



T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN BÖCEĞİ (*POLYPHYLLA FULLO*) KİTİNİNİN BOYAR MADDE
GİDERİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

GAMZE KUŞCU

Ağustos 2019

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

HAZİRAN BÖCEĞİ (*POLYPHYLLA FULLO*) KİTİNİNİN BOYAR MADDE
GİDERİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

GAMZE KUŞCU

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Prof. Dr. Osman SEYYAR

Ağustos 2019

Gamze KUŞCU tarafından **Prof. Dr. Osman SEYYAR** danışmanlığında hazırlanan “**Haziran Böceği (*Polyphylla fullo*) Kitininin Boyar Madde Gideriminde Kullanılabilirliğinin Araştırılması**” isimli bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyoloji** Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Osman SEYYAR

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Yavuz SÜRME

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Musa KAR

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/...../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/...../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT

MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Gamze KUŞCU

ÖZET

HAZİRAN BÖCEĞİ (*POLYPHYLLA FULLO*) KİTİNİNİN BOYAR MADDE GİDERİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

KUŞCU, Gamze

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman : Prof. Dr. Osman SEYYAR

Ağustos 2019, 37 sayfa

Son zamanlarda kitin yenilenebilir bir kaynak ve biyopolimer olma özelliğinden dolayı dünya genelinde tıptan gıdaya, ziraatten kozmetiğe, eczacılıktan atık su arıtımına ve tekstil sektörüne kadar birçok alanda kullanılabilmektedir. Bundan dolayı oldukça dikkat çekmektedir. Kitin doğada selülozdan sonra en yaygın olarak bulunan ikinci biyopolimer olup çoğunlukla deniz kabuklularından elde edilmektedir. Bunun yanı sıra eklembacaklıların dış iskeletleri ve mantarların hücre duvarında bol miktarda bulunmaktadır.

Bu çalışmada Haziran böceği (*Polyphylla fullo*)'nin dış iskeletinden yararlanılarak kitin elde edilmiştir ve Ultraviyole Görünür Bölge Spektrofotometre cihazı kullanılarak 592 nm dalga boyunda kitinin boyar maddeyle giderimi yapılmıştır.

Anahtar sözcükler: *Polyphylla fullo*, Kitin, Boya giderimi

SUMMARY

INVESTIGATION OF DYE REMOVAL CAPACITY OF CHITIN FROM JUNE BEETLE (*POLYPHYLLA FULLO*)

KUŞCU, Gamze

Niğde Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor : Prof. Dr. Osman SEYYAR

August 2019, 37 pages

Recently, since the chitin is a renewable source and biopolymer, it can be used in many fields from medicine to food, agriculture, cosmetics, pharmaceuticals, wastewater treatment and textile sector. Therefore, it attracts attention. Chitin is the second most common biopolymer found in nature after cellulose and is mostly obtained from shellfish. In addition, the exoskeleton of arthropods and fungi are abundant in the cell wall. In this study, chitin was obtained by using the exoskeleton of June beetle (*Polyphylla fullo*) and the chitin was removed with dyestuff at 592 nm wavelength using Ultraviolet Visible Spectrophotometer.

Keywords: *Polyphylla fullo*, Chitin, Dye removal

ÖN SÖZ

Kitin, aminopolisakkaritler bakımından doğada selülozdan sonra en çok rastlanan bir polisakkarittir. Başta deniz kabukluları olmak üzere, böcekler ve diğer omurgasızların dış iskeletlerini oluşturan kütikulanın yapısında, mantarların ve mayaların hücre duvarlarında bol miktarda bulunmaktadır. Kitinin kimyasal süreçler sonucunda deasetile edilmesiyle birçok türevleri oluşmaktadır. Bunlardan en çok tercih edileni kitosan olup gıda, tarım, ilaç, kozmetik, kağıt üretimi ve su arıtımı vb. gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu çalışmada bir böcek türü olan *Polyphylla fullo*'dan laboratuvarda kitin eldesi yapılmış ve elde edilen kitinin boya gideriminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Günümüzde bunun gibi yeni elde edilen kitin kaynakları üzerine yapılacak çalışmalar sayesinde literatüre yeni katkılar sağlanacak ve bu alanlarda çalışma yapan araştırmacılara yeni ve farklı bakış açıları kazandıracaktır.

Tez çalışmamın yürütülmesinde bana her türlü desteği sağlayan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman SEYYAR'a, laboratuvar çalışmalarındaki katkılarından dolayı Sayın Doç. Dr. Yavuz SÜRME'ye ve aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
SİMGE VE KISALTMALAR	xi
BÖLÜM I GİRİŞ	1
1.1 Kitin ve Kitosan Hakkında Bilgiler	1
1.2 Kitin ve Kitosanın Kimyasal Özellikleri	2
1.3 Kitin ve Kitosanın Biyolojik Özellikleri ve Uygulama Alanları	3
1.4 <i>Polyphylla fullo</i> Türünün Genel Özellikleri	5
1.5 Boya ve Boyar Maddelerin Genel Özellikleri	7
1.6 Boyar Maddelerin Sınıflandırılması	8
1.7 Boyar Maddelerin Çevre ve İnsan Sağlığına Zararları	9
1.8 Adsorpsiyonun Genel Özellikleri	10
1.9 Adsorpsiyon Teknikleri	10
1.10 Adsorpsiyonu Etkileyen Faktörler	11
1.11 Adsorpsiyonun Kullanımı	11
BÖLÜM II LİTERATÜR ÖZETİ.....	13
BÖLÜM III MATERYAL VE METOT.....	19
3.1 Materyal	19
3.1.1 Kullanılan cihazlar	19
3.2 Metot	20
3.3 Kitin ile Lanaset Blue-2R Boyasının Sulu Ortamdan Giderilme Yöntemi	21
BÖLÜM IV BULGULAR VE SONUÇ	23

4.1 Lanaset Blue-2R Tekstil Boyasının Sulu Ortamdan Giderilme Basamakları.....	23
4.1.1 Lanaset Blue-2R boyar maddesinin kimyasal yapısı ve ultraviyole görünür bölge spektrumu.....	23
4.1.2 Lanaset Blue-2R boyasının giderilmesinde çözelti pH'nın etkisi	24
4.1.3 Lanaset Blue-2R boyasının giderilmesinde denge zamanının etkisi	25
4.1.4 Lanaset Blue-2R boyasının giderilmesinde bozucu iyonların etkisi	26
4.1.5 Lanaset Blue-2R boyasının giderilmesinde kitin miktarının etkisi	27
KAYNAKLAR	29
ÖZ GEÇMİŞ	37



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Kitin, kitosan ve türevlerinin uygulama alanları	4
Çizelge 1.2. Boyar maddelerin sınıflandırılması	9
Çizelge 4.1. Yabancı iyonların Lanaset Blue-2R giderimi üzerine etkisi	27



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Kitin ve kitosanın yapısı	2
Şekil 1.2. <i>Polyphylla fullo</i> türüne ait ergin bireyler.....	5
Şekil 1.3. <i>Polyphylla fullo</i> türünün larvası	6
Şekil 1.4. <i>Polyphylla fullo</i> türünün pupası ve toprakta ördüğü yuva.....	7
Şekil 3.1. Laboratuvarda kullanılan malzemeler	20
Şekil 3.2. Laboratuvar çalışmaları.	21
Şekil 3.3. Ultraviyole görünür bölge spektrofotometre cihazı.....	22
Şekil 4.1. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin kimyasal yapısı.....	23
Şekil 4.2. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin ultraviyole görünür bölge spektrumu	24
Şekil 4.3. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin giderilmesinde çözelti pH'nın etkisi	25
Şekil 4.4. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin giderilmesinde denge zamanının etkisi .	26
Şekil 4.5. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin giderilmesinde kitin miktarının etkisi ...	28

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrad Derece
%	Yüzde

Açıklama

Kısaltmalar

cm	Santimetre
g	Gram
HCl	Hidroklorik Asit
M	Molar
mm	Milimetre
mL	Mililitre
mg	Miligram
nm	Nanometre
NaOH	Sodyum Hidroksit
ppm	Parts Per Million
pH	Potansiyel Hidrojen
rpm	Dakikada Dönme Sayısı

BÖLÜM I

GİRİŞ

Biyopolimer, canlı organizmalar tarafından sentezlenen polimerler için kullanılan bir kavramdır (Özel, 2018). Doğa da bulunan en önemli biyopolimerlerden biri de kitin ve türevleridir. Kitin ve onun bir türevi olan kitosan, biyolojik olarak uyumlu, toksik olmayan, çeşitli özellikleri sayesinde biyomühendislik, tıp, eczacılık ve su arıtımı gibi alanlarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır.

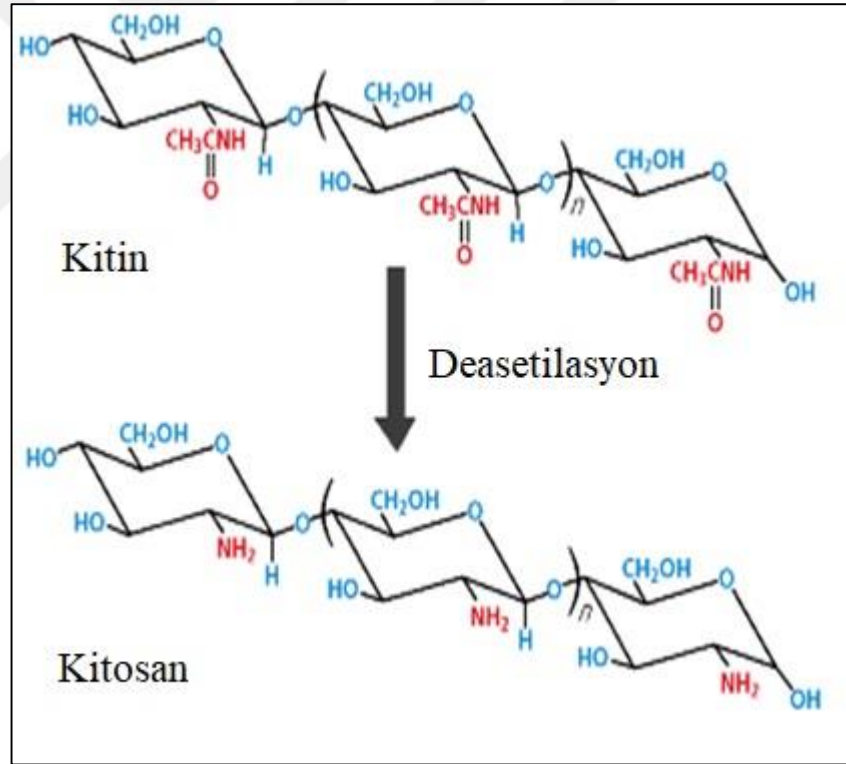
1.1 Kitin ve Kitosan Hakkında Bilgiler

Kitin, “kiton” sözcüğünden türetilerek, yunanca zarf ve örtü anlamına gelmektedir. Kitin ilk kez, Fransız bilim adamı doğa tarihi profesörü Henri Braconnot’un mantarlar üzerinde yaptığı çalışmalarından birinde söz edilmiştir (Özel, 2013). Son dönemlerin en çok çalışılan biyolojik makromolekülleri kitin ve türevi olan kitosandır (Aranaz vd., 2009). Doğada selülozdan sonra en çok kitin bulunmaktadır ve bir aminopolisakkarit olan kitinin, ticari amaçlar için yıllık selüloz miktarı kadar üretildiği tahmin edilmektedir (Demir, 2017; Lonhienne vd., 2001; Seyyar, 2018; Vaaje-Kolstad vd., 2005; Yakupoğlu, 2009). Kitin ve türevi olan kitosan; gıda, tarım, ilaç, kozmetik, kağıt üretimi ve su arıtma gibi çok çeşitli sahalarda kullanılma potansiyeli olan bir fonksiyonel biyomalzeme olarak ilgi çekmektedir (Hassainia et al., 2017).

