

**PAMUKLU ÖRME KUMAŞLARA DOĞAL
BOYALARLA BOYAMA YOLUYLA TEK
ADIMDA RENK, UV KORUYUCULUK VE
ANTİBAKTERİYELLİK KAZANDIRILMASI**

Kaya KARABULUT
Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Rıza ATAV

2015

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**PAMUKLU ÖRME KUMAŞLARA DOĞAL BOYALARLA BOYAMA
YOLUYLA TEK ADIMDA RENK, UV KORUYUCULUK VE
ANTİBAKTERİYELLİK KAZANDIRILMASI**

Kaya KARABULUT

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: DOÇ. DR. RIZA ATAV

TEKİRDAĞ-2015

Her hakkı saklıdır

Doç. Dr. Rıza ATAV danışmanlığında, Kaya KARABULUT tarafından hazırlanan “Pamuklu Örme Kumaşlara Doğal Boyalarla Boyama Yoluyla Tek Adımda Renk, UV Koruyuculuk ve Antibakteriyellik Kazandırılması” isimli bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Juri Başkanı : Prof.Dr. H. Ziya ÖZEK

İmza :

Üye : Doç. Dr. Rıza ATAV

İmza :

Üye : Doç.Dr. Onur BALCI

İmza :

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu adına

Prof. Dr. Fatih KONUKCU
Enstitü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PAMUKLU ÖRME KUMAŞLARA DOĞAL BOYALARLA BOYAMA YOLUYLA TEK ADIMDA RENK, UV KORUYUCULUK VE ANTİBAKTERİYELLİK KAZANDIRILMASI

Kaya KARABULUT

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Rıza ATAV

Sentetik boyaların üretiminde kullanılan bazı kimyasal bileşiklerin kanserojen, mutajen ve alerjik olduğu saptanmış olduğundan, günümüzde “çevre-dostu tekstiller” konsepti giderek artan bir öneme kazanmaktadır. Toksik olmayan, kolay ve güvenli bir şekilde elde edilebilen doğal boyaların bu bağlamda sentetik boyalara karşı iyi bir alternatif olabileceği söylenebilir. Bu tez projesi kapsamında öncelikle 40 farklı bitki ile pamuklu kumaşlar mordansız olarak boyanmış ve mordan kullanılmadan da yeterli haslık eldesi sağlayan bitkiler tespit edilmiştir. Bitkilerdeki renk veren etken maddelerin kimyasal yapıları incelendiğinde aslında bazı doğal boyaların mordan kullanılmadan da liflere sağlam bir şekilde bağlanabileceği anlaşılmaktadır. Ayrıca çevre açısından sakınca yaratmayan potasyum alüminyum sülfatın mordan olarak kullanılması durumunda elde edilecek renk ve haslıkların nasıl değiştiği de incelenmiştir. Bunun ötesinde son yıllarda üzerinde çalışılan bir konu olan tanen esaslı bitkilerin biyomordan olarak kullanımı da bu tez kapsamında denenmiştir. Öte yandan doğal boyaların yün lifleri üzerinde oldukça iyi sonuçlar verdiği dikkate alınarak pamuk liflerine bir ön işlem uygulanarak liflere katyonik gruplar kazandırılabilirse liflerin birçok doğal boyayla boyanabilirliğinin geliştirilebileceği düşünülmüştür. Bu amaçla tez kapsamında pamuk liflerine kitosan ile ön işlem uygulanarak, liflerin katyonikleştirilmesi ve doğal boyalarla boyanabilirliğinin geliştirilmesi de araştırılmıştır. Son olarak bazı bitkilerin pamuklu kumaşlara UV koruyuculuk ve antibakteriyellik gibi ek fonksiyonellikler kazandırıp kazandırmadığı incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Pamuk, doğal boya, çevre-dostu, kitosan, UV koruyucu, antibakteriyel

2015, 69 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

GIVING COLOR, UV PROTECTION AND ANTIBACTERIAL ACTIVITY IN A SINGLE STEP TO KNITTED COTTON FABRICS VIA DYEING WITH NATURAL DYES

Kaya KARABULUT

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Textile Engineering

Supervisor: Assoc.Prof.Dr. Rıza ATAV

As the certain chemical compounds used in synthetic dyes have been found to be carcinogenic, mutagenic and allergic, the concept of “eco-friendly textiles” is gaining momentum in the present area of ecological concern. Within this context, it can be said that natural dyes, which are non-toxic and can be obtained easily and safely, are a good alternative to synthetic dyes. In the content of this thesis, primarily, cotton fabrics were dyed without mordant with 40 different plants and plants that maintain sufficient fastness without the use of mordant were determined. When the chemical structure of active substances providing color in the plants is observed, actually, it is understood that some natural dyes could bind to the fibers strongly without the use of mordant. In addition, it was investigated that how the color and fastness will be changed in case of ecologically convenient potassium aluminum sulfate usage as a mordant. Furthermore, the use of tannin based plants as biomordant, which is an issue to be worked on in recent years, was also tried. Besides, by taking into the consideration the fact that natural dyes give fairly good results on wool fibers, it was thought that dyeing possibilities of the fibers with many natural dyes could be improved if cationic groups were acquired to the fibers by carrying out a pre-treatment to the cotton fibers. For this aim, in the content of this thesis cationization of cotton fibers via applying pretreatment with chitosan and improvement of their dyeability with natural dyes were also searched. Lastly, it was investigated whether some plants bring some additional functionalities such as UV protecting and antibacterial property to the cotton fabrics or not.

Key words: Cotton, natural dye, eco-friendly, chitosan, UV protective, antibacterial

2015, 69 pages

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
EKLER LİSTESİ	viii
1.GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1 Doğal Boyalar Hakkında Genel Bilgi.....	3
2.2 Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanmasına İlişkin Önceki Çalışmalar	11
2.3 Kitosan ile Ön İşlem Sonrası Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliğine İlişkin Önceki Çalışmalar.....	12
2.4 Doğal Boyaların UV Koruyuculuk Etkilerine İlişkin Önceki Çalışmalar.....	13
2.5 Doğal Boyaların Antibakteriyellik Etkilerine İlişkin Önceki Çalışmalar	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM	17
3.1 Pamuğu Doğrudan Boyamaya Elverişli Bitkilerin Belirlenmesi.....	17
3.2 Mordan Kullanımının Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	20
3.3 Biyomordanla Ön İşlemin Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi.....	22
3.4 Kitosarla Kimyasal Modifikasyonun Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi	22
3.5 Doğal Boyaların UV Koruyuculuk Özelliklerinin Belirlenmesi	25
3.6 Doğal Boyaların Antibakteriyellik Özelliklerinin Belirlenmesi.....	25
4. BULGULAR ve TARTIŞMA	28
4.1 Pamuğu Doğrudan Boyamaya Elverişli Bitkilerin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar	28
4.2 Mordan Kullanımının Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar	37
4.3 Biyomordanla Ön İşlemin Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar	44
4.4 Kitosarla Kimyasal Modifikasyonun Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar	46
4.5 Doğal Boyaların UV Koruyuculuk Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar.....	52
4.6 Doğal Boyaların Antibakteriyellik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar	54
5. SONUÇ	56

6. KAYNAKLAR	59
EKLER	64
TEŞEKKÜR	68
ÖZGEÇMİŞ	69

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : Denemelerde kullanılan kumaşın fiziksel özellikleri.	17
Çizelge 3.2 : Denemelerde kullanılan bitkilerin genel ve latince adları.	18
Çizelge 3.3 : Denemelerde kullanılan kitosanın özellikleri.	24
Çizelge 4.1 : 40 farklı bitkiyle yapılan boyama işlemlerine ait renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* sonuçları ile boyanmış numunelere ait fotoğraflar.	28
Çizelge 4.2 : Pamuk üzerinde mordan kullanılmadan yüksek renk verimi sağlayan bitkilerin içerdiği boyaların kimyasal sınıfı, içerdiği ana renklendirici ve C.I. noları.	31
Çizelge 4.3 : Pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile yapılan boyama işlemlerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri.	34
Çizelge 4.4 : Pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile yapılan boyama işlemlerine ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri.	35
Çizelge 4.5 : Aspir, ayva yaprağı ve hava-civa bitkileriyle yapılan boyama işlemlerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri.	37
Çizelge 4.6 : 39 farklı bitkiyle yapılan mordanlı boyama işlemlerine ait renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* sonuçları ile boyanmış numunelere ait fotoğraflar.	39
Çizelge 4.7 : Pamuk lifleri üzerinde mordan kullanılması durumunda iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile kırmızı renk veren bitki ile yapılan boyama işlemlerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri.	42
Çizelge 4.8 : Pamuk lifleri üzerinde mordan kullanılması durumunda iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile kırmızı renk veren bitki ile yapılan boyama işlemlerine ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri.	43
Çizelge 4.9 : Biyomordanlama işleminin kök boya ile boyamada elde edilen renk üzerine etkisi.	44
Çizelge 4.10 : Biyomordanlama işleminin kök boya ile boyamada elde edilen yıkama ve sürtme haslığı üzerine etkisi.	45
Çizelge 4.11 : Kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuklu kumaşların 39 farklı bitkiyle boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) ve CIEL*a*b* sonuçları ve boyanmış numunelere ait fotoğraflar.	48

