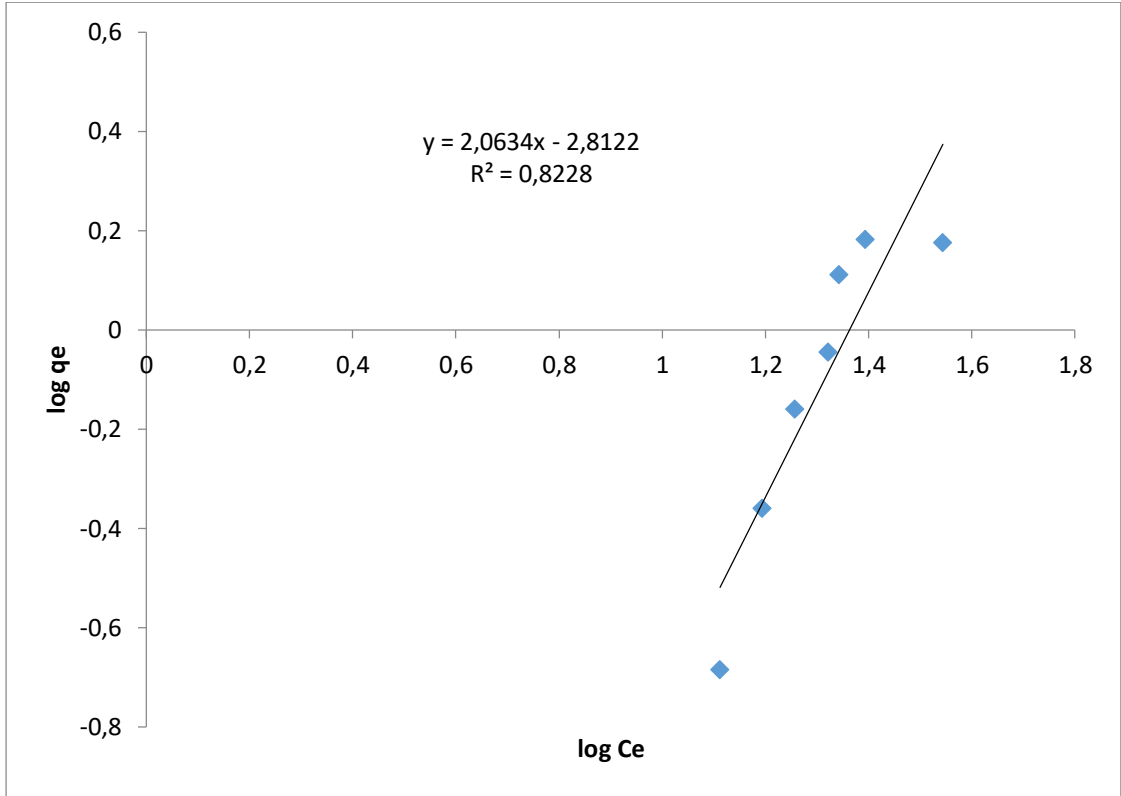
Başlangıç Konsantrasyonunun etkisinden elde edilen deneysel veriler Freundlich Denklemi kullanılarak $\log q_e$ 'ye karşı $\log C_e$ 'nin grafiği çizilmiştir (Şekil 17–18). Her iki boyarmadde için Freundlich katsayıları Tablo 5' de verilmiştir.