Eklembacaklıların dış iskeletlerinde, mantarların hücre duvarlarında ve deniz omurgasızlarının kabuklarının temel yapısında çok miktarda bulunmaktadır. Ayrıca yarasa guanosu, böcek ve kabuklu yumurtaları vb. gibi doğal yapılarda kitin bulunmaktadır (Kaya vd., 2014). Kitin, çoğunlukla omurgasız hayvanların vücutlarında bulunan bir biyopolimer olmasına rağmen son zamanlarda yapılan bir çalışma da, omurgalı canlılarda da varlığı kaydedilmiştir (Tang vd., 2015). Yapılan bu çalışmalar, dünyadaki tüm canlıların % 70’inden fazlasının yapısında kitin olduğunu göstermektedir.

1.2 Kitin ve Kitosanın Kimyasal Özellikleri

Kitin, suda ve birçok organik çözücüde çözünmeyen hidrofobik bir polisakkarittir (Seyyar, 2018). Birçok türeği olan kitinin endüstride en çok kullanılan formu kitosandır. Kitosan, kitinin deasetilasyonu sonucu oluşur. Kitinin doğada mikrofibrillerinin farklı yapıları olarak, üç formu vardır. Bunlar alfa, beta ve gamma formudur. Alfa yapısı, doğada en çok bulunan formudur, antiparalel zincir yapısı bulunmaktadır. Deniz kabukluların kabuklarında, küflerde, mayalarda ve böceklerde bulunur. Beta formu, doğada daha az bulunmakta olup, mürekkep balığının kollarında bulunur, paralel zincir yapısı vardır. Gamma formu, paralel ve antiparalel yapıların karışımı olarak böceklerin kozalarında görülmektedir (Zhang ve Haga, 2000).



Şekil 1.1. Kitin ve kitosanın kimyasal yapısı (URL-1, 2019)

1.3 Kitin ve Kitosanın Biyolojik Özellikleri ve Uygulama Alanları

Biyolojik Parçalanabilirlik: Kitin ve türevi kitosan memeli canlılarda bulunmamakla birlikte; lizozim, papain, pepsin vb. enzimlerle canlı içinde parçalanabilmektedir. Lizozim, bütün memeli dokularında bulunmasına rağmen, spesifik olmayan bir proteazdır. Proteaz, kitin ve kitosanın parçalanmasında önemlidir ve moleküldeki asetil gruplarının dağılımı, zincirlerin uzunluğunun olması biyolojik parçalanabilirliğini etkileyen en önemli faktörlerden bir kaçıdır.

Biyouyumluluğu: Kitin ve türevi kitosan canlı dokuları için çok uyumludur, fakat bu uyumluluktaki moleküllerin doğal olup olmadığına, molekül ağırlığına, preparasyon metoduna ve deasetilasyon derecesine göre değişiklik gösterebilir.

Ağrı Kesici Etkisi: Kitin ve türevi kitosan ağrı kesici etkiye sahiptirler. Çalışmalarda, kitosanın kitinden daha fazla ağrı kesici etkiye sahiptir ve kitosanın ağrı kesici etkisi yaralı bölgeye salınan iyonları absorbe etmesi ile ilgilidir.

Antitümör Aktivitesi: Oligomerlerinin in vivo, in vitro şartlarında antitümör aktivitesinin olduğu tespit edilmiştir. Bilim insanları, farelerde yapılan deneylerde, düşük molekül ağırlıklı kitosanın akciğer karsinomasına karşı önemli derecede antimetastazik etkisinin olduğunu rapor etmişlerdir.

Mukoadezyon Özelliği: Fizyolojik değişiklikler ve fizikokimyasal özellikleri kitosanı etkilemektedir. Ayrıca kitosan epitel hücreleri arasındaki bağları açarak bazı maddelerin dokulara nüfuz etmesini artırdığı belirtilmiştir.

Antimikrobiyal Aktivite: Kitin, kitosan ve türevlerinin mantar, bira mayası, bakteri gibi mikroorganizmalara karşı olan antimikrobiyal aktiviteleri son zamanlarda dikkat çekmektedir.

Antioksidatif Aktivite: Kitosanın farklı oksijen radikallerine karşı, deasetilasyon derecesine bağlı olarak alkalik, süperoksit ve hidroksil radikallerde bulunan zararlı gazların dışarı atılmasında oldukça önemlidir.

Kitin ve türevi olan kitosanın endüstriyel ve biyomedikal alanlarda ve bunun gibi teknolojinin birçok dalında kullanım alanları vardır. Bunlardan bazıları Çizelge 1.1. 'de verilmiştir (İmamoğlu, 2011).

Çizelge 1.1. Kitin, kitosan ve türevlerinin uygulama alanları (İmamoğlu, 2011'den revize edilmiştir.)

Uygulama Alanları	Kullanımları
Gıda	Doğal kıvamlaştırıcı Gıda koruyucu Hayvan yemlerini de içeren yiyecek katkı maddesi Yiyecek işlemede (örneğin şeker işleme) Filtreleme ve temizleme Hipokolestrolemik madde (zayıflama maddesi) Atık yiyeceklerin tekrar işlenmesi
Ziraat	Bitki katkı maddesi Antimikrobiyal ve antifungal madde Bitki tohumu kaplanması Gübre yapımı Insektisit ve nematositlerde
Medikal Alan	Hayvan ve insanlar için yara bandı yapımında Sargı bezi yapımında ve yara tedavisinde (yara tedavisini % 30 oranında hızlandırmaktadır.) Yanık tedavisinde acıyı dindirme ve iyileştirme etkisi Kanı pıhtılaştırıcı madde Hidrojel yapımı Antikoagülant ve antitrombojenik materyaller (sülfatlanmış-kitin türevleri olarak) Hemostatik madde Kontakt lens yapımı İlaç salımı
Kozmetik	Saç şekillendirici yapımı Cilt nemlendirmede (nemlendirici kremlerde) Antikolestrol ve yağ bağlayıcı olarak zayıflama maddesi Aftershave, deodorantlarda koku giderici madde
Biyoteknoloji	Kromatografik yöntemlerde Enzim immobilizasyonunda
Su arıtımı	Kirlenmiş atık sular için koagülasyon ve flokülasyon Atık sudaki metal iyonlarının uzaklaştırılması ve geri kazanımı

Günümüzde kitin ve türevi olan kitosan üzerine yapılan çalışmaların artması ve bu alanda yeni uygulama sahalarının geliştirilmesiyle kitin ve türevlerine daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

1.4 *Polyphylla fullo* Türünün Genel Özellikleri

Ülkemizde yaygın olarak ‘‘Haziran Böceği’’ olarak bilinmektedir. Ancak bu böcek yöresel olarak ‘‘Manas, Dip Kurdu, Kadı Lokması, Halkalı Şeker’’ gibi isimlerle bilinmektedir (Şentürk, 2018). *Polyphylla fullo* özellikle Akdeniz iklimine sahip bölgelerde, humuslu ve alüvyal topraklarda yetiştirilen tek yıllık ve çok yıllık birçok bitkide ekonomik zarar meydana getirir ve polifag bir zararlıdır. Meyve bahçeleri, bağlar, çim alanları, patatesler gibi diğer birçok üründe önemli zararlar meydana getirirler. Hatta, bazen zarar oranı % 50-80 oranında olabilmektedir. Erginleri ve larvaları ağaçların taze sürgünleri ve bitki kökleri ile beslenirler. Bu tür doğada hem larva hem de ergin olarak bol ve yaygındır. Erginleri büyük olup 25-40 mm’ye kadar ulaşabilmektedir. Dişi bireylerde antenler küçük ve ucu topuz şeklindedir. Erkek bireylerin antenleri ise büyük, 7 parçalı yelpaze şeklindedir. Sarımsı siyah veya kıvılcımsı kahverengi elitraya sahiptir, üzerinde farklı boyutlarda ve şekillerde lekeler bulunur ve çok sık beyaz pulcuklar ile kaplıdır (Tunçbilek, 1996).



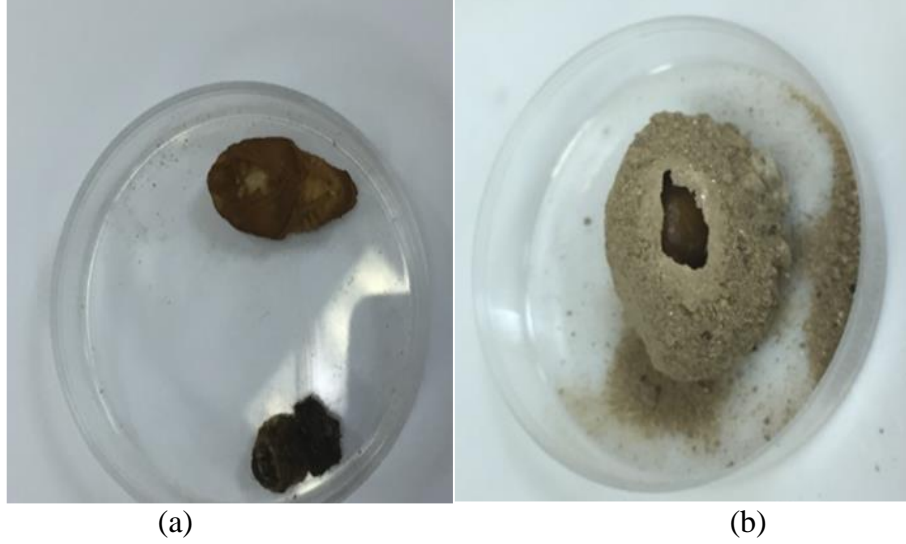
Şekil 1.2. *Polyphylla fullo* türüne ait ergin bireyler (soldaki erkek ve sağdaki dişi)
(URL-2, 2019)

Polyphylla fullo türü, “Holometabol” yani tam başkalaşım geçirmekte olup 4 evre geçirir. Bu evreler; yumurta, larva, pupa ve ergin olarak adlandırılır (Şentürk, 2018). Dişiler yumurtalarını ağaçların dip kısımlarına, 18-20 cm derinliğe kumlu topraklara bırakır. Bir dişi birey yaklaşık olarak 30 adet yumurta bırakabilir. Dişilerin yumurtalarını ilk bıraktığı yerde büyüklükleri 2.6-3.2 mm olur ve yumurtalar açılmaya başladığı son dönemde bu büyüklük 2 katına kadar ulaşır. Larvaların yumurtadan çıkması yaklaşık 1 ay kadar sürmektedir. Bu böceğin yumurtalarının renkleri ilk zamanlarda mat krem renginde olup, zaman geçtikçe yumurtanın rengi pembemsi krem rengini alır. Larvaları sarımsı renkte, “C” şeklinde kıvrık, etli ve büyüktür. Bu haline “Manas” tipi larva denilmektedir (Şentürk, 2018). Yüzeyleri ince ve seyrek kıllarla kaplıdır. Baş, bal renginde ve öne doğru eğilmiştir.