Çizelge 4.12 : Kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile yapılan boyamaların yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri.	51
Çizelge 4.13 : Kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile yapılan boyamaların ter haslığı değerleri.	52
Çizelge 4.14 : Boyanmamış, soğan kabuğu ve zerdeçal ile boyanmış pamuklu örme kumaşların UV koruyuculuk özellikleri.	53
Çizelge 4.15 : Çeşitli bitkilerle boyanmış pamuklu kumaşların bazı gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etkinlikleri	55
Çizelge 4.16 : Boyanmamış ve soğan kabuğu ile boyanmış pamuklu örme kumaşların AATCC 100 standardına göre kantitatif test sonuçları (% azalma).	55

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 : Kitosanın sudaki formu.	12
Şekil 2.2 : 2000 yılı itibarı ile dünya antimikrobiyal tekstil üretimi.	15
Şekil 3.1 : Doğal boyalarla pamuklu kumaşların boyanmasına ilişkin boyama grafiği	19
Şekil 3.2 : İndigo boyama işlemine ait boyama grafiği.	20
Şekil 4.1 : Çeşitli bitkilerin mordan kullanılmadan pamuk liflerini boyayıp-boyamama durumlarına göre sınıflandırılması.	30
Şekil 4.2 : Yüksek renk verimi sağlayan bitkilerin içerdiği ana renklendiricilerin kimyasal formülleri.	32
Şekil 4.3 : Alizarin moleküllerinin alüminyum ile bağlanması.	38
Şekil 4.4 : Alizarin moleküllerinin alüminyum mordanı varlığında pamuk liflerine koordinatif bağla bağlanması.	38
Şekil 4.5 : Çeşitli bitkilerin potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanıldığında pamuk liflerini boyayıp-boyamama durumuna göre sınıflandırılması.	41
Şekil 4.6 : Oksidatif ön işlem görmüş ve ön işlemsiz pamuklu kumaşların kitosanla kimyasal modifikasyonu sonrası kök boya ile boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) değerleri.	46
Şekil 4.7 : Selülozun periyodatla oksidasyonu ve ardından kitosanın yükseltgenmiş selüloza bağlanması.	47
Şekil 4.8 : Çeşitli bitkilerin kitosan ile kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuk liflerini boyayıp-boyamama durumuna göre sınıflandırılması.	50

EKLER LİSTESİ

Sayfa

EK 1 : Bitkilerin Mordan Kullanılmadan Pamuğu Boyama Durumuna Göre Sınıflandırılması.....	64
EK 2 : Bitkilerin Potasyum Alüminyum Sülfat Mordanı Kullanılması Durumunda Pamuğu Boyama Durumlarına Göre Sınıflandırılması.....	65
EK 3 : Bitkilerin Kitosanla Kimyasal Modifikasyona Uğratılmış Pamuğu Mordansız Boyama Durumlarına Göre Sınıflandırılması.....	66
EK 4 : Pamuk Üzerinde Yüksek Renk Verimi Sağlayan Bitkilerden Elde Edilen Renkler ve Pamuk Liflerinde Tek Banyoda Trikromi Boyama Yapılmasına İmkân Veren Bitkilerin Sağladıkları Renkler.	67

1. GİRİŞ

Bilindiği gibi sentetik boyaların keşfinden önce tekstil materyallerinin renklendirilmesinde doğal boyalar kullanılıyordu. Daha sonraları sentetik boyaların keşfiyle birlikte, bunların daha ucuz, kolay erişilebilir, standart özellikte olması gibi nedenlerle doğal boyalar yerlerini sentetik boyalara bıraktılar. Ancak son yıllarda, çevreye gösterilen hassasiyet ve getirilen sınırlamalar, “çevre-dostu tekstiller” konsepti adı altında sentetik boyalara göre daha çevre dostu olan doğal boyalara karşı yeniden artan bir ilgi yaratmıştır.

Ulusal ve uluslararası alanda çevre, ekoloji ve kirlilik kontrolüne verilen önem de dikkate alındığında; toksik olmayan, kolay ve güvenli bir şekilde elde edilebilen doğal boyaların iyi bir alternatif olabileceği söylenmektedir. Doğal boyalara olan ilginin artmasının bir diğer sebebi de güzel görünüşleri ve kendine özgü bir havalının olmasıdır (Atav 2015). Tüm bunlara rağmen, doğal boyamacılığın endüstriyel uygulamaya aktarılmasının önündeki engeller halen aşılamamış olduğundan günümüz tekstil endüstrisinde doğal boyaların önemli bir yeri bulunmamaktadır. Doğal boyamacılığın endüstriyel üretimde kullanılmasının önündeki en önemli engellerden birisi yeterli haslık eldesi için çevre açısından sorun yaratan mordan adı verilen ağır metal tuzlarının kullanılmasının gerekliliğidir. Zira bir taraftan daha ekolojik üretim için doğal boyaları kullanırken, öte yandan ağır metal tuzlarını kullanmak (her ne kadar bunların bazıları için limit değerler çok yüksek olsa da) pek uygun olmamaktadır.

Bu tez projesi kapsamında öncelikle pamuk liflerinin doğal boyalarla boyanmasında mordan kullanımını sorununa çözüm bulmak için 40 farklı bitki ile pamuklu kumaşlar mordansız olarak boyanmış ve mordan kullanılmadan da yeterli haslık eldesi sağlayan bitkiler tespit edilmiştir. Bitkilerdeki renk veren etken maddelerin kimyasal yapıları incelendiğinde aslında bazı doğal boyaların mordan kullanılmadan da liflere sağlam bir şekilde bağlanabileceği anlaşılmaktadır. Ayrıca çevre açısından sakınca yaratmayan potasyum alüminyum sülfatın mordan olarak kullanılması durumunda elde edilecek renk ve haslıkların nasıl değiştiği de incelenmiştir. Bunun ötesinde son yıllarda üzerinde çalışılan tanen esaslı bitkilerin biyomordan olarak kullanımı da bu tez kapsamında denenmiştir. Öte yandan pamuk liflerinin ve doğal boyaların yapısı dikkate alındığında ise pek çok doğal boya ile pamuk lifleri arasındaki etkileşimin zayıf olması beklenmekte olup, zaten literatürdeki çeşitli çalışmalarla bu durum ortaya konulmuştur. Oysa doğal boyalar yün lifleri üzerinde oldukça iyi sonuçlar vermektedir. Zira yün liflerinin katyonik grupları ile anyonik yapıdaki doğal boyalar arasında iyonik

etkileşim (elektrostatik çekim kuvvetleri) söz konusu olmaktadır. Pamuk liflerine bir ön işlem uygulanarak liflere katyonik gruplar kazandırılabilirse birçok doğal boyayla boyanabilirliği geliştirilmiş olacaktır. Bu amaçla tez kapsamında pamuk liflerine kitosan ile ön işlem uygulanarak, liflerin katyonikleştirilmesi ve doğal boyalarla boyanabilirliğinin geliştirilmesi üzerinde de çalışılmıştır.

Son yıllarda tekstil dünyasında yeni bir trend yaşanmaktadır. Önceleri sadece soğuktan korunmak ve örtünmek amaçlı kullanılan tekstil ürünleri gün geçtikçe insanları süsleme, statü belirleme ve fonksiyonellik sağlama konusunda ön plana çıkmıştır (Balcı 2006). Günümüzde insanlar gittikçe artan bir şekilde, giysilerinin kendilerine çeşitli ek fonksiyonlar sağlamasını talep etmeye başlamışlardır. Uzakdoğu ile rekabetin basit ve sıradan mallarda neredeyse imkânsız olduğu günümüz koşullarında tekstil pazarında ayakta kalabilmenin en iyi yolu katma değeri yüksek ürünlerin üretimine yönelmektir. Katma değeri yüksek ürünler pazarında günümüzde en çok dikkat çekici olanı çevredostu ürünler ile fonksiyonel tekstillerdir. Bu anlamda doğal boyayla boyanmış kumaşlar çevredostu olması nedeniyle pazarlama şansı yüksek olan bir ürün grubudur.