Tablo 5. Freundlich Katsayıları

Adsorban	Boyarmadde	n_F	K_F	R^2
Pirinç Kavuzu	Malachite Green	50,251	7,505	0,6578
Pirinç Kavuzu	Reactive Red 45 (RR45)	0,484	0,001541	0.8228



Şekil 17. Malachite green İçin Freundlich İzotermi



Şekil 18 RR45 İçin Freundlich İzotermi

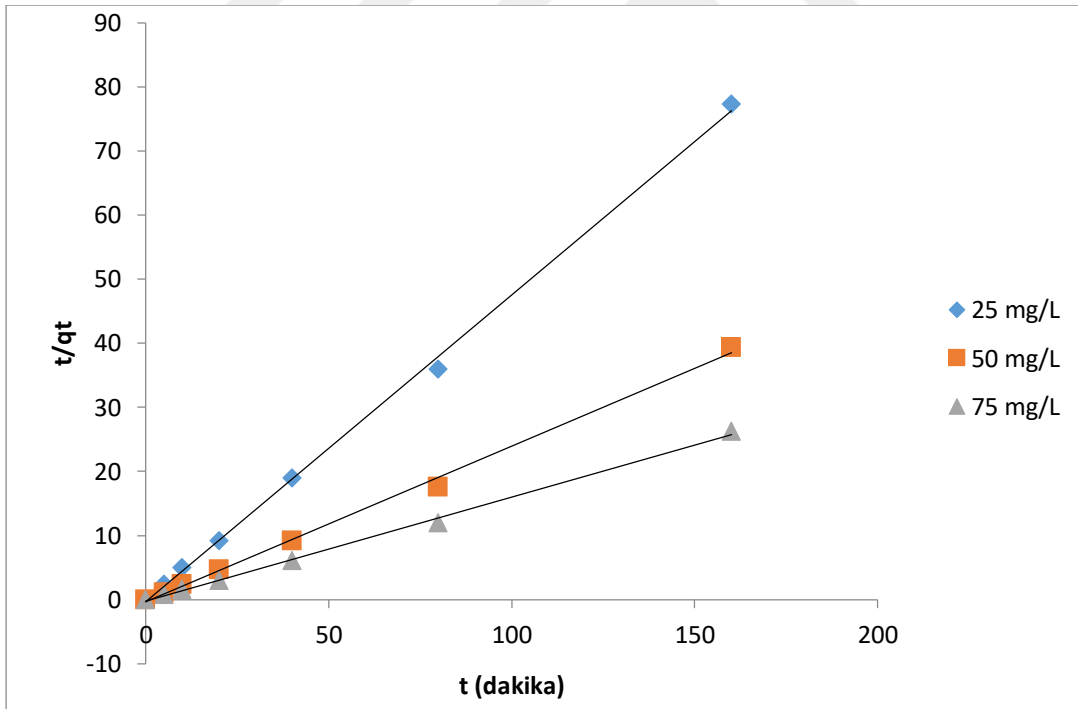
5.4. Adsorpsiyon Kinetiği

5.4.1. Yalancı İkinci Dereceden Adsorpsiyon Kinetiğinin Değerlendirilmesi

Adsorpsiyonun kinetiği çalışmalarında Langrange birinci dereceden, yalancı ikinci dereceden ve parçacık içi difüzyonun etkisi incelenmiş ve gerek malachite green için gerekse de reactive red 45 boyarmaddesi için en iyi uyum sağlayan izoterm yalancı ikinci derece hız kinetiği olduğu tespit edilmiştir. Yalancı ikinci dereceden hız sabitleri Tablo 6 ve Tablo 7’de grafikleri ise Şekil 19 ve Şekil 20’de verilmiştir.