Şekil 1.3. *Polyphylla fullo* türünün larvası (URL-3, 2019)

Son dönem larva 60 mm büyüklüğe kadar ulaşır ve toprak altında yuva örerek 2 yıl boyunca kışı dinlenme halinde geçirir. Toprakta ördüğü yuvada, Mayıs ayında pupa evrelerini tamamlarlar ve pupa dönemi bir ay kadar sürmektedir (Çanakçıoğlu, 1993). Pupa kahverengi renginde ve 40-50 mm boyundadır (Aydemir, 2008; Asan, 2014).



Şekil 1.4. *Polyphylla fullo* türünün; (a) pupası ve toprakta ördüğü yuva (b) (Çoban, 2018)

Çalışmalara göre (Aydemir, 2008a), erginlerin hareketleri Haziran ayının ikinci yarısı ile Temmuz ayının ilk yarısı başlar. Bu erginlerin uçuşları, akşam üzeri gün batımından sonra gerçekleşir. *Polyphylla fullo* türünün düşmanları, başta kuşlar olmak üzere sürüngen ve karıncalardır.

1.5 Boya ve Boyar Maddelerin Genel Özellikleri

Eski çağlardan beri insanlar boyaları öncelikle çiçeklerden, sonraki zamanlarda kök, meyve, gövde ve yaprak gibi kısımların ekstraktından elde ederek çeşitli alanlarda kullanmıştır (Kütük, 2019). Cisimlerin yüzeyini dış etkilerden korumak, güzel bir görünüm sağlamak ve renkli hale getirmek için kullanılan maddelere “boya” denir (Bozkurt, 2018). İlk kullanılan boyalar metaloksit karışımı, killi toprak ve bitki özularıdır (Kılıç, 2018). Boyalar organik bileşikli ve çoğu komplekslidir. Sabun, deterjanlar gibi çok fazla temizlik malzemelerine karşı oldukça dirençlidir. Bu yüzden boyalar adsorpsiyon ile substratlara bağlanabilen maddelerdir (Akköz, 2018). Bir materyale kendiğinden ya da reaksiyona uygun maddeler kullanılarak renklilik sağlayan kimyasal maddelere “boyar madde” denir (Saygı, 2017). Ayrıca her renk veren veya renkli olan maddelere boyar madde dememeliyiz. Boyar maddelerle yapılan renklendirme işlemi ile boyalarla yapılan renklendirme işlemi birbirinden farklıdır (Güzel, 2018). Günümüzde boyar maddeler genellikle tekstil endüstrisinde, hayvanların deri ve salgı bezlerinden, bitkilerin; kök, kabuk, meyve gibi kısımlarından, plastik,

kereste, selüloz, kağıt, kozmetik, ilaç, gıda, inşaat, cam ve porselen, otomotiv, makine, matbaacılık, güzel sanatlar vb. çeşitli alanlarda kullanıldığı bilinmektedir (Yamaç, 2016). Boyar maddeler, kompleks moleküllü yapılardır ve ısı, ışık ve bozunmaya karşı oldukça dirençlidirler (Akköz, 2018). Bu maddeler kimyasal işlemler sonucu cihazlardaki 400 nm ile 700 nm arasındaki görünür ışığı absorbe ederek renkli bir görünüm kazandırır. Boyar maddelerin renk verebilmesi için çift bağlara sahip olması gerekir. Son zamanlarda kullanılan naftalin, benzen, antrasen gibi çift bağ içeren aromatik yapılar kullanılmaktadır, fakat bu aromatik yapılar tek başlarına renksizdirler (Saygı, 2017). Boyar maddeler de, yardımcı renklerin üretilmesinden sorumlu olan kromoforlar ve boyanın maddelere olan ilgisini artıran oksokrom adı verilen fonksiyonel gruplar, boyar maddelere renklilik kazandırır (Grande, 2015).

Bir kimyasal maddenin, boyar madde olarak kullanılması için;

- a) Elektromanyetik spektrum görünür bölgesinde absorplama özelliği gösterebilmelidir (Bozkurt, 2018).
- b) Boyama işlemi sonrasında boyanan materyal üzerinde renkli bir görünüm olmalıdır (Saygı, 2017).
- c) Suda çözünürlüğü olmalıdır (Güzel, 2018).
- d) Konjuge bağ sistemine sahip olmalıdır (yapıda çift/tek bağ olması) (Bozkurt, 2018).
- e) İyi bir renk özelliğine sahip olmalıdır (analizleri kolaylaştırır) (Güzel, 2018).

Yukarıdaki maddelerden herhangi birinin eksik olması sonucunda boyar maddeden bahsedemeyiz.

1.6 Boyar Maddelerin Sınıflandırılması

Boyar maddeler farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Sınıflandırma çözünürlük, boyama, kimyasal özellikler gibi çeşitli özelliklerine göre kullanılabilir.

Çizelge 1.2. Boyar maddelerin sınıflandırılması (Çalışkan, 2007'den revize edilmiştir.)

Boyar Maddelerin Çözünürlüklerine Göre Sınıflandırılması	
Suda Çözünen Boyar Maddeler	Katyonik suda çözünen boyar maddeler Anyonik suda çözünen boyar maddeler Zwitter iyon karakterli boyar maddeler
Suda Çözünmeyen Boyar Maddeler	Organik çözücülerle çözünen boyar maddeler Geçici çözünürlüğü olan boyar maddeler Substratta çözünen boyar maddeler Polikondensasyon boyar maddeleri Elyaf içinde oluşturulan boyar maddeler Pigmentler
Boyama Özelliklerine Göre Sınıflandırılması Asit Boyar Maddeleri Bazik (Katyonik) Boyar Maddeler Direkt Boyar Maddeler (Substantif boyar maddeler) Reaktif Boyar Maddeler Metal-kompleks Boyar Maddeler Dispersiyon Boyar Maddeler Pigment Boyar Maddeler Küpe Boyar Maddeler Mordan Boyar Maddeler İnkişaf Boyar Maddeler	Kimyasal Yapılarına Göre Sınıflandırılması Aza (Barlas vd., 2002) Annulen Boyar Maddeleri Arimetin Boyar Maddeleri Azo Boyar Maddeleri Nitro ve Nitrozo Boyar Maddeleri Polimetin Boyar Maddeleri Karbonil Boyar Maddeleri Kükürt Boyar Maddeleri

1.7 Boyar Maddelerin Çevre ve İnsan Sağlığına Zararları

Özellikle tekstil endüstrisi olmak üzere endüstrinin birçok alanlarında ürünlerin renkli olması için kullanılan boyar maddelerin bir kısmı atık sulara geçmekte ve bu atık sular çevre kirliliği, insan sağlığı ve su yaşamı için tehlikeli olabilmektedir (Saygı, 2017). İnsan teni ile sürekli olarak etki halinde olan giysilerin üretiminde kullanılan farklı malzemeler özellikle bazı kimyasal ve boyar maddeler cilt hastalıklarına neden olmasına karşın bu malzemelerin alerjik ve kanserojen etkisi bulunmaktadır (Kütük, 2019). Ayrıca çeşitli mikrobiyolojik ve balık türleri üzerinde kanserojenik, mutajenik gibi farklı etkileri bulunur ve insanlarda üreme sistemi, karaciğer, böbrek, beyin, merkezi sinir sistemi gibi sistem ve organlarda ciddi hasarlara neden olabilirler. Boyar maddelerin kullanımı ile ilgili endişeler olmasına karşın atık su kaynaklarından boyar maddelerin uzaklaştırılması veya farklı işlemler üzerinde çalışmalar yapılması

hedeflenmiştir (Yagub vd., 2014). Bu boyar maddelerin hem endüstriyel atıklardan hem de doğal sulardan giderilmesi veya geri kazanımı için adsorpsiyon tekniklerinin kullanılması gerekmektedir.

1.8 Adsorpsiyonun Genel Özellikleri

Durağan olmayan fazda çözünmüş halde bulunan belirli maddelerin katı bir adsorban yüzeyine tutunmasına dayanan ve faz yüzeyinde görülen yüze tutunma olayına “adsorpsiyon” denir. Katı yüzeyinde absorplanan maddeye “adsorbat” , adsorplayan katıya ise “adsorban veya adsorbent” denir (Güneş, 2018). Bir katı yüzeyinde absorplanan madde sıvı, gaz ve sıvı formda çözünmüş bir bileşen olabilir (Giles vd., 1974). Adsorbanın bir gramında absorplanan madde miktarı; mol, kütle veya absorplananın gaz olması hacim olarak verilir. Adsorplanan madde miktarı için literatürde yaygın olarak x/m oranı kullanılmaktadır. m: adsorbanın kütlesini, x: bu kütlede adsorplanan maddenin molar miktarını, kütlesini veya gaz hacmini göstermektedir. Adsorpsiyon esnasında çözültideki madde miktarı, çözültinin yoğunluğuna bağlıdır. Gaz formunda adsorpsiyon esnasında ise basınca bağlıdır. Adsorbandaki madde katı formdadır.

1.9 Adsorpsiyon Teknikleri

Adsorpsiyon, adsorban ve adsorbat arasında dört tür çekim kuvveti vardır.

- a) Fiziksel Adsorpsiyon: Katı yüzey ile adsorbat molekülleri arasındaki Van der Waals kuvvetleri, hidrojen bağları, dipol-dipol etkileşimi vb. sonucu oluşan adsorpsiyondur (Yagub vd., 2014).
- b) Kimyasal Adsorpsiyon: Adsorbat ile katı yüzeyi arasındaki fonksiyonel grupların kimyasal etkileşiminin oluşmasıyla ilgilidir.
- c) Değişim (İyonik) Adsorpsiyonu: Elektriksel çekimin etkisiyle yüzeydeki yüklü alanlara iyonik özelliklere sahip adsorbatların tutunması ve birikmesiyle oluşan adsorpsiyondur.

d) Biyolojik Adsorpsiyon: Bu adsorpsiyon, bitkiler ve bakteriler gibi canlılar aracılığıyla yapılmakta olup son zamanlarda yeni bir yöntem olarak kullanılmaya başlanmıştır (Türk, 2017).

1.10 Adsorpsiyonu Etkileyen Faktörler

Adsorban Miktarı: Çözeltideki adsorban miktarı arttıkça absorplama yüzeyi artmaya başlar, daha sonra da dengeye ulaşır. Adsorbanın tanecikli, parçacıklı bir yapının sonucu olmasına rağmen geniş bir yüzey alanında olması gerekmektedir (Savcı, 2005).

pH: Çözeltide hidrojen ve hidroksit iyonları kuvvetli bir şekilde absorbe olmasına karşın asidik, bazik ve nötral bileşiğin adsorpsiyonu önemli derecede etkiler (Büyükbektaş, 2018).

Sıcaklık: Adsorbanın adsorpsiyon kapasitesini değiştirir. Sıcaklık arttıkça adsorbat moleküllerinin hareketliliği artar ve aktif bölgelerin sayısının artmasına neden olabilir (Yaşar, 2018).