Geniş anlamda, uzun süredir bilinen güç kirlenen, güç tutuşan, antistatik özelliğe sahip vb. tekstil ürünleri de çok fonksiyonlu tekstil ürünleri olarak nitelendirilebilirlerse de, bu alanda yeni olan bazı önemli gelişmeler de vardır. Bugün piyasada bacakları nemlendiren, E vitamini ile besleyen, kıl çıkmasını yavaşlatan, selülit oluşumunu önleyen bayan çorapları, ayak kokusunu önleyen ve antibakteriyel etki sağlayan erkek ve bayan çorapları, aloe veralı çarşaf, güzel kokulu giysiler, böceksavar gömlekler... gibi çok sayıda “çok fonksiyonlu tekstil ürünü” bulunmaktadır (Özdoğan ve ark. 2006, Şener ve Bulat 2008). Literatürde bazı doğal boyaların UV koruyuculuk ve antibakteriyellik gibi etkiler gösterdiği pek çok çalışmada ortaya konulmuştur. Bu nedenle, bu tez çalışması kapsamında pamuğu mordan kullanmadan boyamada renk ve haslık açısından iyi sonuç veren bitkilerden literatürde daha önce üzerinde pek çalışılmamış olanların pamuklu kumaşlara UV koruyuculuk ve antibakteriyellik gibi ek fonksiyonellikler kazandırıp kazandırmadığı da incelenmiştir.

Günümüzde çevresel hassasiyetin yükselen bir trend haline geldiği yadsınamaz bir gerçek olduğu dikkate alındığında tamamen ekolojik yöntemlerle boyanmış, herhangi bir kimyasal madde kullanılmadan kendiliğinden UV koruyucu ve/veya antibakteriyel pamuklu kumaş eldesi üzerinde çalışılan bu tezin literatüre yararlı katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Doğal Boyalar Hakkında Genel Bilgi

Doğadan elde edilen maddeleri kullanarak boya yapımı, tarihin çok eski dönemlerinden beri bilinen bir sanattır. Sentetik boyarmaddelerin keşfedildiği zaman olan 19. yüzyılın ortalarına kadar, tüm renkli materyaller bitkisel ya da hayvansal kaynaklardan elde edilen doğal boyalardan sağlanıyordu (Eyüboğlu ve ark. 1983, Öztürk 1999).

Doğal boyaları çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkün olsa da, kimyasal yapı bakımından substantif boyalar (mordanlama işlemine gerek olmadan uygulanabilenler) ve mordan boyaları (metalik tuzlarla mordanlama işlemi yapılmış materyallere uygulananlar) olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadırlar (Sekar 1999). Doğal boyaların büyük bir kısmı mordanlama boyaları olup, az bir kısmı ise substantif boyalardır. Substantif boyalar içerisinde direkt, küp, asit ve bazik boyalar yer almakta olup, kükürt, reaktif ve dispers esaslı doğal boya bulunmamaktadır (Gupta 2000).

Elde edildikleri kaynaklara göre ise doğal boyalar; bitkisel, hayvansal ve madensel (mineral) boyalar olarak sınıflandırılabilirler (Öztürk 1999). Aşağıda bu tez çalışması kapsamında kullanılmış olan çeşitli boya bitkileri ve bunlardan yün boyamada hangi renklerin elde edildiği konusunda özet bilgi verilmektedir.

1. Ağaç Hatmi (*Hibiscus syriacus*): Ebegümeçigiller (*Malvaceae*) familyasından, çiçek açan ve Asya'nın büyük bir kısmında yetişen ve boyu 2-4 metreye erişen vazo şeklinde çalı türü bir bitkidir (<http://tr.wikipedia.org/wiki/A%C4%9Fa%C3%A7hatmi> 2015).

2. Akdiken (*Rhamnus cathartica*): Mayıs-haziran aylarında sarı-yeşil küçük çiçekler açan, bodur bir ağaçtır. Bezelye büyüklüğündeki tohumları önce yeşilken, daha sonra sararmaktadır. Boyamada sararmaya başlayan tohumları kullanılmaktadır. Bu bitkiyle şapla mordanlanmış yünle limon sarısı, krom mordanlı yünle hardal rengi, demirsülfat mordanlı yünle zeytin yeşili elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983, Öztürk 1999). Yapısında boyarmadde olarak rhamnetin, rhamnezin, quercetin ve kempferol içermektedir (Karadağ 2007).

3. Alıç (*Crataegus monogyna*): Dikenli, 10 metreye kadar boylanabilen, nisan ayı ortalarından itibaren beyaz ve pembe renkli çiçekler açan bir ağaççıktır. Dalları koyu kahve renkli, 1,5-2,5 cm çapındadır. Meyveleri eylül-ekim döneminde olgunlaşmaya başlamakta olup, 6-10 mm çapında, esmer veya kırmızı renklidir (<http://www.agaclar.net> 2015). Yapısında tanen ve flavon türleri içermektedir (web.ogm.gov.tr 2015).

4. Asma (*Vitis vinifera L.*): *Rahamnales* takımından *Vitacea* (Asmagiller) familyasının *Vitis* cinsine mensup olan *Vitis vinifera L.* (Yaban asması) bitkisinin yaprakları boyamacılıkta kullanılmaktadır. Asma yaprağından potasyum alüminyum sülfat ile mordanlanmış yünle sarı, krom mordanlı yünle koyu yeşil-sarı elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983, Öztürk 1999). Yapısında boyarmadde olarak quercetin, quercitrin ve karotin içermektedir (Karadağ 2007).

5. Aspir (*Carthamus tinctorius L.*): Temmuz-eylül aylarında turuncu çiçekler açan 60 cm boyunda 1-2 senelik bir bitkidir. Aspir çiçeğinin kurutulmuş yaprakları şapla mordanlanmış yünle koyu sarı, krom mordanlı yünle hardal rengi, demirsülfat mordanlı yünle zeytin yeşili, bakır sülfat mordanlı yünle açık haki renk vermektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983, Öztürk 1999). Yapısında carthamin ve corocetin içermektedir (Karadağ 2007).

6. Ayı üzümü (*Vaccinium myrtillus L.*): İlkbaharda çiçek açan, 20-50 cm yüksekliğinde, çok dallı, odunsu bir bitkidir. Boyama işleminde, küçük bir küre biçiminde ve mavimsi siyah renkteki meyvesi kullanılmaktadır. Bitkinin meyvesi direkt boyarmadde içerdiğinden bununla mordanlanmamış yün de boyanabilmektedir. Mordansız yünde mavimsi, şapla mordanlanmış yünde ise mora yakın bir renk elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983, Öztürk 1999).

7. Ayva (*Cydonia oblonga Miller*): *Gülgiller (Rosaceae)* familyasından 4-5 m boylanana, kırmızı kahverengi gövdeli meyve ağacıdır. 10 ile 1000 m arasındaki yüksekliklerde hemen her bölgede yetiştirilebilir (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ayva> 2015). Ayva ağacının yaprakları ve dalları yün boyamada ayva çürüğü renginin açık ve koyu tonlarının eldesinde kullanılmaktadır (Eyüboğlu ve ark. 1983, Öztürk 1999).

8. Böğürtlen (*Rubus canescenc Dc.*): Böğürtlen yol kenarlarında ve kırsal yerlerde bol miktarda yetişen, sonbaharda küçük siyah meyveler veren yabani bir bitkidir. Boyamada bitkinin genç dalları veya meyveleri kullanılmaktadır. Bu bitkinin dallarıyla şapla mordanlanmış yünle sarı, krom mordanlı yünle haki, demirsülfatla mordanlanmış yünle

siyaha yakın gri renkler elde edilmektedir. Bögürtlen meyveleriyle ise yeşilimsi kahverengi elde edilebilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983).

9. Civan Perçemi (*Achillea Sp.*): Civanperçemi *Compositae* türlerine verilen genel addır. 100 santimetreye kadar boylanabilen, çok yıllık, otsu, tüylü beyaz veya sarı renk çiçekli ve kuvvetli kokulu bitkidir. Yapısında boyarmadde olarak luteolin, quercetin, isorhamnetin ve apigenin içermektedir (Karadağ 2007).

10. Ebe Gümece (*Malva sylvestris*): *Malva* türlerine verilen genel addır. Yeşil renkli, tüylü ve uzun saplı yaprakları vardır. Bir veya çok yıllık mor çiçekli ve otsu bir bitkidir (Karadağ 2007). Yapraklarından yeşil renk elde edilir (Mert ve ark. 1992). Yapısında boyarmadde olarak malvin içermektedir (Karadağ 2007).

11. Eğir Kökü (*Acorus calamus*): Çok yıllık, otsu bir bitkidir. Yaprakları şerit biçiminde, kenarları kıvrıkcıklı, kokulu ve boyuna çizgilidir. Çiçekler 5-9 cm uzunlukta bir başak durumunda toplanmışlardır (<http://www.bitkisepeti> 2015).

12. Havaciva (*Alkanna tinctoria Tausch*): Nisan-temmuz aylarında mavi renkli çiçekler açan, 10-30 cm boyunda çok yıllık otsu bir bitkidir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Boyamada bu bitkinin kökünden yararlanılmakta olup, mordansız yünle mora yakın bir kahverengi, şapla mordanlı yünle ise kızıl kahverengi elde edilmektedir (Öztürk 1999). Yapısında boyarmadde olarak alkannin içermektedir (Karadağ 2007).