Tablo 6. Malachite Green için Yalancı İkinci Dereceden Hız Sabitleri

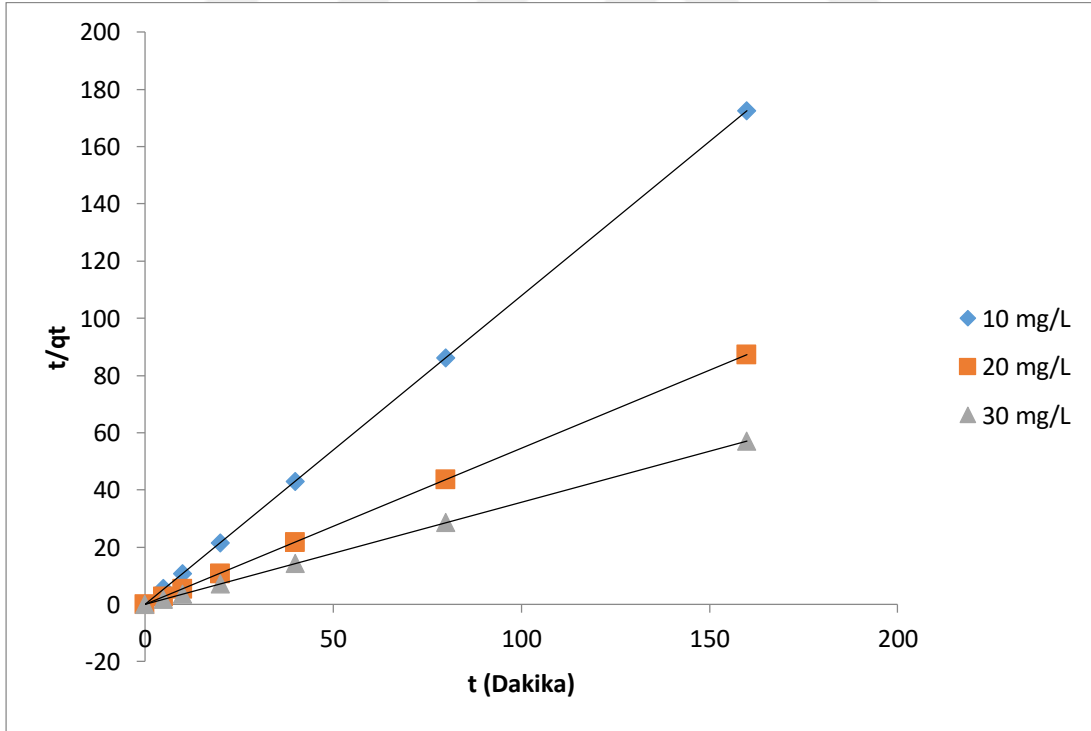
Pirinç İçin Kavuzu Başlangıç Boyarmadde Konsantrasyonu (mg/L)	q_e	$k_{2,ad}$	R^2
20	2.088	0.727	0.9988
50	4.113	0.176	0.9972
75	6,153	0.115	0.9982



Şekil 19. Yalancı İkinci Dereceden Hız Grafiği

Tablo 7. RR45 İçin Yalancı İkinici Dereceden Hız Sabitleri

Pirinç Kavuzu İçin Başlangıç Boyarmadde Konsantrasyonu (mg/L)	q_e	$k_{2,ad}$	R^2
10	0.992	8.978	1
20	1.832	2.380	1
30	2.7898	18,022	1



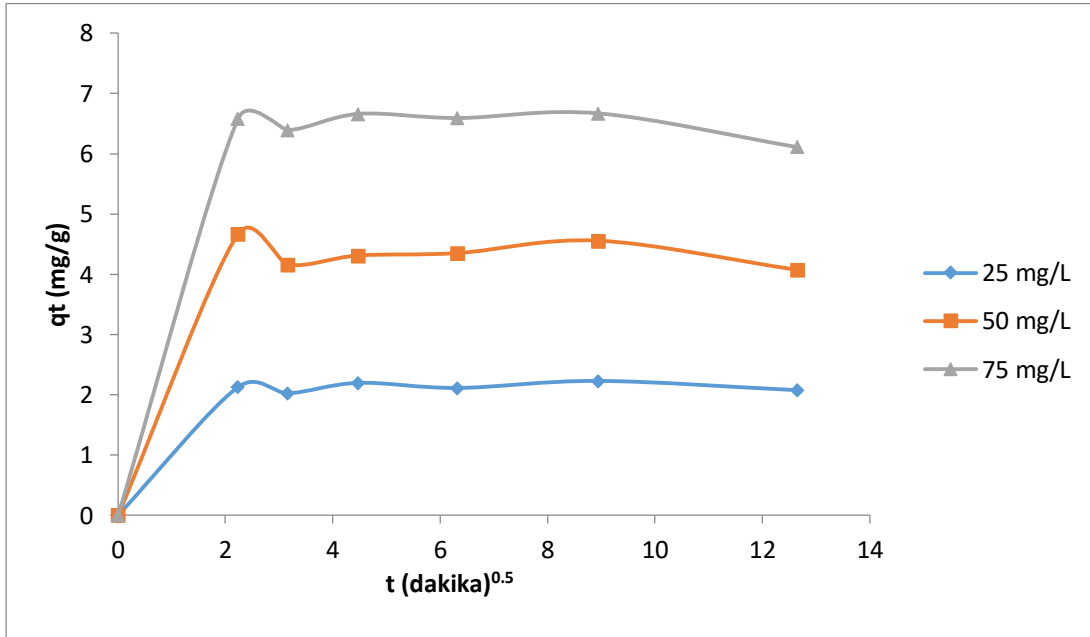
şekil 20. RR45 İçin Yalancı İkinici Dereceden Hız Grafiği