Yüzey Alanı: Adsorpsiyon yüzeyde gerçekleşen bir süreçtir. Adsorbanın adsorpsiyon kapasitesi ile yüzey alanı doğru orantılıdır (Bozkurt, 2018).

Adsorbanın Tanecik Büyüklüğü: Adsorpsiyon hızını etkiler. Adsorbanın tanecik büyüklüğü küçüldükçe yüzey alanı artar ve adsorplanan miktar da artmaktadır (Bozkurt, 2018).

Karıştırılma Hızı: Çözeltinin karıştırılma hızına bağlı olarak adsorpsiyon hızı etkilenir. Karıştırılma hızının artırılmasıyla adsorbat ile adsorban arasındaki çekim kuvvetleri artmaktadır.

1.11 Adsorpsiyonun Kullanımı

Günümüzde adsorpsiyon işlemi etkili, ekonomik bir yöntem ve absorplama gücü yüksek olduğundan oldukça önemlidir (Tel vd., 2009; Cornell, 1993; Altun ve Kilisoğlu, 2003). Adsorpsiyon işlemi adsorbat ve adsorban arasındaki çekim kuvvetlerine veya

oluşturdukları sistemin özelliklerine bağlıdır. Genellikle çalışmalarda, absorban kullanımından sonra yeniden üretilebilir. Absorban üretmek için çeşitli maddeler, yöntemler ve alternatif ayırma işlemleri kullanılmaktadır (Yaşar, 2018). Adsorpsiyonun kullanıldığı işlemlerden bazıları şunlardır: Gaz karışımlarının ayrılması, renkli sıvıların boyalarının ayrıştırılması, suyun kalsiyum ve magnezyum iyonlarının ayrıştırılıp yumuşatılmasında kullanılabilir (Türk, 2017). Son zamanlarda adsorpsiyonda çeşitli maddeler kullanılmakta olup ekonomik yönden düşük ve absorplama gücü yüksek olan biyolojik özelliklerle ilgili olan maddeler daha çok kullanılmaktadır. Bunlar fındık kabuğu, fıstık kabuğu, talaş, tarımsal atıklar, mantar, maya, algler, kitin, yün gibi (Akkaya, 2007; Nigam vd., 2000; Perinead vd., 1983).

Bu tez çalışmasının amacı, bir tarım zararlısı olan *Polyphyla fullo* türünden kitin elde etmek ve elde edilen bu kitini 592 nm dalga boyunda Ultraviyole Görünür Bölge Spektrofotometre cihazı kullanarak boya gideriminde kullanılabilirliğini araştırmaktır.

BÖLÜM II

LİTERATÜR ÖZETİ

Son yıllarda dünya genelinde kitin ve kitosan üzerine çeşitli alanlarda çalışmalar yapılmaktadır. Geçmişten günümüze kadar bu çalışmalar giderek artmakta olup yeni kitin kaynaklarını keşfetmek üzerine yoğunlaştığı görülmektedir.

Kerevit kabuğu atığı bir kitin kaynağıdır (kuru bazda % 23,5). Kitin, bilimsel çalışmalarda yöntemlerle ve kendine özgü fizikokimyasal özelliklerinin araştırılmasıyla birlikte geliştirilmiştir. Kerevit kabuğu atığının parçalanıp öğütülmesi, kimyasal bileşim değişikliklerinin diferansiyel partikül büyüklüğü ile karşılaştırıldı. Proteinde önemli oranda artış ve kalsiyumda azalma gerçekleşmiştir (No, 1989).

Deasetilleştirilmiş kitinin türevi kitosan, faydalı ve ilginç bir biyoaktif polimerdir. Ticari olarak temin edilebilen ya da çeşitli reaksiyonları ve iyonik etkileşimler yoluyla elde edilebilen çok çeşitli yararlı türevlerin oluşmasını sağlayan kimyasal modifikasyon olanakları sunan birçok reaktif amino yan grubuna sahiptir. Kitin ve kitosan, çeşitli endüstriyel ve biyomedikal alanlardaki uygulamalara yönelik güncel araştırmalara bakıldığında oldukça çok yönlü ve ilgi çekici biyomalzemelerdir (Dutta vd., 2004).

Kitin, dünyadaki ikinci en önemli doğal polimerdir. Yararlanılan canlılar kabuklu deniz canlıları, karides ve yengeçlerdir. Bu çalışmanın amacı, polisakkarit olan kitinin teknolojiyle olan ilişkisini değerlendirmektir. Bunlar doğal katı halindeki morfolojisi, belirleme ve karakterizasyon yöntemleri ve kimyasal modifikasyonlar, ayrıca seçilen uygulamalar için kullanımı ve işlenmesindeki zorluklardır (Rinaudo, 2006).

Bolat vd., (2010), tarafından yapılan çalışmada, kitin ve kitosan elde etmek için ekonomik olarak değer biçilmemiş tatlı su yengeçleri (*Potamon potamios*, Olivier 1804) kullanılmıştır. Kitin ve kitosan, kimyasal yöntemlerle incelendi. Kitosan, demineralizasyon, deproteinizasyon, renk değiştirme (kitin) ve deasetilasyon (kitosan) ile ekstre edildi. Öğütülmüş kabuk, kaynatma, kurutma ve öğütmeden sonra % 60 oranında elde edildi. Yengeç kabuğunun kitosan verimi demineralizasyondan sonra

öğütülmüş yengeç kabuğundan % 4.65, verim % 34.32, deproteinizasyon (verim % 7.25), renk değiştirme (verim % 6.83) ve deasetilasyon işlemleriyle belirlenmiştir.

Liu vd., (2012), tarafından yapılan çalışmada böcek kitin, renk giderimi için % 1 potasyum permanganat çözeltisinin ardından, 1 M HCl ve 1 M NaOH ile muamele edilerek yetişkin *Holotrichia parallela*'dan izole edildi. Bu türden kitinin verimi % 15'tir. Bu böcek kitini, karideslerden elde edilen ticari kitin ile kızılötesi spektroskopi, X ışını kırınımı, taramalı elektron mikroskobu ve elementel analiz ile karşılaştırıldı. Her iki kitin de benzer kimyasal yapılar ve fizikokimyasal özellikler incelenmiştir. Yetişkin *H. parallela* bu nedenle umut verici bir alternatif kitin kaynağıdır.

Pek çok biyokimyacı, biyoyumlu, biyobozunur ve toksik olmayan kitosanın konvansiyonel farmasötiklerde potansiyel bir geniş uygulanabilirlik sağladığını keşfetmiştir. Bu araştırmada kitosan, kitinin deasetilasyonunu içeren karides atıklarının (kabuk) işlenmesiyle hazırlanan bir amino polisakkarittir. Özellikle, gecikmeli ve kontrollü ilaç dağıtım sistemlerinin tasarlanmasında, ilaç endüstrisi için uygun kitosanın sentezi üzerinde duruldu. Hem kitin hem de kitosan elde etmek için işlenen *Triops longicaudatus* ve *Triops cancriformis* örneklerinin dış iskeletinden yararlanıldı. Çalışmalarda, kitosan verimi % 35.49 olarak bulundu ve fizyokimyasal parametreleri için analiz edildi (Puvvada vd., 2012).

Son yıllarda, kitin kimyasının daha ilgi çekici olması ve deniz ürünleri endüstrisinden kitin içeren atık malzeme isteğinin artması, tarım endüstrisinde çok çeşitli uygulamalar için kitin içeren ürünlerin test edilmesine ve geliştirilmesine neden olmuştur. Bitki beslenmesi ve bitki büyümesi üzerindeki etkilere bakılarak, kitin kaynaklı ürünlerin bitki zararlıları ve patojenleri için toksik olduğu, bitki savunmasını tetiklediği ve yararlı mikropların büyümesini ve aktivitesini uyardığı gözlemlenmiştir. Bu çalışma, kitin bazlı ürünlerin bitki verimliliğini artırabildiğini ve bitki-mikrop etkileşimlerine odaklanan etki mekanizmalarının iyileştirebileceği iddiasıyla ilgili kanıtlarını gözden geçirmektedir (Sharp, 2013).

Kaya vd., (2014a), kitin toksik olmayan, çevre dostu, biyoyumluluk ve biyobozunurluk özelliklerine bağlı olarak kozmetik, eczane, tıp, biyomühendislik, tarım, tekstil ve çevre mühendisliği gibi alanlarda geniş bir kullanım alanına sahiptir. Ticari olarak kitin,

Crustacea'nın karides, yengeç ve kerevit gibi dış iskeletinin, yiyecek olarak tüketildikten sonra işlenmesinden elde edilir.

Kaya vd., (2014b), Insecta (*Melolontha melolontha*) ve Crustacea'ya (*Oniscus asellus*) ait iki türün kitin yapıları incelenmiştir. Her iki tür için kitin çalışmalarında aynı yöntemler uygulanmaktadır. İlk olarak, organizmalardaki minerallerin uzaklaştırılması için HCl kullanıldı ve daha sonra protein yapısı NaOH kullanılarak uzaklaştırıldı. Bu iki türden elde edilen kitinler, fizikokimyasal olarak karakterize edildi. Böcek ve kabuklulardan elde edilen kitinlerin fizikokimyasal özellikleri birbiriyle karşılaştırıldı. *M. melolontha* ve *O. asellus*'un kuru ağırlıkları için kitin içeriği sırasıyla % 13-14 ve % 6-7 olarak kaydedildi. Kitinlerin yüzey morfolojileri çevresel taramalı elektron mikroskopu ve nano lifler ile incelenmiş ve gözenek yapıları gözlenmiştir. *O. asellus*'un kitin nano lifleri birbirine yapışmışken, *M. melolontha*'nın nano lifleri yapışmadı. Öte yandan, gözenek sayısı, *M. melolontha*'daki kitinin içerisindeki *O. asellus*'un kitindeki miktardan çok daha yüksekti. Temel analiz sonuçlarına bakıldığında, *M. melolontha* kitin'in *O. asellus* kitinden daha saf olduğu bulundu. Bu nedenle, *M. melolontha*, kitin için *O. asellus*'tan daha ilgi çekici bir kaynak olarak kabul edilmiştir.

Hem karasal hem de deniz ortamında çeşitli bakteriler tarafından üretilen enzim kitinaz, çeşitli endüstriyel uygulamalara sahip olan kitinin parçalanması için kullanılır. Bu enzimlerin biyolojik uygulamaları gıda ve ilaç endüstrisinde kullanılmıştır. Hücre dışı bir kitinaz üreten kitini bozan bakteriler, karides gölet sedimentinden izole edildi ve *Vibrio alginolyticus* olarak tanımlandı (Vincy vd., 2014).