13. Helile ağacı meyvesi (*Terminalia chebula*): Boyu 30 m, gövde çapı 1 m'yi bulabilen her zaman yeşil olan çok yıllık bir ağaçtır (<http://sifalibitkilervefaydaları.com/> 2015). Hidrolize olabilen tanen esaslı bir bitki olup, boyamada meyveleri kullanılmaktadır (Gulrajani 1999, <http://www.sssbiotic> 2006). Yapısında boyarmadde olarak chebulic asit içermektedir (Pateland ve Chattopadhyay 2009).

14. Hibiscus (*Hibiscus sabdariffa L.*): *Hibiscus sabdariffa*'nın çiçek tomurcuklarının dış kısmını kaplayan şişmiş kırmızı kaliksleri (genellikle hibisküs çiçeğinin kendisi olarak da adlandırılır) kurutulmuş pembe bir narenciye aromalı çay yapmak için kullanılmaktadır. *Hibiscus sabdariffa* *Malvaceae* ailesinin bir üyesidir. Yapısında suda çözünen antosiyaninler

olan Malvin (malvidin-3,5-glukozit) ve myrtillin (çeşitli delfinidin 3-glikozitler) içermektedir (Dweck 2015).

15. Huş Ağacı (*Betula pendula Roth*): Huşgiller (*Betulaceae*) familyasından 30 m'ye kadar boylanabilen ağaç veya ağaççıktır. Yaprakları üç köşeli, yürek biçiminde, sivri uçlu, 3-7 cm uzunlukta, 2,5-4 cm genişliktedir. Çiçekler Mart-Mayıs aylarında açar, meyveler aynı yılın Haziran-Ağustos aylarında olgunlaşır (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Adi> 2015).

16. İhlamur (*Tilia tomentosa*): İhlamurgiller (*Tiliaceae*) familyasından *Tilia* cinsini oluşturan ağaç türlerine verilen addır. Boyları 20-30 m'ye kadar ulaşabilmektedir. Büyüklüğü 5-10 cm arasında değişen yaprakları genellikle yürek şeklinde ve çarpık, kenarları dişli ve uzun saplıdır. Sarkık çiçek demetleri sarımsı bir renge ve karakteristik bir kokuya sahiptir (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ihlamur> 2015). Bitkinin kurutulmuş çiçekleri ve taze yaprakları boyamada kullanılabilir. Sarı, kahverengi, haki, açık sarı gibi renkler elde edilebilir (<http://www.tcfdatu.org/> 2015). Yapısında boyarmadde olarak kaempferol-3,7-dirhomonosid ve quercetin-3,7-dirhomonosid içermektedir (Karadağ 2007).

17. Isırgan Otu (*Urtica dioica L.*): Isırgan otu *Urticaceae* türlerine verilen genel addır. Türkiye'de büyük ısırgan otu (*Urtica dioica L.*) çok yıllık otsu bir bitkidir. Bazen boyu 1 metreyi geçen bitkinin; yaprakları koyu yeşil renkli, dişli kenarlı, saplı ve yakıcı tüylüdür. Bitkinin kurutulmuş çiçekleri ve yaprakları boyamada kullanılmaktadır. Yapısında boyarmadde olarak tanen içermektedir (Karadağ 2007).

18. İndigo (*Indigofera tinctoria L.*): Anadolu'da indigo çivit boyası olarak da bilinmektedir. *Indigofera* 60 kadar türü bulunan oval yapraklı, otsu bir bitki cinsidir. *Tinctoria* adı verilen türün ve bunun yanı sıra başka birkaç türün yapraklarında bulunan indigotin maddesi, yaklaşık olarak M.Ö. 3000 yıllarından beri boya yapımında mavi renk eldesinde kullanılmaktadır (Eyüboğlu ve ark. 1983).

19. Karabaş (*Lavandula stoechas L.*): Ballıbabagiller (*Lamiaceae*) familyasından Akdeniz bölgesinde yetişen, 30-100 cm. büyüklüğe erişen çok yıllık bitki türüdür. Yaprakları, uzun, grimsi ipeksi tüylü 1-4 cm uzunluğundadır. Çiçekleri pembe-mor renklidir (https://tr.wikipedia.org/wiki/Karaba%C5%9F_otu 2015).

20. Kathindi (*Acacia catechu*): Boyu 15 m'yi bulabilen küçük veya orta ölçekli dikenli bir ağaçtır. Öz odun kısmı tanen içermekte olup, boyamacılıkta koyu kahverengi eldesinde kullanılmaktadır (<http://www.google.com.tr/url?sa=t&rct> 2015). Yapısında boyarmadde olarak catechin içermektedir (Savvidis ve ark. 2014)

21. Katırtırnağı (*Genista tinctoria L.*): Boyacı katırtırnağı sarı çiçekli çok yıllık ve çalı görünüşünde bir bitkidir. 1 ile 1,5 metreye kadar boylanabilen, seyrek dallı ve dikensizdir. Genç sürgünler narin yapılı, açık yeşil renkli, boyuna olukludur. Haziran-Ağustos aylarında çiçek açmaktadır. Çiçekler dallarının ucunda toplanmış altın sarısı renktedir. Bitkinin kurutulmuş çiçekleri, yaprak ve sapları boyamada kullanılmaktadır (Karadağ 2007). Şap mordanlı yünle çiçekli dal uçları kullanılırsa sarı, sapları kullanılırsa yeşilimsi sarı renkler elde edilmektedir. Krom mordanlı yün ise aynı renklerin daha koyu tonlarını vermektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983, Öztürk 1999).

22. Kestane (*Castanea sativa*): Kestane ağacının yaprakları ve gövde kabukları boyamada kullanılabilir. Kestane ağacının yapraklarından şap mordanlı yünle sarı ve krom mordanlı yünle hardal rengi elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983).

23. Kına (*Lawsonia inermis L.*): Kına 2 metreye kadar boylanabilen, beyazdan açık kırmızı renklere kadar çiçekler açan bir bitkidir (Karadağ 2007). Kına, şapla mordanlanmış yünü kızıl kahverengine boyamaktadır. Krom mordanlı yün ise aynı rengin daha koyu tonu vermektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yapısında boyarmadde olarak lawsone, luteolin ve tanen içermektedir (Karadağ 2007).

24. Kiraz sapı (*Cerasus avium L. Moench*): Kiraz türünün kurutulmuş meyve sapıdır. 3-4 cm uzunlukta esmer renkli çöpler halindedir (<http://hermevsimbitki.com> 2015).

25. Kökboya (*Rubia tinctorum L.*): Haziran-Ağustos aylarında küçük beyaz çiçekler açan, 50-100 cm boyunda çok senelik bir bitkidir. Anadolu'nun hemen her yerinde yetişmekte olan bu bitkiye en çok Ege bölgesinde rastlanmaktadır. Boyamada bitkinin kökleri taze olarak veya kurutulduktan sonra kullanılmaktadır (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yapısında boyarmadde olarak alizarin, pseudopurpurin, purpurin, munjistin, rubiadin, xanthopurpurin, purpuroxanthin, lucidin, chinizarin, christofin ve antrhagallol içermektedir (Karadağ 2007).

26. Kuşburnu (*Rosa spp.*): Ülkemizin hemen hemen her yöresinde doğal olarak yetişen ve *Rosaceae* (*gülgiller*) familyasına ait çok yıllık bir bitkidir (<http://www.bahcesel.net> 2015).

27. Melisa (*Mellissa officinalis L.*): Oğulotu olarak da bilinen Melisa (*Labiatae*) 25 ile 100 santimetre boyunda, çok yıllık, otsu, soluk sarı veya beyazımtırak çiçekli bir bitkidir. Bitkinin kurutulmuş yaprakları boyamada kullanılmaktadır. Yapısında boyarmadde olarak Luteolin 3-glikosita içermektedir (Karadağ 2007).

28. Murt (*Myrtus communis L.*): Yaban mersini olarak da bilinen murt, tüylü ve koyu yeşil renkli yaprakları olan bir çalıdır (Öztürk 1999). Bitkinin toprak üstünde kalan kısmının tamamı boyamada kullanılabilir. Bu bitkiyle şap mordanlı yünle koyu sarı, krom mordanlı yünle tarçın rengi, demirsülfatla mordanlı yünle kahverengi renk elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983).

29. Mürver (*Sambucus nigra L.*): Mürver 3 ile 5 metreye kadar boylanabilen bir ağaçtır. Gövdesi dik silindir biçiminde açık kahverengi ya da boz renkte olup, derince olukludur. Çiçekleri kısa saplı beyazımsı sarı renkte olup keskin kokuludur. Eylül ayında olgunlaşan meyveleri 5 milimetre çapındadır. Meyveler üzüksü küre şekilli parlak mor-siyah renktedir. Etlü bölümleri ise kırmızı renktedir (Karadağ 2007). Mürver ağacının meyvelerinden şap mordanlı yünlerde kahverengi ile mor arasında bir renk elde edilirken, krom mordanlı yünde koyu mor bir renk elde edilmektedir. Mürver ağacının yapraklarından ise potasyum alüminyum sülfat mordanlı yünle kirli sarı, krom mordanlı yünle hardal rengi elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yapısında boyarmadde olarak chysanthemin, sambucin ve quercetin içermektedir (Karadağ 2007).