5.4.2. Paracak İçi Difüzyon Kinetiği

Herhangi bir andaki birim adsorban üzerine adsorplanan adsorbat miktarının (qt) zamanın kareköküne karşı grafiğe geçirilmesiyle paracak içi difüzyonun etkisi hesaplanmıştır. şekil 5.19 ve 5.20’de her iki boyarmadde için de grafikler verilmiştir. Paracak içi difüzyon hız sabitleri ise Tablo 5.5 ve Tablo 5.6’da verilmiştir.

Tablo 8. Malachite green İçin Paracak İçi Difüzyon Hız Sabitleri

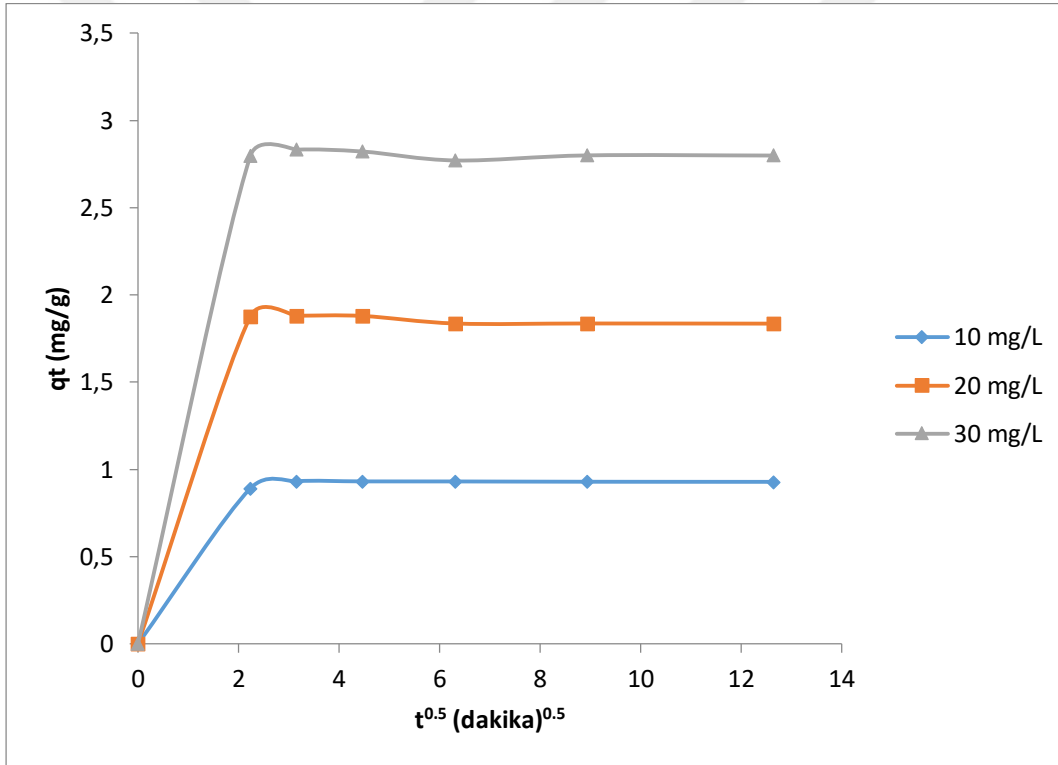
Pirinç Kavuzu İçin Başlangıç Boyarmadde Konsantrasyonu (mg/L)	k_{id} (mg ⁻¹ dk ^{1/2})	R ²
25	0,950	1
50	2.086	1
75	2,943	1