Kitosanın önemi giderek artmakta olup, benzersiz özelliklere sahip yeni bir biyolojik makromoleküldür. Kitosanın gıda katkı maddeleri, kozmetik, ilaç ve tarım vb. birçok alanlarda uygulama alanları vardır. Mantar, Gram-pozitif ve Gram-negatif bakteriler de dahil olmak üzere çok çeşitli patojenik ve bozulma mikroorganizmalarına karşı antimikrobiyal aktivitesi nedeniyle, gıda koruyucusu olmakla birlikte, boyaların giderilmesi, gıda endüstrisinde renk stabilizasyonu ve hayvansal yem katkı maddesi olarak kullanılır. Kitinin enzimatik deasetilasyonu, özellikle kontrollü ve iyi tanımlanmış bir işlem gerektiğinde, potansiyel olarak kullanılacak bir işlemdir. Araştırmalar sırasında, kitin deasetilaz üretimi için uygun mikroorganizmayı seçmek üzere mantar, bakteri ve maya gibi sayısız mikrop elde edildi. Çeşitli çalışmalar

arasında, SN-1'in, enzim aktivitelere dayalı olarak kitin deasetilaz üretimi için arzu edilen mikrop olduğu bulundu. Çalışmalar SN-1'in morfolojik ve gram boyama özelliklerine dayanarak bir maya olduğu bulundu (Kashyap ve Garg, 2014).

İslam vd., (2017), kitin ve deasetilasyon olan türevi kitosan, rastgele dağılmış β - (1-4) bağlı d-glukozamin (deasetile birim) ve N-asetil-d-glukozaminden (asetillenmiş birim) oluşan doğal polimerlerdir. Kitin ve kitosan gibi biyopolimerler, özellikle biyomedikal biliminde, çeşitli sektörlerde geniş bir uygulama sahalarına sahiptirler. Biyomedikal araştırmalardaki son gelişmeler, yara iyileştirici yöntemlerinde büyük bir umut vaat etmektedir. Kitin ve kitosan, bir tıbbi cihazda vücudun herhangi bir dokusunu, organını veya fonksiyonunu tedavi etmek, güçlendirmek veya değiştirmek için kullanılan biyouyumlu malzemeler olarak kabul edilir.

Kitin ve türevlerinin bir uygulama alanı da boyar maddelerin gideriminde kullanılmasıdır. Konu ile ilgili literatürlere genel olarak bakıldığında farklı kitin ve türevlerinin farklı oranlarda boyar maddeleri adsorpladığı görülmektedir.

Kitin ve kitosan günümüzde, atık ürünler ve kabuklu deniz ürünleri endüstrisinin ürünleri çok miktarda bulunmaktadır. Bu çalışmalara bakıldığında, gıda katkı maddeleri için taşıyıcı madde olarak potansiyelleri incelenmiştir. Kitin veya kitosan için 0.2-1.6 mg boya (FD&C Red No. 40) arasında değişen boya konsantrasyonu ile kitin veya kitosanın boya tutucu özelliği sayesinde belirli bir korelasyon sayısı bulunmuştur. pH'ın 7.0 aralığında kitinin boya tutucu özelliği sabittir. Kitosanın pH'ı 5.5'in altına düştüğünde, boya tutucu özelliği değerlendirilemedi, ancak boya tutucu özelliği pH'ın 7.0 ile 5.5 arasında sabit olduğu belirlenmiştir. pH'ı, 7.0'ın üzerinde boya tutucu özelliği, hem kitosan hem de kitin için azalmıştır (Knorr, 1983).

Boyalar önemli bir kirletici sınıfı olup, çıplak gözle bile bakıldığında görülebilir. Boyalar su kaynaklarında kullanılmamalıdır, çünkü boyalar için çeşitli arıtma tesisleri bulunmaktadır. Çeşitli yöntemler arasında adsorpsiyonun boya çıkarma özelliği sayesinde, verimli ve düşük maliyetli arıtma yöntemlerine bakıldığında talebin artması ve adsorpsiyonun önemi, düşük maliyetli alternatif adsorbanlara neden olmuştur. Bu çalışma doğal, endüstriyel ve aynı zamanda sentetik malzemeler, atıklar ve bunların

boyalarının çıkarılması için yöntemler kullanılarak, bu adsorbanlara bir bakış açısı sağlar (Gupta, 2009).

Szymczyk vd., (2015), bu çalışmada Reactive Black 5 boya adsorpsiyonunun kitin ve kitosan üzerine etkileri araştırıldı. Kitin ve kitosanın adsorpsiyon kapasitesi, adsorpsiyon işleminde optimum pH'ı ve reaksiyon denge süresi belirlenmiştir. Kitosan üzerine en yüksek boya adsorpsiyon etkinliğini sağlayan pH değeri pH 4'tür ama kitin üzerine en yüksek boya adsorpsiyon etkinliği pH 2'de belirlenmiştir, ancak reaktif boya içeren endüstriyel atık suyun pH değerinin, pH 3 ile pH 4 arasında değiştiği göz önüne alınarak, kitin ile yapılan diğer analizlere pH 3'te devam edildi. Boyanın denge konsantrasyonuna ulaşmak için gereken süre, kitin için 360 dakika ve kitosan için 72 saattir. Bu çalışma, kitosanın Reactive Black 5'in en etkili adsorbenti olduğunu göstermiştir. Reaktif boyanın maksimum adsorpsiyon kapasitesi, kitin için 131.56 mg/g dm ile karşılaştırıldığında 696.99 mg/g dm.'dir.

Tekstil atık suyunun boyadan uzaklaştırılması için, son on yılda büyük zorluklar olmuştur. Atık sudan boyaların uzaklaştırılmasında adsorpsiyonun etkinliği, diğer pahalı arıtma yöntemlerine göre ideal bir alternatif haline getirmiştir. Bu çalışma, kitinin tekstil atık suyundan boyanın uzaklaştırılması için olası kullanımını incelemektedir. Kitin, karides kabuğundan demineralizasyon, dezenfeksiyon ve renk gidermeyi içeren kimyasal bir işlemle hazırlandı. Hazırlanan kitin, FTIR spektral analizi ile belirlendi. Adsorban doz, pH gibi çeşitli durumların etkileri ve bu çalışma için temas süresinin etkisi üzerine çalışılmıştır. 25 mL çözelti için 1,5 g kitin kullanılarak, pH 5'te yaklaşık olarak % 96'ya ulaşıldı, burada temas süresi 60 dakikaydı. Bu çalışma tekstil atıksu arıtımı için uygun maliyetli ve çevre dostu bir boya çıkarma işlemi sağlar (Rahman ve Akter, 2016).

Boyalar suyun kirletici sınıflarındandır. Sadece çevre üzerinde değil insan sağlığı üzerinde de olumsuz etkileri vardır. Aslında, bu zararlı maddeleri içeren atık sular birçok işlemden geçirilmeyi gerektirir. Bu nedenle, alternatif yöntemler ve adsorpsiyon mekanizmaları gereklidir. Bu çalışmada, metilenin renk giderimini üzerine çalışılmıştır. Mavi (MB) ve metil portakal (MO), kitin ve kitosan graft poliakrilamid kullanılarak suda çözülebilir boyaların iki modelidir. Ayrıca, bu biyomakromoleküllerin uygulanabilirliği alternatif adsorpsiyon mekanizmaları olarak, yapışma olasılıkları ve

desorpsiyonları, kitin ve kitosan için boya konsantrasyonu, temas süresi, pH solüsyonu, adsorban dozu ve sıcaklık gibi deneysel parametreler incelenmiştir (Labidi vd., 2019).

Literatürdeki çalışmalara bakıldığında geçmişten günümüze kadar kitin ve türevi kitosan oldukça dikkat çekmektedir ve yeni kitin kaynaklarına ilgi artmaktadır.



BÖLÜM III

MATERYAL VE METOT

3.1 Materyal

Bu tez çalışmasında kullanılan *Polyphylla fullo* türü, Niğde merkezde bulunan Özbelde parkından Prof. Dr. Osman SEYYAR ve Doç. Dr. Yavuz SÜRME tarafından toplanmıştır.

3.1.1 Kullanılan cihazlar

Distile Su Cihazı: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünde bulunan Human marka RO 180 model cihazdan yararlanılmıştır.

Analitik Terazisi: 0,1 g, 0,001 g, 0,025 g, 0,05 g kitin tartılarak Shimadzu marka analitik terazi ile yapılmıştır.

Etüv: *Polyphylla fullo* türü yıkandıktan sonra kurutulması için 200°C sıcaklığa kadar ısıtılabilen Heraeus marka D-6540 model etüv kullanılmıştır.

Ultraviyole Görünür Bölge Spektrofotometresi: Tekstil boyası Lanaset Blue-2R, kitin ve distile su karışımının farklı konsantrasyonlardaki derişiminin tayini Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünde bulunan Shimadzu marka A 160 model UV-VIS Spektrofotometre ile yapılmıştır.

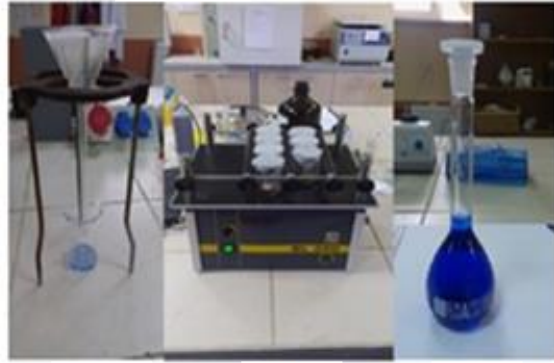
Karıştırıcı: Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya bölümünde bulunan SL 350 model cihaz kullanılmıştır. Çözeltiler kaç derecede karıştırılmak isteniliyorsa, cihazın düğmesinden ayarlanabilmektedir.

Bu cihazlardan başka laboratuvarıda; beher, havan, balon joje, plastik tüpler, otomatik pipet, cam süzgeç, süzgeç kağıdı, parafin, kurutma kağıdı vb. gibi malzemeler kullanılmıştır.



(a)

(b)



(c)

(d)

(e)

Şekil 3.1. Laboratuvarında kullanılan malzemeler; (a) analitik terazi, etüv (b), süzme düzeneği (c), karıştırıcı (d) ve balon joje (e)

3.2 Metot

Elde edilen bu türden aşağıdaki aşamalar yapılarak kitin eldesi gerçekleştirilmiştir.

1- *Polyphylla fullo* türü arazi çalışmasında toplandı. Türe ait bireyler distile suyla yıkanarak kurutma kağıdına konuldu.

2- 60°C'lik etüvde 2 saat kurutulup, havanda öğütüldü.

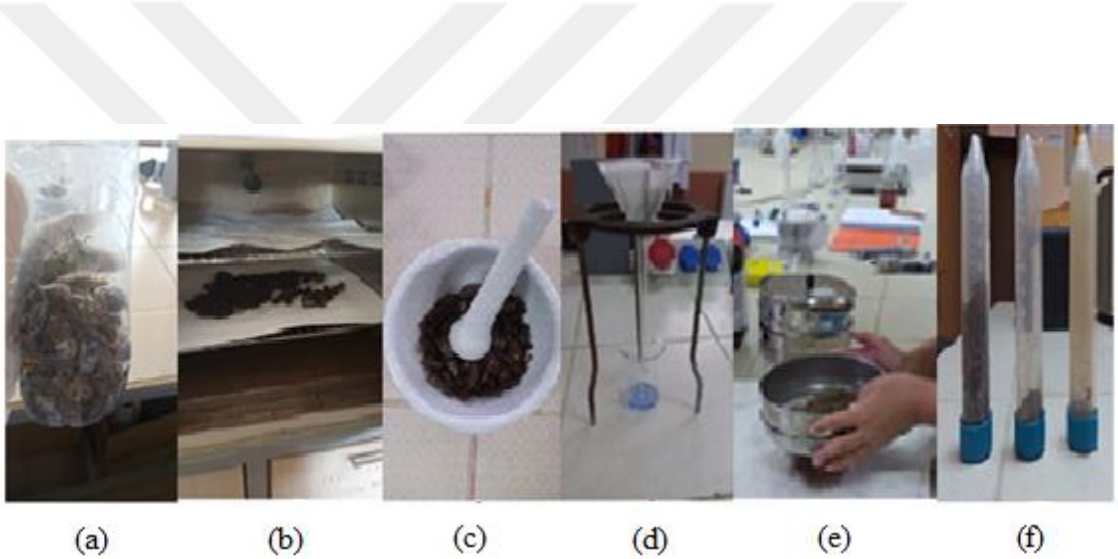
3- Öğütülen örnekler, 1 M HCl çözeltisi ile 2 saat karıştırılarak demineralizasyonu sağlandı.