30. Nane (*Mentha spicata L.*): Nane *Labita* türlerine verilen genel addır (Karadağ 2007). Taze nane yaprakları, boyamada demirsülfat mordanlı yünde koyu yeşil (nefti) renk eldesinde kullanılmaktadır (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yapısında boyarmadde olarak isoorienin, vicenin-2, hypolaetin, lucenin-1, luteolin 7-O-glikozit ve tricetin glikozitleri içermektedir (Karadağ 2007).

31. Nar (*Punica granatum L.*): Ağaç veya çalı durumunda bulunan, kışın yaprağını döken bir bitkidir. 5 ile 6 metre boyunda seyrek dallı, geniş tepeli küçük bir ağaç veya çalıdır. Mayıs - Haziran aylarında al kırmızısı çiçek açar. Sonbaharda oluşan meyveleri önce yeşil sonra sarı

ve kırmızı renk alır (Karadağ 2007). Nar meyvesinin dış kabuklarından genellikle siyah elde etmek için yararlanılmaktadır. Demir sülfatla mordanlanmış yün üzerinde siyah, şap ve krom mordanlı yünlerin üzerinde sarı renk vermektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yapısında boyarmadde olarak tanen, gallis asit ve egalik asit içermektedir (Karadağ 2007).

32. Okalıptus (*Eucalyptus camadulensis* Dehn.): Okalıptus, Akdeniz bölgesinde yaygın olarak bulunan, bataklıkları kurutmak için de yetiştirilen boyu 150 metreyi bulabilen bir bitkidir. Krom mordanlı yünle okalıptus bitkisinin yaprakları yosun yeşili, gövde kabukları ise yeşile çalan kahverengi vermektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983).

33. Papatya (*Anthemis tinctoria* L.): *Anthemis Tinctoria*, ince ve tüysü gövde yaprakları olan sarı çiçekli bir papatyadır. Şap mordanlı yünle sarı, krom mordanlı yünle tarçın rengine yakın sarılar, demirsülfat mordanlı yünle zeytin yeşili, kalay (II) klorür mordanlı yünle parlak turuncu elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yapısında boyarmadde olarak anthemis içermektedir (Karadağ 2007).

34. Sarı Kantaron (*Hypericum perforatum* L.): Kılıç otu, Mayasıl otu ve Koyunkıran olarak da bilinen sarı kantarongiller (*Hypericaceae*) familyasına dâhil bir bitki türüdür. (https://tr.wikipedia.org/wiki/Sar%C4%B1_kantaron 2015). Boyamada bitkinin yaprakları kullanılmaktadır. Şapla mordanlanmış yünle hardal sarısı, kromla mordanlanmış yünle kıvıllı kahverengi renk vermektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983).

35. Sığırkuyruğu (*Verbascum* Sp.): Sığırkuyruğu *Verbascum* türlerine verilen genel addır. Bir, iki veya çok yıllık, otsu, genellikle sarı ve nadiren mor çiçekli bir bitkidir. Boyama için bitkinin toprak üstünde kalan kısımlarının tamamı (kurutularak öğütülmüş çiçekleri, yaprakları ve gövdesi) kullanılmaktadır (Karadağ 2007). Şap mordanlı yünle yeşilimsi sarı, krom mordanlı yünle yeşilimsi hardal rengi vermektedir. Bu bitkiyle sarı, yeşil ve kahverengi tonları elde edilebilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983, Öztürk 1999). Yapısında boyarmadde olarak luteolin, apigenin ve luteolin-4'-metileter içermektedir (Karadağ 2007).

36. Soğan (*Allium cepa* L.): Boyamada soğanın kuru dış kabukları kullanılmaktadır. Soğan kabukları şap mordanlı yünle sarı, krom mordanlı yünle bakır rengi, göztaş mordanlı yünle kıvıllı-kahverengi, demirsülfat mordanlı yünle koyu kahverengi, kalay (II) klorür mordanlı

yünle turuncu renk vermektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yapısında boyarmadde olarak quercetin içermektedir (Karadağ 2007).

37. Sumak (*Rhus Coriaria L.*): Sumağın birkaç türü vardır. Bunlardan boya ağacı (*Rhus Cotinus L.*) ve debbağ sumağı (*Rhus Coriaria L.*) boyamada kullanılmaktadır (Eyüboğlu ve ark. 1983). Sumak; 1 ile 3 metre boyunda, genç dalları kırmızıya çalan, tüylü, bileşik yapraklı ve daima yeşil yuvarlak tepeli ve sık dallı çalı görünüşünde bir ağaçtır (Karadağ 2007). Bol miktarda tanen içeren bir bitki olduğu için yaprakları pamukluların boyanmasında mordan olarak da kullanılmaktadır. Sumaktan şapla mordanlanmış yünle sarı ve kromla mordanlanmış yünle zeytin yeşili elde edilebilmektedir. Mordansız yünün demirsülfat mordanı varlığında boyanması durrumunda mordan miktarına bağlı olarak kahverengi-gri arası renkler veya siyah elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yapısında boyarmadde olarak myricetin, quercetin ve tanen içermektedir (Karadağ 2007).

38. Yarpuz (*Mentha pulegium L.*): 10-15 cm boyunda, çok kokulu, yabani bir nanedir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Yarpuzun yanı sıra *Mentha Silvestris* de yün boyamada kullanılmaktadır. Bu bitkiyle şap mordanlı yün sarı, krom mordanlı yün kahverengi elde edilmektedir. Mordansız yünün demirsülfat mordanı varlığında boyanması durumunda mordan miktarına bağlı olarak grimsi nefli veya koyu nefli renk elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983).

39. Yoğurt Otu (*Galium verum L.*): Yoğurt otu tabandan çok sayıda dallanan, 50 ile 120 santimetreye kadar boylanabilen, çok yıllık otsu bir bitkidir. Mayıs-Eylül ayları arasında parlak sarı renkli, çiçekler açmaktadır. Yoğurt otunun üst kısmından sarı renkler köklerinden ise kırmızı renkler elde edilmektedir. Yapısında boyarmadde olarak pseudopurpurin, rubiadin, alizarin, lucidin, purpurin ve purpuroxanthin içermektedir (Karadağ 2007).

40. Zerdaçal (*Curcuma longa L.*): Zerdaçal 90 santimetreye kadar boylanabilen çok yıllık yaprakları mızrak şeklinde ve sarı renk çiçekli bir bitkidir (Karadağ 2007). Zerdaçalla mordansız ya da potasyum alüminyum sülfat mordanlı yünle sarı renk elde edilmektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983). Zerdaçal yapısında boyarmadde olarak curcumin içermektedir (Karadağ 2007).

2.2 Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanmasına İlişkin Önceki Çalışmalar

Doğal boyalar pamuk boyamada da kullanılabilmeyle beraber, daha çok yün boyamacılığında yaygındır. Çünkü pamuk liflerinin doğal boya ile boyanması yüne göre daha zordur. Yün boyamada kullanılan bitkilerden özellikle bazıları (cehri, indigo, kökboya vb.) pamuk boyamada iyi sonuçlar vermektedir (Eyüboğlu ve ark. 1983).