şekil 21. Paracak İçi Difüzyon Etkisi

Tablo. 9. Reactive Red 45 İçin Parçacık İçi Difüzyon Hız Sabitleri

Pirinç Kavuzu İçin Başlangıç Boyarmadde Konsantrasyonu (mg/L)	k_{id} (mg ⁻¹ dk ^{1/2})	R ²
10	0.178	1
20	0.3751	1
30	0.5595	1



Şekil 22. RR45 İçin Parçacık içi Difüzyon Etkisi

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Deneyisel verilerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

1. Bu çalışmada pirinç kavuzu adsorban olarak kullanılarak malachite green ve reactive red 45 boya maddelerinin giderimi araştırılmıştır.
2. Başlangıç boyarmadde konsantrasyonu, pH ve zamanın etkisi her iki boyarmadde için de çalışılmıştır.
3. Malachite green için pH=10 ve reactive red 45 boyarmaddesi için pH=2,6'da adsorpsiyon kapasitesinin en yüksek değere sahip olduğu görülmüştür.
4. Her iki boyarmadde için de Langmuir ve Freundlich izoterm modelleri uygulanmıştır. Malachite green için en iyi uyum sağlayan izoterm Langmuir izotermi olduğu tespit edilmiştir. Ancak reactive red 45 için negatif değerlerden dolayı adsorpsiyon prosesinin açıklanmasında izoterm modellerinin yetersiz kaldığı görülmüştür.
5. Adsorpsiyonun kinetiği de çalışılmış ve her iki boyarmaddenin de yalancı ikinci dereceden kinetik modele uyum sağladığı tespit edilmiştir.
6. Pirinç kavuzunun yüzey özelliklerinin belirlenmesi amacıyla taramalı elektron mikroskopunda (SEM) adsorpsiyon deneylerinden önce ve adsorpsiyon deneylerinden sonra görüntüler alınmıştır. Adsorpsiyondan önce pirinç kavuzunun yüzeyinin kabartılı bir yapıda olduğu adsorpsiyondan sonra ise düz bir yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Bu da pirinç kavuzunun boyarmaddeleri yüzeyinde tuttuğunu ifade etmektedir.
7. Sonuç olarak pirinç kavuzunun bazik boyarmaddelerin gideriminde asidik boyarmaddelere göre daha etkili, kolay elde edilebilir ve maliyetsiz bir adsorban olarak kullanılabileceği belirlenmiştir.