4- Örnekler, HCl çözeltisinden çıkarılıp, yıkandı ve örneklerin yapılarında bulunan organik bileşiklerin uzaklaştırılması için % 96 etanol ile 2 saat karıştırıldı ve distile su ile yıkandı (Depigmentasyon).

5- Yıkanılan örnekler 1 M NaOH çözeltisi ile 4 saat karıştırılıp deproteinizasyonu yapıldı. Daha sonra % 1 asetik asit (aseton) çözeltisi ile yıkandı ve kurumaya bırakıldı.

6- Kurutulan örnekler, süzgeçten geçirilerek tanecik boyutuna göre ayrıldı ve plastik küçük tüplere konularak kitin elde edildi.

7- Elde edilen kitin laboratuvar deneylerinde kullanıldı.



Şekil 3.2. Laboratuvar çalışmaları; (a) toplanmış ergin bireyler, örneklerin etüvde kurutulması (b), örneklerin havana alınması (c), örneklerin sırasıyla HCl, % 96 etanol, 1 M NaOH çözeltisiyle karıştırılması (d), süzgeçten geçirilme işlemi (e) ve örneklerin tüplere konulması (f)

3.3 Kitin ile Lanaset Blue-2R Boyasının Sulu Ortamdan Giderilme Yöntemi

Elde edilen kitinin sulu ortamda bulunan azo boyar maddesi Lanaset Blue-2R'yi gidermek amacıyla kullanılabileceğini göstermek amacıyla model boya çözeltileri hazırlanmıştır.

Bu amaçla 100 mL'lik balon jöjelere boyar madde derişimleri 1,0 µg/mL ile 10,0 µg/mL aralığında olan çözeltiler hazırlandı ve tampon çözeltiler yardımıyla, hazırlanan bu çözeltilerin pH değerleri istenilen pH'a ayarlandı. Bu şekilde hazırlanan çözeltiler içerisinde analitik terazi ile tartılmış belirli miktarda kitin bulunan 250 mL'lik beherlere aktarılarak, manyetik karıştırıcı ile oda sıcaklığında 250 rpm karıştırma hızında karıştırılıp 1 saat boyunca dengeye gelmesi beklendi. Daha sonra beherde bulunan kitin süzgeç kâğıdı ile çözeltilerden ayrıldı. Çözeltilerde kalan boya derişimi ultraviyole-görünür bölge spektrometresi ile tayin edilerek aşağıdaki eşitlik uyarınca çözeltiden uzaklaştırılan boyar maddenin yüzdesi hesaplandı.

$$E(\%) = \frac{c_0 - c_t}{c_0} \times 100$$

Burada c_0 ve c_t sırasıyla sulu ortamda başlangıçta ve t anında belirlenen boyar madde derişimi, E (%) ise kullanılan adsorbanın adsorpsiyon etkinliğidir.

Yukarıda anlatılan temel yöntemle ilgili olarak bir defada yalnızca bir değişken değiştirme yöntemiyle, çözelti pH'ı, adsorban miktarı, temas süresi, boyar madde derişimi ve yabancı iyonların varlığında boyar maddenin sulu ortamdan giderilebileceği en uygun şartlar belirlenmiştir.

Polyphylla fullo türünden elde edilen kitin çözeltilerde kullanılarak, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü laboratuvarında Ultraviyole Görünür Bölge Spektrofotometre cihazıyla 592 nm dalga boyunda analiz edildi.



Şekil 3.3. Ultraviyole görünür bölge spektrofotometre cihazı

BÖLÜM IV

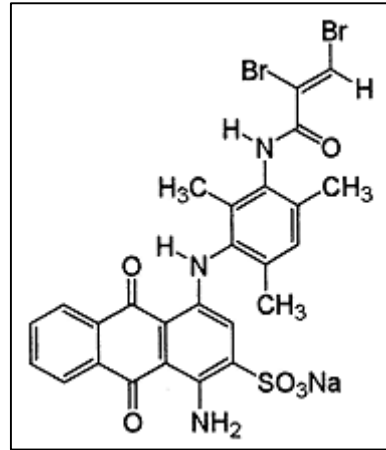
BULGULAR VE SONUÇ

Tekstil boyası Lanaset Blue-2R'yi laboratuvarında kullanmak için, Lanaset Blue-2R'nin 100 ppm'lik stok çözeltisi, 1000 ppm'lik boya çözeltisinden 10 mL otomatik pipetle alınarak distile su ile bir balon jöje içerisinde 100 mL'ye tamamlanmak suretiyle elde edildi.

4.1 Lanaset Blue-2R Tekstil Boyasının Sulu Ortamdan Giderilme Basamakları

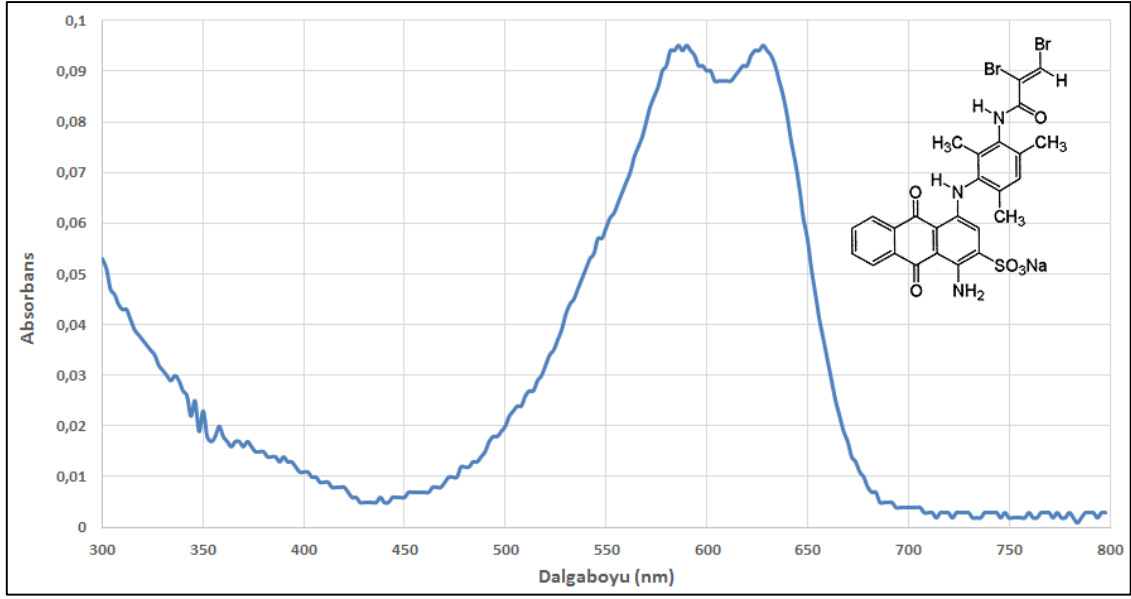
4.1.1 Lanaset Blue-2R boyar maddesinin kimyasal yapısı ve ultraviyole görünür bölge spektrumu

Sulu ortamdan uzaklaştırılmak istenen Lanaset Blue-2R maddesinin kimyasal yapısı Şekil 4.1.'de, hangi dalga boyunda maksimum absorbanans verdiğini belirlemek için yapılan UV-Vis. spektrumu da Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin kimyasal yapısı

Şekil 4.1.'de görüldüğü gibi Lanaset Blue-2R boyar maddesi yapısında azot ve oksijen içeren grupları barındırmaktadır.

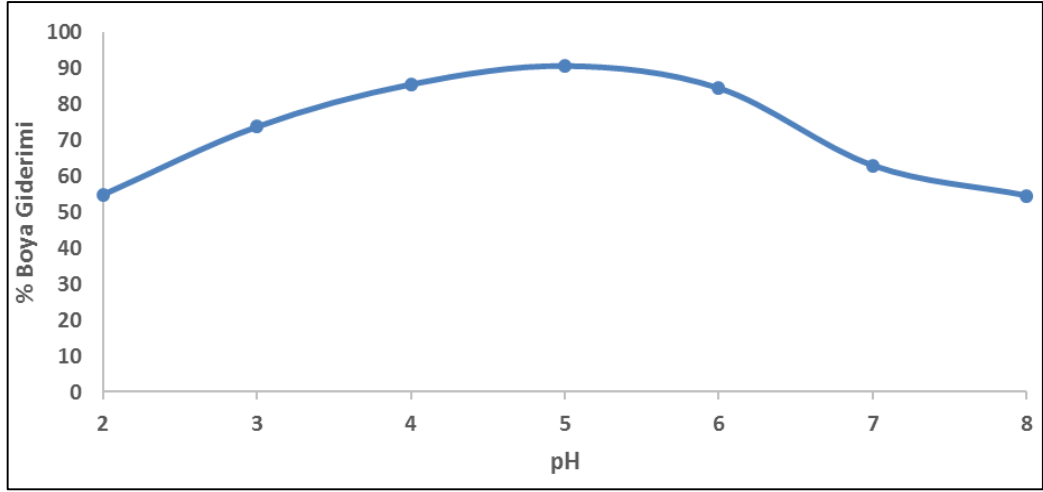


Şekil 4.2. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin ultraviyole görünür bölge spektrumu

Lanaset Blue-2R boyar maddesinin UV-Vis. piki incelendiğinde 592 ve 630 nm dalga boylarında gözlemlenen piklerin, en yüksek absorban değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu değerler, ilgili Lanaset Blue-2R boyasına ait absorban değerleridir ve boya tayini için yapılan tüm ultraviyole ölçümleri bu dalga boyunda (592 nm) gerçekleştirilmiştir.

4.1.2 Lanaset Blue-2R boyasının giderilmesinde çözelti pH'nın etkisi

Beherlerde bulunan 100 ppm'lik Lanaset Blue-2R boya moleküllerinin sulu ortamdan giderilmesine, çözelti pH'nın etkisini incelemek için tampon çözeltilerle çeşitli pH'larda (2-8) boyar madde çözeltileri hazırlanmış ve içerisinde 0,1000 g kitin olan beherlere doldurulmuştur. Boya çözeltilerinin başlangıç ve denge derişimleri UV-Visible spektrofotometresi ile belirlenerek, % uzaklaştırma değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.3.'te verilmiştir.