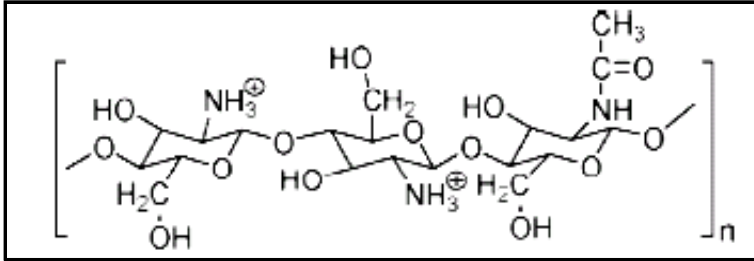
Literatür incelendiğinde gerek yün (örneğin; Seventekin ve Gülümser 1987, Seventekin ve Gülümser 1988, Seventekin ve Gülümser 1990, Riva ve ark. 1991, Tsatsaroni ve Liakopoulou 1995, Bhattacharya ve Shah 1999, Bechtold ve ark. 2003, Montazer ve ark. 2004, De Santis ve Moresi 2007, Akcakoca ve ark. 2009) gerekse de pamuk (örneğin; Cristea ve Vilarem 2006, İşmal ve ark. 2013, Davulcu ve ark. 2014, Tutak ve Korkmaz 2014, İşmal ve ark. 2015, Benli ve Bahtiyari 2015-a, Benli ve Bahtiyari 2015-b) liflerinin doğal boya ile boyanması üzerine pek çok çalışma bulunduğu görülmektedir. Ancak doğal boyaların pamuk liflerinin boyanmasında endüstriyel üretimde kullanılmasını engelleyen sorunları geniş açıdan ele alıp değerlendirmeye ve çözmeye yönelik çalışmaların sayısının çok az olduğu dikkat çekmektedir. Literatürdeki çalışmaların büyük bir kısmı çeşitli bitkilerle boyama ve elde edilen renk ve haslıkları değerlendirme şeklindedir. Deney planları genelde boya konsantrasyonu, mordan cinsi ve konsantrasyonuna bağlı elde edilen renk ve haslıkların tespitidir. Bunun dışında bazı çalışmalarda çeşitli ön işlemlerin (enzimatik ön işlem, ozon, plazma ile yüzey modifikasyonu vb.) doğal boyamadaki etkileri üzerine odaklanılmıştır. Doğal boyamanın endüstriyel üretimde kullanılmamasının en önemli nedenlerinden birisi yeterli haslık eldesi için mordan adı verilen ağır metal tuzlarının kullanılması gerekliliğidir. Bir yandan daha ekolojik diye doğal boyaları kullanırken öte yandan çevre açısından sakıncalı ağır metal tuzlarını kullanmak çok da uygun bir yaklaşım değildir. Öte yandan literatürde yapılan çalışmalarda mordan kullanılmadığı takdirde haslıkların tatmin edici düzeyde olmadığı belirtilmektedir. Oysa bitkilerdeki renk veren etken maddelerin kimyasal yapıları incelendiğinde aslında bazı doğal boyaların mordan kullanılmadan da liflere sağlam bir şekilde bağlanabileceği anlaşılmaktadır. Başka bir deyişle mordan kullanılmadan da pamuk liflerinin bazı bitkilerle boyanması mümkündür. Bu tez çalışmasında bitkilerin yapısındaki doğal boyaların kimyasal yapıları dikkate alınarak mordan kullanılmadan iyi haslık eldesini sağlayabilecek bitkiler tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunun ötesinde son yıllarda literatürde tanen esaslı bitkilerin biyomordan olarak kullanılması konusundaki çalışmaların (örneğin; Rahman ve ark. 2013, İşmal ve ark. 2014) giderek arttığı dikkati çekmektedir. Bu nedenle bu

tez projesi kapsamında çeşitli tanen esaslı bitkilerin biyomordan olarak kullanılması üzerinde de çalışılmıştır.

2.3 Kitosan ile Ön İşlem Sonrası Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliğine İlişkin Önceki Çalışmalar

Glukozamin ve N-asetil-glukozamin kopolimerlerinden oluşan bir polisakkarit olan kitosan kitinin deasetilasyonu ile elde edilmektedir (Şahan ve Demir 2014). Doğada bulunan kaynaklardan bol miktarda elde edilebilen bir biyopolimer olan kitosan, canlılara karşı toksik olmaması, biyolojik olarak parçalanabilirliği, biyoyumluluğu, kimyasal ve fiziksel özellikleri bakımından diğer biyopolimerlere göre üstün özellikler gösterdiğinden tekstil endüstrisi için de uygun bir madde olarak karşımıza çıkmaktadır (Demir ve Seventekin 2009).

Kitosan, her tekrarlayan birimdeki primer (C-6) ve sekonder (C-3) hidroksil grupları ile amin (C-2) grubu olmak üzere toplam üç reaktif gruba sahiptir. Bu reaktif gruplar kolayca kimyasal modifikasyona uğrayabilmekte ve kitosanın mekaniksel ve fiziksel özellikleri ile çözünürlüğünü değiştirmektedir (Demir ve Seventekin 2009).



Şekil 2.1. Kitosanın sudaki formu (Demir ve Seventekin 2009)

Katyonik yapıdaki kitosan reaksiyona girebilen amino grubu içerdiğinden anyonik yapıdaki iyonlar ile kolaylıkla reaksiyon gerçekleştirebilmektedir (Şahan ve Demir 2014). Kitosan içerdiği reaktif gruplar üzerinden pamuk lifine bağlanarak pamuk lifinin katyonik özellik kazanmasını sağlamaktadır. Doğal boyaların birçoğu genellikle anyonik karakterde olduğundan dolayı katyonik özellik kazanan pamuk lifi ile anyonik yapıdaki doğal boya arasındaki iyonik etkileşim artacağından dolayı anyonik karakterdeki bu doğal boyarmaddeler ile pamuk lifinin boyanması sonucu renk veriminin daha kuvvetli olması söz konusudur.

Kitosan, tekstil alanında da geniş biçimde kullanılmaktadır. Bunlar arasında antimikrobiyal, boyama, yünde keçeleşmezlik vb. sayılabilmekte ve bu konuda çalışmalar sürmektedir. Kitosanın bu şekilde kullanım olanaklarının genişletilmesiyle, doğa büyük miktarda atık yükü oluşturan deniz kabuklularının önüne geçilmesinin yanı sıra aynı zamanda biyopolimer kullanımıyla başta insan sağlığı olmak üzere herhangi bir yan etki göstermeyen ürünlerin kullanımını avantajından da yararlanılmaktadır (Demir ve Seventekin 2009).

Bu tez projesi kapsamında boyama öncesi kitosan ile katyonikleştirme işlemi yapılarak pamuk liflerinin doğal boyalara karşı affinitelerinin artırılması imkânları da incelenmiştir. Literatürde boyama öncesi kitosan ile katyonikleştirme işlemi yapılarak pamuk liflerinin doğal boyalara karşı affinitelerinin artırılması konusunda da çeşitli çalışmalar (örneğin; Rattanaphani ve ark. 2007 Kampeerapappun ve ark. 2010, Saravanan ve ark. 2013) bulunmakla birlikte, 40 farklı bitkinin geniş çaplı olarak ele alındığı bir çalışmaya rastlanmamıştır.

2.4 Doğal Boyaların UV Koruyuculuk Etkilerine İlişkin Önceki Çalışmalar

Pamuk, keten, ipek gibi doğal ya da poliamid, akrilik gibi sentetik materyallerin boyanmamış halleri UV ışınlarına karşı düşük bir miktar koruma sağlamaktadır. Bu liflerin UV koruma özelliklerinin artırılması için aditiflerle desteklenmesi gerekmektedir. Tekstil materyallerinin UV absorblama özelliklerini etkileyen faktörler aşağıda kısaca açıklanmaktadır (Akaydın ve ark. 2009).

✓ ***Kumaşın bileşimindeki lifler:*** Üründe hammadde olarak kullanılan liflerin yapısı ürünün UV geçirgenliğini etkileyen bir faktördür. Bazı araştırmacılara göre muamele edilmemiş pamuk, ipek, poliamid ve akrilik lifleri az miktarda UV absorpsiyon sağlarken, yün lifleri tüm UV spektrumda iyi absorpsiyon vermektedir (Akaydın ve ark. 2009).

✓ ***Liflerin içerdiği katkı maddeleri:*** Bazı yapay lifler UV radyasyonu absorblayan veya yansıtan ürünler içermektedir. Titanyum dioksit, baryum sülfat, çinko oksit ve diğer pigmentlerle beraber bu amaç için çok uygundur (Akaydın ve ark. 2009).

✓ ***Kumaşın yapısal özellikleri:*** Çeşitli yapısal özellikler (örgü tipi, lif tipi, iplik sıklığı vb.), kumaşların kalınlığı, ağırlığı ve gözenekliliği kumaşlardan UV radyasyonun iletimi

konusunda büyük bir etkiye sahiptir. Gevşek yapılı ince kumaşlar, daha sıkı dokulu kumaşlardan daha düşük miktarda koruma sağlamaktadırlar (Akaydın ve ark. 2009).

✓ **Renk:** Tekstil endüstrisinde kullanılan boyarmaddeler, görülebilir radyasyonu (400-700 nm) farklı şekilde absorblamaktadırlar. Sağlanan koruma miktarı; renk şiddeti ve boyarmaddenin kimyasal yapısına bağlı olarak değişmektedir (Akaydın ve ark. 2009).

✓ **Optik ağartıcı maddelerin varlığı:** Bunlar UV spektral bölgesinden radyasyonu absorblayan ve görülebilir alanda radyasyonu tekrar yayan, bu yüzden de UV absorblayıcılar olarak adlandırılan bileşiklerdir (Akaydın ve ark. 2009).

✓ **Bazı bitim işlem maddeleri:** UV absorblayıcılar ultraviyole spektral bölgede radyasyonu absorblayan renksiz bileşiklerdir (Akaydın ve ark. 2009).

✓ **Giysilerin yıkama/kurutma şartları:** Kumaşın sağladığı koruma, giysilerin kullanımı ile değişebilmektedir. Sıkma, tüylenme, optik ağartıcı içeren deterjan kullanımı tekstil ürünlerinin UV radyasyon transmisyonunu etkileyen faktörlerdir (Akaydın ve ark. 2009).