7. KAYNAKLAR

1. Mahramanlioğlu M., Kızılcıklı İ., Çınarlı A., Bazik Boyarmaddelerin Ağaçlı Kömürlerinden Elde Edilen Aktif Karbon Üzerine Adsorpsiyonu, Fakülte Dergisi, S:Ü, Müh-Mim Fakültesi, (2006).
2. Şahan A., Formosetik Maddelerin Aktif Çamur Arıtma Prosesinde Antibiyotik Gideriminin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ç.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2007).
3. Demir E., Yalçın H., Adsorbent: Sınıflandırma, Özellikleri, Kullanım ve Öngörüler, Türk Bilimsel Deneme Dergisi 7(2): 70-19, (2014).
4. Bayraktar T., Tekstil Ürünlerinin İnsan Sağlığına Etkileri, (2007).
5. Özdemir Y., Katyonik Boyarmaddelerin Sepiyolit Yüzeyinde Adsorpsiyon Kinetiği, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağustos (2005).
6. Sancı S., Basic Blue 41 Boyarmaddesinin Canlı ve İnaktif Sucul Bitki *Myriophyllum* İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurove Ü, Çevre Mühendisliği, (2005).
7. Akçakoca P., Atav R., Pac Liflerinin Bazik (KAtyonik) Boyarmaddelerle Boyanma Mekanizmaları, E.Ü, Müh- Fak Tekstil Müh Bölümü, (2013)
8. TutanM.,Gün F., Katyonik Boyarmaddelerin Bazı Zararlı Bakterilere Karşı Etkisinin Belirlenmesi, E.Ü, Mühendislik Fakültesi, Yekstil Mühendisliği Bölümü, (2011).
9. Sadıç E., Pirinç Kavuzu Külünden Çeşitli Silikatlerin Üretilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2008).
10. Tanyol M., Malahit Yeşili İçeren Atıksuların Fenton Oksidasyon Prosesi İle Renk Gideriminde İşletme Parametrelerinin Optimizasyonu, Fırat Üniversitesi Müh. Bil. Dergisi, 29(1), 183-191, (2007).
11. Evci G., Ülver P., Çeltiğin Makineyle Kurutulmasında, Hasat Nemi ile Kurutma Nemi Arasındaki İlişkinin, Maksimum Kırıksız Pirinç Randımanı Yönünden Belirlenmesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi Journal of Tekirdağ Agricultural Faculty, (2006).

12. Karadağ F., Kahve Atıksularının Boya Gideriminde Kullanımını, Yüksek Lisans Tezi, B.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü, (2018).
13. Kara İ., Modifiye S.albus Kullanılarak Sulu Çözeltilerden Reaktif Red 45 (RR45) Boyarmaddesinin Giderimi, Doktora Tezi, E.O.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, (2012).
14. Chowdhury, S., Mishra, R., Saha, P., Kushwaha, P., (2011). Adsorption thermodynamics, kinetics and isosteric heat of adsorption of malachitegreen onto chemically modified rice husk. *Desalination*, 265, 159-168.
15. Munagapatia, V. S., Wena, J-C., Panc, J-C-, Guthad, Y., Wen, J-H., (2019). Enhanced adsorption performance of Reactive Red 120 azo dye from aqueous solution using quaternary amine modified orange peel powder, *Journal of Molecular Liquids*, 285, 375-385.
16. Tahir, Z., Malik, S. R., Mehmood, M., Adsorption Studies of Reactive Red 195 Dye Using Modified Rice Husk, *Sci.Int.(Lahore)*, 28(2), 951-954, (2016).
17. Mohamed Mobarak, Essam A. Mohamed, Ali Q. Selim, F.M. Mohamed, Lotfi Sellaoui, Adrián Bonilla-Petriciolet, Moaaz K. Seliem, Statistical physics modeling and interpretation of methyl orange adsorption on high-order mesoporous composite of MCM-48 silica with treated rice husk, *Journal of Molecular Liquids*, Volume 285, 1 July 2019, Pages 678-687.
18. Binglu Zhao, Wei Xiao, Yu Shang, Huimin Zhu, Runping Han, (2017). Adsorption of light green anionic dye using cationic surfactant-modified peanut husk in batch mode. *Arabian Journal of Chemistry* (2017) 10, S3595–S3602.
19. Sagnik Chakraborty, Shamik Chowdhury, Papita Das Saha, Adsorption of Crystal Violet from aqueous solution onto NaOH-modified rice husk, *Carbohydrate Polymers* 86 (2011) 1533– 1541.
20. Yusra Safa, Haq Nawaz Bhatti, Kinetic and thermodynamic modeling for the removal of Direct Red-31 and Direct Orange-26 dyes from aqueous solutions by rice husk, *Desalination* 272 (2011) 313–322.
21. Robinson, T., Chandran, B., Ve Nigam, P., (2002). Removal of Dyes From A Synthetic Textile Dye Effluent By Biosorption on Apple Pomace and Wheat Straw, *Wat. Res.*, 36:2824-2830.