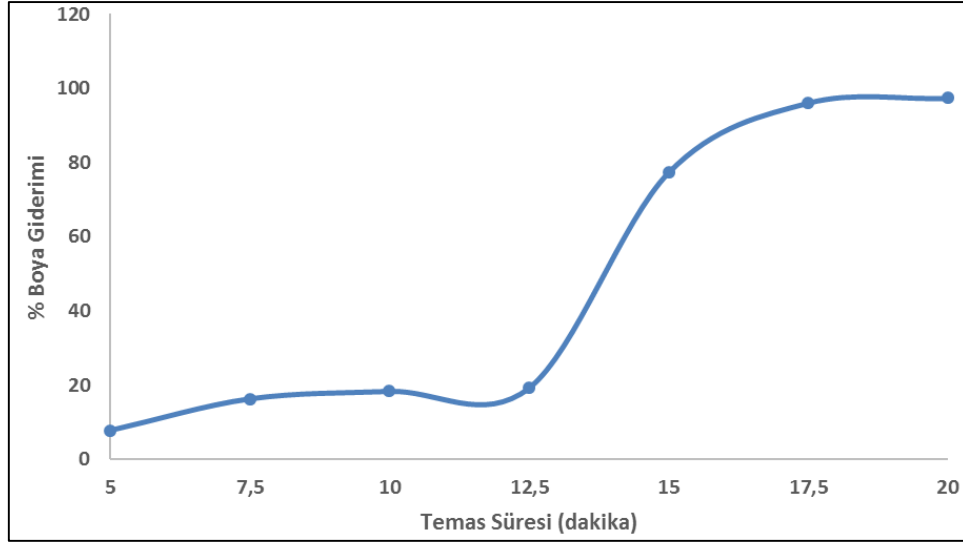


Şekil 4.3. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin giderilmesinde çözelti pH'nın etkisi

Şekil 4.3.'te görüldüğü gibi pH'ı 4 ile 6 arasında Lanaset Blue-2R boyar maddesinin sulu ortamdan kantitatif olarak uzaklaştırılabildiği görülmektedir. En yüksek uzaklaştırma değeri pH 5'te elde edilmiştir ve optimum pH değeri olarak bu değer seçilmiştir. Bu sonuçlardan elde edilen veriler sonucunda, sonraki çalışmalar çözelti pH'ı 5'e ayarlanarak gerçekleştirilmiştir.

4.1.3 Lanaset Blue-2R boyasının giderilmesinde denge zamanının etkisi

100 ppm'lik Lanaset Blue-2R boya moleküllerinin sulu ortamdan giderilmesine, denge zamanının etkisini incelemek için tampon çözeltilerle pH 5'e ayarlanan boyar madde çözeltileri hazırlanmış ve içerisinde 0,1000 g kitin olan beherlere doldurulmuştur. 5 ile 25 dakika aralığında mekanik olarak karıştırılan çözeltilerin, çözeltilerinin başlangıç ve denge derişimleri UV-Visible spektrofotometresi ile belirlenerek, % uzaklaştırma değerleri hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4.4.'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin giderilmesinde denge zamanının etkisi

Şekil 4.4. incelendiğinde 15 dakika temas süresinden sonra Lanaset Blue-2R boyasının % giderilme değerleri artmaya başlamış ve 17,5 dakika sonunda % 95 üzerine çıkmıştır. Bu nedenle, 20 dakika bekleme süresi optimum değer olarak kabul edilmiş ve sonraki çalışmalarda bu değer kullanılmıştır.

4.1.4 Lanaset Blue-2R boyasının giderilmesinde bozucu iyonların etkisi

100 ppm'lik Lanaset Blue-2R boya moleküllerinin sulu ortamdan giderilmesine, olası bozucu iyonların etkisini incelemek için tampon çözeltilerle pH 5'e ayarlanan boyar madde çözeltileri hazırlanmış ve içerisinde 0,1000 g kitin olan beherlere doldurulmuştur. Değişik derişimlerde yabancı iyonlar eklendikten sonra, 20 dakika mekanik olarak karıştırılan çözeltilerin, başlangıç ve denge derişimleri UV-Visible spektrofotometresi ile belirlenerek, % uzaklaştırma değerleri hesaplanmış ve elde edilen Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

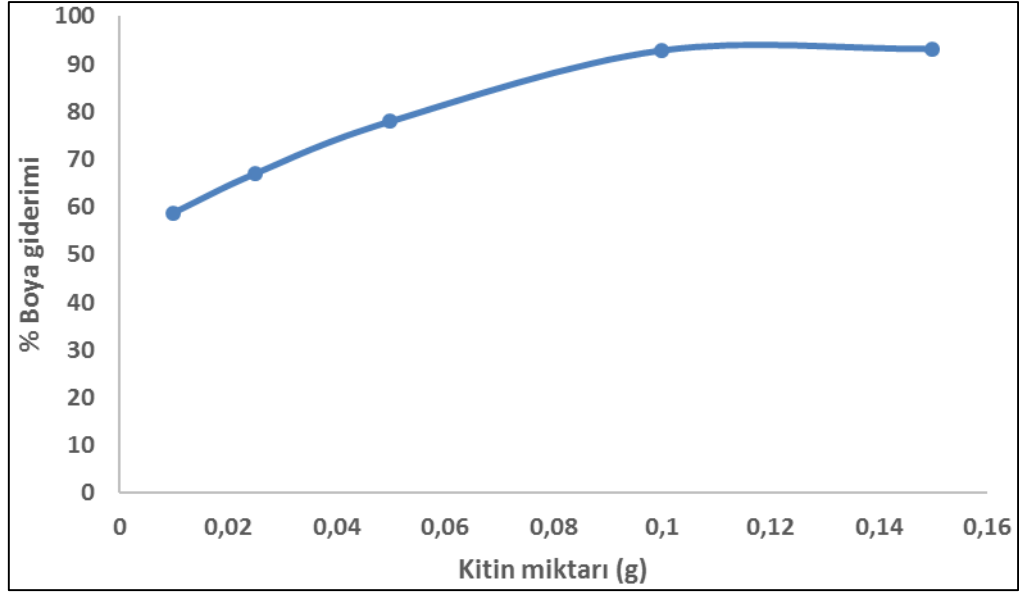
Çizelge 4.1. Yabancı iyonların Lanaset Blue-2R giderimi üzerine etkisi

İyon	Eklenen tür	Derişim ($\mu\text{g/mL}$)	% Boya Giderimi
Na^+	NaNO_3	1000	96,1
K^+	KNO_3	1000	95,8
Ca^{+2}	CaCl_2	100	94,6
Cl^-	NaCl	1000	95,2
NO^{-3}	NaNO_3	250	92,7
SO_4^{-2}	Na_2SO_4	250	91,9

Çizelge 4.1.'de görüldüğü gibi tüm % uzaklaştırma değerleri, % 90 ve üzerinde olmuştur. Bu durum, yabancı iyonların boya giderimi üzerine belirgin bir etkisi olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

4.1.5 Lanaset Blue-2R boyasının giderilmesinde kitin miktarının etkisi

Lanaset Blue-2R boya moleküllerinin sulu ortamdan giderilmesinde, kitin miktarının etkisini incelemek için tampon çözeltilerle, pH 5'e ayarlanan boyar madde çözeltileri hazırlanmış ve içerisinde 0,010-0,1500 g aralığında kitin eklenerek, 20 dakika mekanik olarak karıştırılan çözeltilerin başlangıç ve denge derişimleri UV-Visible spektrofotometresi ile belirlenerek, % uzaklaştırma değerleri hesaplanmış ve elde edilen Şekil 4.5.'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Lanaset Blue-2R boyar maddesinin giderilmesinde kitin miktarının etkisi

Şekil 4.5'te açıkça görüldüğü gibi, 0,1000 g kitin eklendiğinde, % giderim değerleri % 93 üzerinde olmuştur ve daha yüksek madde miktarlarında fazla bir değişim olmamıştır. Bu nedenle 0,1000 g kitin optimum değer olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, Haziran Böceği olarak bilinen ve etkili bir tarım zararlısı olan *Polyphylla fullo* türünün erginlerinden başarılı bir şekilde kitin elde edilmiştir ve bu kitinin boyar madde gideriminde kullanılabilirliği denenmiştir. Ultraviyole Görünür Bölge Spektrofotometre cihazı kullanılarak kitinin laboratuvarındaki deneylerde, pH 5'te etkili olduğu, 592 nm dalga boyunda daha iyi analiz edildiği, temas süresinin en etkili 20 dakika da olduğu, Lanaset Blue-2R boyar maddesinin kullanımı, 0,1000 g kitinin optimum değer olduğu ve yabancı iyonların, boyar madde giderimi üzerine bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Kitinin boya gideriminde kullanılabilirliği ile ilgili çalışmalara bakıldığında etkili bir boya tutucu olduğu görülmektedir.

KAYNAKLAR

Altun, G. and Kilisođu, A., “Adsorption behaviour of cesium on montmorillonite-type clay in the presence of potassium ions”, *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 258(3), 605-611, 2003.

Akkaya, G., Sulu özeltiden Kitin Ve Kitin Türevleri İle Bazı Toksik Boyarmaddelerin Adsorpsiyonunun Kinetik Ve Termodinamik Olarak İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Diyarbakır, s. 1, 2007.

Aydemir, M., Haziran Böceği, *Polyphylla* spp., *Zirai Mücadele Teknik Talimatları*, 171-172, Cilt 4, 388, Ankara, 2008.

Aydemir, M., *Zirai Mücadele Teknik Talimatları*, Cilt 4, Ankara, 2008a.

Aranaz, I., Mengibar, M., Harris, R., Panos, I., Miralles, B., Acosta, N., Galed, G. and Heras, A., “Functional Characterization of Chitin and Chitosan”, *Current Chemical Biology* 3, 203-230, 2009.

Asan, C., *Polyphylla fullo* (Coleoptera: Scarabaeidae) Ve *Curculio Elephas* (Coleoptera: Curculionidae) Larvaları İle Mücadelede Entomopatojen Nematod Ve Fungusların Etkinliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Aydın, s. 12, 2014.

Akköz, Y., Aktive Edilmiş Biyoadsorbanlar İle Sulu özeltilerden Boyar Madde Adsorpsiyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yozgat, s. 5-9, 2018.

Barlas, M., Denli, Ö., Gönül, N., Hasçıçek, C., Özdamar, Ş., Cedden, F. and Elhan, A., “The Effect of Continuous Release of Methylene Blue from a Drug Delivery System on

the Intestines: An Experimental Study in Chick Embryo Gastroschisis Model”, *Journal of Ankara Medical School* 24(4), 159-164, 2002.

Bolat, Y., Bilgin, Ş., Günlü, A., Izci, L., Koca, S. B., Çetinkaya, S. and Koca, H. U., “Chitin-chitosan yield of freshwater crab (*Potamon potamios*, Olivier 1804) shell”, *Pakistan Veterinary Journal* 30(4), 31-227, 2010.

Bozkurt, K., Halloysit İle Atık Sulardan Reaktif Yellow 145 Boyar Maddesinin Uzaklaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum, s. 3, 19-20, 2018.

Büyükbektaş, A., Kompozit Hidrojeller İle Sulu Çözeltilerden Boyar Madde Uzaklaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, *Yozgat Bozok Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yozgat, s. 15, 2018.