✓ **Gerginlik:** Bir kumaşın gerdirilmesi UV koruma faktöründe (UPF) azalmaya neden olabilmektedir. Bu durum örme ve elastik kumaşlarda yaygındır ve kişilerin bedenlerine uygun giysi giymeleri bu nedenle önemlidir. Eğer kişi bedenine göre daha dar bir kıyafet giyerse kıyafet daha çok açılacak ve dolayısıyla giysi ultraviyole ışınlar karşı daha az koruma sağlayabilecektir (Akaydın ve ark. 2009).

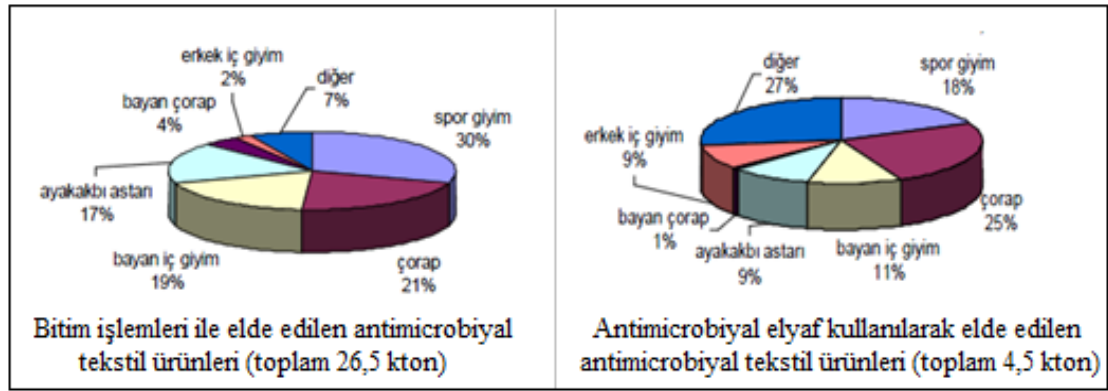
✓ **Nem oranı:** Birçok kumaş nemli olduğunda daha düşük UPF'ye sahiptir. Kumaştaki boşluklarda bulunan su, ışığın kırılmasını azaltmakta ve bu nedenle nemli kumaşın geçirgenliği artmaktadır. UPF değerindeki düşme kumaşın tipine ve ıslak iken absorbladığı nemin miktarına bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak yazlık giysiler UV ışınlarına karşı düşük bir koruma sağlamaktadır. Bu tip giysiler için en fazla kullanılan lif tipleri olan pamuk ve pamuk/poliester esaslı kumaşlar 15'in altında bir koruma faktörüne sahiptir. Bu değer, klasik bir güneş kreminden beklenenden daha düşüktür (Akaydın ve ark. 2009).

Son yıllarda pamuğun doğal boyalarla boyanması konusundaki çalışmalar alanında ilgi çeken bir konu da doğal boyalarla boyama yoluyla kumaşlara UV koruyuculuk (örneğin; Sarkar 2004, Gupta ve ark. 2005, Feng ve ark. 2007, Grifoni ve ark. 2011) fonksiyonelliğinin

kazandırılmasıdır. Bu çalışma kapsamında en iyi sonuçların elde edildiği bitkilerin birçoğunun pamuklu kumaşlar üzerinde UV koruyuculuk etkileri önceki çalışmalarda zaten ortaya konulmuştur. Bu nedenle, bu tez çalışması kapsamında pamuğu mordan kullanmadan boyamada renk ve haslık açısından iyi sonuç veren bitkilerden sadece literatürde daha önce üzerinde pek çalışılmamış olanların pamuklu kumaşlara UV koruyuculuk gibi ek fonksiyonellikler kazandırıp kazandırmadığı incelenmiştir.

2.5 Doğal Boyaların Antibakteriyellik Etkilerine İlişkin Önceki Çalışmalar

Antimikrobiyal maddeler, bakteri ve/veya mantar gelişimini engellemekte ve/veya sınırlandırmaktadırlar. Antimikrobiyal maddelerin birçoğu hem bakteri, hem de mantarlara karşı güçlü aktivite göstermektedirler. Ancak bütün mikroorganizmalara karşı aynı derecede etkin maddelerin sayısı oldukça azdır. Bakterilerin üremesini ve gelişmesini engelleyen maddelere antibakteriyel maddeler denilmektedir. Bakterilere zarar veren maddelere baktericidal (bakteriyosid), sadece çoğalmalarını engelleyen maddelere ise bakteriyostatik adı verilmektedir (Süpüren ve ark. 2006).



Şekil 2.2. 2000 yılı itibarı ile dünya antimikrobiyal tekstil üretimi (Palamutçu ve ark. 2007)

Antimikrobiyal maddelerin mikro organizmaları öldürme veya çoğalmalarını engelleme mekanizmaları çeşitlidir. Bu mekanizmalar,

- Mikroorganizmaların hücre duvarlarına zarar vermek,
- Hücre duvarı sentezine engel olmak,
- Hücre duvarının kalıcı olarak tahrip edilmesi,
- Hücrenin protein ve nükleik asit sentezlerini engellenmesi,
- Enzim hareketlerinin engellenmesi olarak sayılabilir (Palamutçu ve ark. 2007)

Antimikrobiyal maddeler ister “-cidal” ister “-static” olsun her iki durumda da bakterilerin istenmeyen özelliklerini engellemeye yöneliktirler. Bu fonksiyonları yerine getirebilen en önemli bileşikler şunlardır (Atav 2010);

- Fenol ve türevleri (Triklosan-Triklokarban)
- Biguanidinler,
- Kitin ve Kitosan,
- Amonyum bileşikleri,
- Oksidasyon maddeleri, (peroksitler, titanyum oksitler vb)
- Metaller (gümüş, çinko, bakır)
- Alkoller

Son yıllarda pamuğun doğal boyalarla boyanması konusundaki çalışmalar alanında ilgi çeken bir konu da doğal boyalarla boyama yoluyla kumaşlara antibakteriyellik (örneğin; Gupta ve ark. 2004, Singha ve ark. 2005, Lee ve ark. 2009, Rajendran ve ark. 2011, Rathinamoorthy ve ark. 2012, Reddy ve ark. 2013, Kamel ve ark. 2015) fonksiyonelliği kazandırılmasıdır. Bu çalışma kapsamında en iyi sonuçların elde edildiği bitkilerin birçoğunun pamuklu kumaşlar üzerinde antibakteriyellik etkileri önceki çalışmalarda zaten ortaya konulmuştur. Bu nedenle, bu tez çalışması kapsamında pamuğu mordan kullanmadan boyamada renk ve haslık açısından iyi sonuç veren bitkilerden sadece literatürde daha önce üzerinde pek çalışılmamış olanların pamuklu kumaşlara antibakteriyellik gibi ek fonksiyonellikler kazandırıp kazandırmadığı incelenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu tez projesi;

- Pamuğu doğrudan boyamaya elverişli bitkilerin belirlenmesi,
- Mordan kullanımının pamuğun doğal boyalarla boyanabilirliği üzerine etkisinin belirlenmesi,
- Biyomordanla ön işlemin pamuğun doğal boyalarla boyanabilirliği üzerine etkisinin belirlenmesi,
- Kitosanla kimyasal modifikasyonun pamuğun doğal boyalarla boyanabilirliği üzerine etkisinin belirlenmesi,
- Doğal boyaların UV koruyuculuk özelliklerinin belirlenmesi,
- Doğal boyaların antibakteriyellik özelliklerinin belirlenmesi

olmak üzere altı ana bölümden oluşmakta olup, söz konusu bölümlere ait materyal-yöntem aşağıda ayrı ayrı verilmektedir.

Denemelerde Çizelge 3.1’de özellikleri verilen %100 pamuklu örme kumaş kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan kumaşın fiziksel özellikleri

Örgü Tipi	Süprem
Ağırlığı (g/m ²) (TS251)	190

Projede tüm çalışmalar laboratuvar koşullarında Termal HT boyama makinesinde saf su kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.1 Pamuğu Doğrudan Boyamaya Elverişli Bitkilerin Belirlenmesi

Pamuklu kumaşların doğal boyalarla boyanabilirliğinin mordan kullanımı veya kitosanla kimyasal modifikasyon yoluyla geliştirilmesi çalışmalarına geçmeden önce, pamuklu kumaşların çeşitli bitkilerle mordan kullanılmadan boyanması yoluyla elde edilebilecek renklerin saptanması ve en uygun renk veren bitkilerin belirlenmesi amacıyla Çizelge 3.2’de genel ve latince adları verilen bitkilerle denemeler yapılmıştır.