22. Gokçe Didar Degermenci, Nejdet Degermenci, Vefa Ayvaoglu, Ekrem Durmaz, Dogan Çakır, Emre Akan, (2019). Adsorption of reactive dyes on lignocellulosic waste; characterization, equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *Journal of Cleaner Production*, 225, 1220-1229.
23. Jiang, Z., Dongying Hu, (2019). Molecular mechanism of anionic dyes adsorption on cationized rice huskcellulose from agricultural wastes. *Journal of Molecular Liquids*, 276, 105-114.
24. Karthika, M. Vasuki, (2019). Adsorption of Alizarine Red-S Dye from Aqueous Solution by Sago Waste: Resolution of Isotherm, Kinetics and Thermodynamics, *Materials Today: Proceedings* 14 (2019) 358–367.
25. A.Stavrinou, C.A.Aggelopoulos, C.D.Tsakiroglou, (2018). Exploring the adsorption mechanisms of cationic and anionic dyes onto agricultural waste peels of banana, cucumber and potato: Adsorption kinetics and equilibrium isotherms as a tool, *Journal of environmental chemical engineering*, 6, 6958-6970.
26. Noha A. El Essawya, Safa M. Alib, Hassan A. Faragc, Abdelaziz H. Konsowac, Mohamed Elnoubyd, Hesham A. Hamad, (2017). Green synthesis of graphene from recycled PET bottle wastes for use in the adsorption of dyes in aqueous solution. *Ecotoxicology and environmental safety* 145, 57-68.
27. Deveoğlu O, Karadağ R. Genel bir bakış: Doğal boyarmaddeler. *Fen Bil Der* 23: 21-32. (2011).
28. Rajabi, M., Mirza, B., Mahanpoor, K., Mirjalili, M., Najafi, F., Moradi, O., Sadegh, H., Shahryari-ghoshekandi, R., Asif, M., Tyagi, I., Agarwal, S. ve Gupta, V. K., Adsorption of malachite green from aqueous solution by carboxylate group functionalized multi-walled carbon nanotubes: Determination of equilibrium and kinetics parameters, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 34, 130-138, (2016).
29. Balpetek ,FG., Gülümser, T. (2014). Tekstil ve konfeksiyon Sektöründe Ekolojik Etiketler. *Electronic Journal of Vehicle Technologies/Tasit Teknolojileri Elektronik* 8(2),48-62.
30. Eren H. A., Anış P. (2006). Tekstil boyama atıksularının ozonlaama ile renk giderimi. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 11(2006), 83-91.