Cornell, R. M., *Journal of Radionalytical and Nuclear Chemistry, Articles*, 171:483, 1993.

Çanakçıoğlu, H., “Böceklerin Toplanma-Preperasyon-Muhafaza ve Teşhisi”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*:3768/422, İstanbul, XII, 1993.

Çalışkan, H., Bazı Boyarmaddelerin Sporopollenin Esaslı Katı Faz Üzerindeki Adsorpsiyon Davranışlarına Ortam pH’sının Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, s. 1, 6-7, 2007.

Çoban, Ü. D., *Polyphylla fullo* L. (Coleoptera: Scarabaeidae)’nun Mücadelesinde Entomopotojen Nematodların Kullanım Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Çanakkale, s. 2, 3-4, 2018.

Dutta, P. K., Dutta, J. and Tripathi, V., “Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications”, *Journal of Scientific and Industrial Research* 63, 20-31, 2004.

Demir, Z., *Aculepeira ceropegia* (Walckenaer, 1802) (Araneae: Araneidae) Türünde Kitin Ve Kitosan İzolasyonu Ve Fizikokimyasal Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi,

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Niğde, s. 1, 2, 3, 4-6, 2017.

Giles, C. H., Smith, D. and Huitson, A., “A general treatment and classification of the solute adsorption isotherm. I. Theoretical”, *Journal of colloid and interface science* 47(3), 755-765, 1974.

Gupta, V. K., “Application of low-cost adsorbents for dye removal—a review”, *Journal of environmental management* 90(8), 2313-2342, 2009.

Grande, G. A., “Treatment of wastewater from textile dyeing by ozonization”, 2015.

Güzel, M., Mardin-Derik Kili Üzerine Bazı Tekstil Boyar Maddelerinin Adsorpsiyon Denge Çalışmaları, Yüksek Lisans Tezi, *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Van, s. 3-4, 2018.

Güneş, Ş., Fonksiyonel Polimerlerle Sezyum İyonu Adsorpsiyonunun İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, İstanbul, s. 1, 2-3, 2018.

Hassainia, A., Satha, H. and Boufi, S., “Chitin from *Agaricus bisporus*: Extraction and characterization”, *International Journal of Biological Macromolecules*, BIOMAC-8652, 2017.

İmamoğlu, Ö., “Biyokontrolde doğal ürünlerin kullanılması; Kitosan”, *Turkish Bulletin of Hygiene & Experimental Biology/Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji* 219, 2011.

İslam, S., Rahman Bhuiyan, M. A. and Islam, M. N., “Chitin and Chitosan: Structure, Properties and applications in Biomedical Engineering”, *Journal of Polymers and the Environment* 25, 854-866, 2017.

Knorr, D., “Dye binding properties of chitin and chitosan”, *Journal of Food Science* 48(1), 36-37, 1983.

Kashyap, S. R. and Garg, N., “Research Article Isolation, Production, Quantitative assay and Optimization of Chitin deacetylase from Yeast”, *Scholars Academic Journal of Biosciences* 2(1), 43-47, 2014.

Kaya, M., Seyyar, O., Baran, T., Erdoğan, S. and Kar, M., “A physicochemical characterization of fully acetylated chitin structure isolated from two spider species: With new surface morphology”, *International Journal of Biological Macromolecules* 65, 553-558, 2014.

Kaya, M., Seyyar, O., Baran, T. and Turkes, T. “Bat guano as new and attractive chitin and chitosan source”, *Frontiers in Zoology* 11(1), 59, 2014a.

Kaya, M., Baublys, V., Can, E., Satkauskiene, I., Bitim, B., Tubelyte, V. and Baran, T., “Comparison of physicochemical properties of chitins isolated from an insect (*Melolontha melolontha*) and a crustacean species (*Oniscus asellus*)”, *Zoomorphology* 133, 285-293, 2014b.

Kılıç, A., Kayısı Çekirdeği Ve Badem Kabuğu Karışımından Aktif Karbon Üretimi Ve Sulu Ortamlardan Boyar Madde Giderimi, Yüksek Lisans Tezi, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Elazığ, s. 19-25, 2018.

Kütük, E., Fındık Kabuğundan Doğal Toz Boyar Madde Elde Edilmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Düzce, s. 1, 2-3, 2019.

Lonhienne, T., Mavromatis, K., Vorgias, C. E., Buchon, L., Gerday, C. and Bouriotis, V., “Cloning, sequences, and characterization of two *chitinase* genes from the antarctic *Arthrobacter* sp. strain TAD20: isolation and partial characterization of the enzymes”, *J Bacteriol* 183, 1773-1779, 2001.

Liu, S., Sun, J., Yu, L., Zhang, C., Bi, J., Zhu, F., Qu, M., Jiang, C. and Yang, Q., “Extraction and characterization of chitin from the beetle *Holotrichia parallela* Motschulsky”, *Molecules* 17, 4604-4611, 2012.

Labidi, A., Salaberria, A. M., Fernandes, S., Labidi, J. and Abderrabba, M., ‘‘Functional Chitosan Derivative and Chitin as Decolorization Materials for Methylene Blue and Methyl Orange from Aqueous Solution’’, *Materials* 12(3), 361, 2019.

No, H. K., Meyers, S. P. and Lee, K. S., ‘‘Isolation and characterization of chitin from crawfish shell waste’’, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 37(3), 575-579, 1989.

Nigam, P., Armour, G., Banat, I. M., Singh, D. and Marchant, R., *Bioresource Technology* 26, 72-219, 2000.

Özel, H., Kabuklu Deniz Ürünleri Atıklarından Endüstriyel Ölçekte Kitin-Kitosan Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, s. 5-6, 2013.

Özel, N., Şapkalı Mantarlardan Biyolojik Yöntemlerle Kitin Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, s. 1-2, 2018.

Perinead, F., Molinier, J. and Gaset, A., *Water Research* 17, 117-159, 1983.

Puvvada, Y. S., Vankayalapati, S. and Sukhvasi, S., ‘‘Extraction of chitin from chitosan from exoskeleton of shrimp for application in the pharmaceutical industry’’, *International Current Pharmaceutical Journal* 1(9), 258-263, 2012.

Rinaudo, M., ‘‘Chitin and chitosan: Properties and applications’’, *Progress in Polymer Science* 31, 603-632, 2006.

Rahman, F. B. A. and Akter, M., ‘‘Removal of dyes from textile wastewater by adsorption using shrimp shell’’, *International Journal of Waste Resources* 6, 244, 2016.

Savcı, S., Basic blue 41 boyar maddesinin canlı ve inaktif sucul bitki *Myriophyllum spicatum* tarafından adsorplanabilirliğinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 2005.

Sharp, R., “A review of the applications of chitin and its derivatives in agriculture to modify plant-microbial interactions and improve crop yields”, *Agronomy* 3(4), 757-793, 2013.

Szymczyk, P., Filipkowska, U., Józwiak, T. and Kuczajowska-Zadrożna, M., “The use of chitin and chitosan for the removal of Reactive Black 5 dye”, *Progress on Chemistry and Application of Chitin and its Derivaties* 20, 260-272, 2015.

Saygı, S., Kil Katkılı Poli (Hıpe) Adsorban Üzerinde Metil Moru Boyar Maddesinin Adsorpsiyonu: Kinetik, İzoterm Ve Termodinamik İncelemeler, Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, s. 8, 9, 11, 18-19, 2017.

Seyyar, F., *Phalangium opilio* Linnaeus, 1758 (Opiliones) Türünden Kitin Eldesi Ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, s. 1, 2-3, 2018.

Şentürk, Ö. F., Alaşehir Ve Sarıgöl (Manisa) Bağ Alanlarında Bulunan *Polyphylla fullo* (Linnaeus) (Coleoptera: Scarabaeidae: Melolonthinae) Türünün Mevsimsel Aktivitesi Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa, s. 8, 10, 11-12, 2018.

Tunçbilek, C., Ankara Orman Fidanlığında Zarar Yapan Böcekler, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Türkiye, 1996.

Tel, H., Altaş, Y., Eraf, M., Sert, Ş., Çetinkaya, B. ve İnan S., “Sol-Jel Yöntemi ile Sentezlenmiş Zirkonyum Bazlı karışık oksit küreciklerinin nükleer atık yönteminde kullanılabilirliği”, *X. Ulusal Nükleer Bilimler ve Teknolojileri Kongresi*, Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü 35100, Bornova-İzmir, s. 493-502, 6-9 Ekim, 2009.

Tang, W. J., Fernandez, J. G., Sohn, J. J. and Amemiya, C. T., “Chitin is endogenously produced in vertebrates”, *Current Biology* 25, 897-900, 2015.

Türk, Ö., Azure A'nın Doğal Ve Modifiye Vermikülit Üzerine Adsorpsiyonu, Yüksek Lisans Tezi, **Bingöl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bingöl, s. 10-11, 2017.

URL-1, <http://article.sciencepublishinggroup.com/journal/356/3560971/image001.jpg>, 05.06.2019

URL-2, www8.plala.or.jp/eimon2/Polyphylla_fullo.jpg, 21.06.2019

URL-3, <https://almondurk.blogspot.com/2014/09/manas-dip-kurdu-polyphylla-fullo-badem.html>, 19.05.2019

Vaaje-Kolstad, G., Horn, S. J., van Aalten, D. M. F., Synstad, B. and Eijsink, V. G. H., “The non-catalytic chitin-binding protein Cbp21 from *Serratia marcescens* is essential for chitin degradation”, **J Biol Chem** 31, 28492-28497, 2005.

Vincy, V., Vinu, S. M., Viveka, S., Mary, V. T. and Jasmin, B. R. J., “Isolation and characterization of chitinase from bacteria of shrimp pond”, **European Journal of Experimental Biology** 4(3), 78-82, 2014.

Yakupoğlu, M., *Helicoverpa armigera*'dan İzole Edilen *Serratia Marcescens* Bakterisine Ait Kitinaz A, B Ve C Genlerinin Klonlanması, Karakterizasyonu, Ekspresyonu Ve Enzim Aktivitelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, s. 5, 2009.

Yagub, M. T., Sen, T. K., Afroze, S. and Ang, H. M., “Dye and its removal from aqueous solution by adsorption: a review”, **Advances in colloid and interface science** 209, 172-184, 2014.

Yamaç, D., Tekstil Boyar Maddesinin Sulu Çözeltilerinden Elektrokimyasal Yöntemler İle Giderimi, Yüksek Lisans Tezi, **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Eskişehir, 2016.

Yaşar, Ö. D., Metal Kaplama Atıksuyundan Elektrokoagülasyon Flokları, Klinoptilolit Ve Kaolin Kullanarak Nikel (II) İyonlarının Giderimi, Yüksek Lisans Tezi, ***Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Samsun, s. 20, 23, 25-28, 2018.

Zhang, M. and Haga, A., “Structure of insect chitin isolated from beetle larva cuticle and silkworm (*Bombyx mori*) pupa exuvia”, ***International Journal of Biological Macromolecules*** 27, 99-105, 2000.



ÖZ GEÇMİŞ

Gamze KUŞCU, 12.02.1991 yılında Adana’da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana ili Seyhan ilçesinde tamamladı. Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü’nden 2016 yılının Haziran ayında mezun oldu. 2016 yılının Eylül ayında başladığı Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine devam etmektedir.