31. Uçar B, Mehmetoğlu Ü, (2009). Tekstil Atık Sularındaki Reaktif Boyaların Farklı Katı Atıklar Kullanılarak Adsorpsiyonla Giderimi.
32. Gürarda, A. (2015). Konfeksiyon İşlemleri ile Kumaş Özellikleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. *tekstil ve mühendis* 22(99), 41-50.
33. Bayraktar, T. 2005. Tekstilde ekoloji raporu, www.itkib.org.tr/ihracat/DisTicaret/Bilgileri. (Erişim Tarihi: 25.07.2016).
34. Başer, İ., İnancıcı, M. (1990). Boyarmadde Kimyası. Marmara Üniv. Yayınları, (1. Baskı) 265s, İstanbul.
35. Merdan H, Eray F, Onal A, “Extraction of total dyestuff from centaury (*Hypericum scabrum* L.) and dyeing of natural fibres under different conditions”, *Asian Journal of Chemistry*, 20(1), (2008).
36. Orbak, İ, 2002. Tunçbilek Linyitinden Kimyasal Aktivasyon Yöntemi ile Aktif Karbon Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, Kimya-Metalurji Fakültesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
37. <https://www.laboratuvar.site/hizmetlerimiz/49-kimyasal-ve-ekolojik-testler>
38. Karadaş M., Perlitin bazı yüzey aktif madde çözeltilerindeki elektrokinetik ve adsorpsiyon özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2004).
39. Sarıkaya Y., Fizikokimya, Gazi Kitabevi, Ankara (1997).
40. Zhang, J., Li, Y., Zhang, C. and Jing, Y. (2008). Adsorption of malachite green from aqueous solution onto carbon prepared from *Arundo donax* root. *J. Hazard. Mater.*, 150: 774-782.
41. Srivastava, S., Sinha, R. and Roy, D. (2004). Toxicological effects of malachite green. *Aquat. Toxicol.*, 66: 319-329.
42. Zhou, Y., Min, Y., Qiao H., Huang, Q., Wang, E. and Ma, T. (2015). Improved removal of malachite green from aqueous solution using chemically modified cellulose by anhydride. *Int. J. Biol. Macromol.*, 74: 271-277.
43. Lucas, M. and Peres, J. (2006). Decolorization of the azo dye Reactive Black 5 by Fenton and photo-Fenton oxidation. *Dyes Pigments*, 71: 236-244.
44. Ahmadpour, A., and Do D.D. (1996). The Preparation of Active Carbons from Coal by Chemical and Physical Activation. *Carbon*. 34. 4. 471 - 479.

45. Aksu, Z., Tezer, S., (2005). Biosorption of reactive dyes on the green alga *Chlorella vulgaris* . Proc. Biochem. 40, 1347- 1361.
46. Mahramanlıoğlu, M., Güçlü, K., Çınarlı, A., (2004a). Aktif Karbon İle Boyarmadde Ve Boyarmadde Karışımlarının Adsorbsiyonu, 6. Ulusal Kimya Mühendisliği Kongresi. SKCT. 42.
47. Sürek, H., (2002). Çeltik Tarımı. Hasat Yayıncılık Ltd. Şti., İstanbul , TÜRKİYE.
48. Ülger, P., (2002). Kurutma ve Soğutma Tekniği. Ders Notları .T.Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Tarım Makineleri Bölümü, Tekirdağ.
49. Yağcıoğlu, A., (1999). Tarım Ürünleri Kurutma Tekniği. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. No. :536. Bornova, İZMİR.
50. Akyüz. İ. (2004), Avrupa birliğine giriş sürecinde Türkiye ile Avrupa birliği üye ülkelerin yonga levha dış ticareti, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 3 (4), 124-134.
51. Yavuz, G.G., Miran, B., Güner, B.B., Yüksel, N.Y. ve Demir, A. (2016), Buğday, dane, mısır ve çeltik üretiminde fark ödemesi desteklerinin etkisi, Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü (TEPGE), TEPGE Yayın No: 266. Ocak (2016).

ÖZGEÇMİŞ

1991 yılında Yozgat'ta doğan Nagihan METİN, orta ve lise öğretimini sırasıyla Ankara Nuh Eski Yapan İlköğretim Okulu, Açık Öğretim Lisesinde tamamladı. 2011 yılında kazandığı Bozok Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Biyosistem Mühendisliği Bölümünü 2015 yılında tamamladı.

2015 yılında yüksek lisans eğitimine Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyosistem Mühendisliği Anabilim Dalında başlamıştır. Dr. Öğr. Üyesi Serpil SAVCI danışmanlığında “Pirinç Kavuzunun Boyarmadde Giderilmesinde Adsorban Olarak Kullanımının İncelenmesi ” başlıklı tez hazırlamıştır.

İletişim Bilgileri

Adres : Keçiören/ ANKARA

06300

Telefon: (505) 979 45 54

Faks: -

E-posta: nagihan.metin66@gmail.com