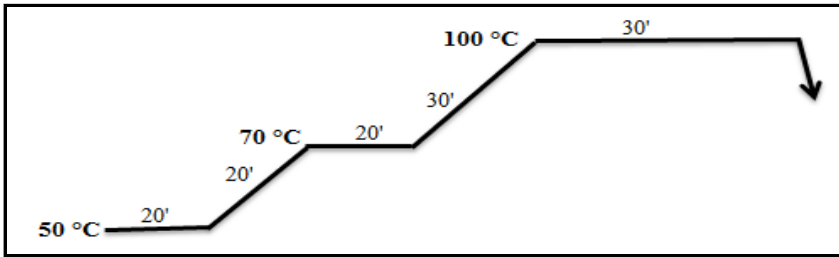
Çizelge 3.2. Denemelerde kullanılan bitkilerin genel ve latince adları

No	Bitki Adı	Latince İsim	Kullanılan Kısım
1	Ağaç Hatmi	<i>Hibiscus syriacus</i>	Yaprak
2	Akdiken	<i>Rhamnus cathartica</i>	Yaprak
3	Alç yaprağı	<i>Crataegus monogyna</i>	Yaprak
4	Asma Yaprağı	<i>Vitis vinifera L.</i>	Yaprak
5	Aspir	<i>Carthamus tinctorius L.</i>	Yaprak
6	Ayı Üzüümü	<i>Vaccinium myrtillus L.</i>	Meyve
7	Ayva Yaprağı	<i>Cydonia oblonga Miller</i>	Yaprak
8	Böğürtlen Yaprağı	<i>Rubus canescenc Dc.</i>	Yaprak
9	Civan Perçemi	<i>Achillea sp.</i>	Çiçek ve Sap
10	Ebe Gümece	<i>Malva sylvestris</i>	Yaprak
11	Eğir Kökü	<i>Acorus calamus</i>	Kök
12	Havaciva	<i>Alkanna tinctoria Tausch</i>	Kök ve Sap
13	Helile	<i>Terminalia citrina</i>	Meyve
14	Hibiscus	<i>Hibiscus sabdariffa</i>	Çiçek
15	Huş Ağacı	<i>Betula pendula Roth</i>	Yaprak
16	Ihlamur	<i>Tilia tomentosa</i>	Yaprak
17	Isırgan Otu	<i>Urtica dioica L.</i>	Toprak üstü kısmı
18	İndigo	<i>Indigofera tinctoria L.</i>	Yaprak
19	Karabaş	<i>Lavandula stoechas L.</i>	Yaprak
20	Kat-Hindi	<i>Acacia catechu</i>	Öz odun
21	Katır Tırnağı	<i>Genista tinctoria L.</i>	Yaprak
22	Kestane	<i>Castanea sativa</i>	Kabuk
23	Kına	<i>Lawsonia inermis L.</i>	Yaprak
24	Kiraz Sapı	<i>Cerasus avium L. Moench</i>	Sap
25	Kök Boya	<i>Rubia tinctorum L.</i>	Kök
26	Kuşburnu	<i>Rosa spp.</i>	Yaprak
27	Melisa	<i>Mellissa officinalis L.</i>	Yaprak
28	Murt	<i>Myrtus communis L.</i>	Yaprak
29	Mürver	<i>Sambucus nigra L.</i>	Yaprak
30	Nane	<i>Mentha spicata L.</i>	Yaprak
31	Nar Kabuğu	<i>Punica granatum L.</i>	Meyve kabuğu
32	Okalptüs	<i>Eucalyptus camadulensis Dehn.</i>	Yaprak
33	Papatya	<i>Anthemis tinctoria L.</i>	Çiçek ve Sap
34	Sarı Kantaron	<i>Hypericum perforatum L.</i>	Toprak üstü kısmı
35	Sığır Kuyruğu	<i>Verbascum sp.</i>	Yaprak
36	Soğan Kabuğu	<i>Allium cepa L.</i>	Dış Kabuk
37	Sumak	<i>Rush coriaria L.</i>	Bitki Meyvesi
38	Yarpuz	<i>Mentha pulegium</i>	Dal ve Yaprak
39	Yoğurt Otu	<i>Galium verum L.</i>	Toprak üstü kısmı
40	Zerdeçal	<i>Curcuma longa L.</i>	Kök

Pamuklu kumaşlar Çizelge 3.2’de genel ve latince adları verilen 40 farklı bitkiden elde edilen ekstraktlarla (sadece indigo bitkisinden ekstrakt eldesi yapılmamış, bunun yerine hazır toz haldeki doğal indigo boyarmaddesi kullanılmıştır) mordan kullanılmadan bitki ekstraktlarının kendi pH’ında boyanmıştır. Ardından boyanan numunelerin spektrofotometre ile renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* değerleri ölçülmüştür. Ayrıca boyanmış numunelerin renkleri görsel yolla da değerlendirilmiş ve gün ışığı altında fotoğrafları çekilmiştir.

✓ **Doğal boya ekstraktının hazırlanması:** 50 g. bitki 1 L saf su içerisinde yarım saat süreyle kaynatıldıktan sonra, ekstrakt gaze bezi ile filtre edilmiştir. Filtre edilen bu boya ekstraksiyonları saf su ile 1 L’ye tamamlandıktan sonra denemelerde boyama flottesini olarak kullanılmıştır.

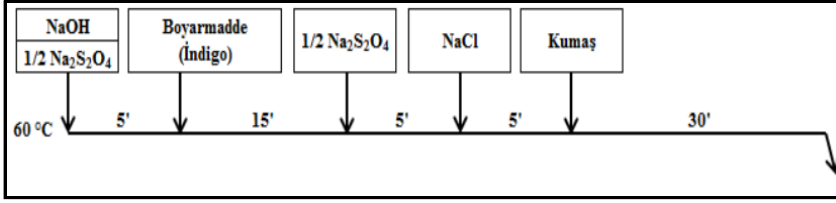
➤ **Doğal boyalarla boyama:** 10’ar gramlık pamuklu kumaş numuneleri hazırlanan boya ekstraktları ile 1:15 flotte oranında Termal HT boyama cihazında boyanmıştır. Filtre edilmiş boya ekstraktları boyama işlemlerinde doğrudan flotte olarak kullanılmıştır. Denemelerde pH ayarı yapılmamış olup, her bitki kendi ekstraktının pH’ında boyanmıştır. Boyama işlemlerine ait boyama grafiği Şekil 3.1’de verilmektedir. Boyama sonrası numuneler sırasıyla soğuk durulama - ılık durulama - ılık sabunlama - soğuk durulama - soğuk durulama işlemlerine tabi tutulup kurutulmuştur.



Şekil 3.1. Doğal boyalarla pamuklu kumaşların boyanmasına ilişkin boyama grafiği

➤ **İndigo ile boyama:** Sud kostiğin tamamı (2,88 g/L) ve hidrosülfidin yarısı (2 g/L) eklenmiş flotte ile 60°C’da boyama işlemine başlanmış 5 dakika sonra flotteye %3 indigo boyarmaddesi ilave edilmiştir. 15 dakika işlem sonrası hidrosülfidin diğer yarısı (2 g/L) ve 5 dakika sonra da tuz (30 g/L) ilave edilerek 5 dakika daha boyanın küplenmesi işlemine devam edilmiştir. Ardından pamuklu kumaş flotteye eklenerek 30 dakika boyama işlemi yapılmıştır. İndigo ile boyama işlemi 1:30 flotte oranında Şekil 3.2’de verilen boyama

grafığı kullanılarak yapılmıştır. Boyama sonrası sırasıyla soğuk durulama - oksidasyon (2 g/L H₂O₂ ile) - soğuk durulama - ılık sabunlama - soğuk durulama işlemleri uygulanmıştır.



Şekil 3.2. İndigo boyama işlemine ait boyama grafığı

Yukarıda verilen reçete ve boyama grafikleri çeşitli ön denemeler sonucunda karşılaştırılmıştır. Yapılan denemeler sonucunda pamuğu doğrudan boyamaya elverişli bitkiler sarı için nar kabuğu ve zerdeçal, mavi için indigo, yeşil için helile, sarımsak-kahverengi için soğan kabuğu ve kırmızımsak-kahverengi için kat-hindi olarak tespit edilmiştir. Elde edilen rengin yanı sıra boyamacılık açısından büyük önem taşıyan bir faktör de haslıklar olduğundan bu bitkilerle mordan kullanılmadan yapılan boyamaların yıkama, sürtme, ışık ve ter haslığı değerleri de test edilmiştir.

3.2 Mordan Kullanımının Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Doğal boyaların liflere bağlanmasında H köprüleri ve hidrofobik etkileşimler rol oynamaktadır. Bu bağlar zayıf etkileşimler olup, iyi haslıkların eldesi için doğal boyaların çoğu mordan adı verilen ağır metal tuzlarının kullanımını gerektirmektedir (Vankar 2000). Bitmiş ürünlerde çeşitli ağır metaller için bulunmasına izin verilen üst limitler As: 1 ppm, Pb: 1 ppm, Cd: 2 ppm, Cr: 2 ppm, Co: 4 ppm, Cu: 50 ppm, Ni: 4 ppm ve Zn: 20 ppm şeklindedir. Metallerin bulunmasına izin verilen üst limitleri üründen ürüne değiştiği gibi, çeşitli Eco işaretleri arasında da farklılık gösterebilmektedir (Gulrajani 1999).

Günümüzde krom kırmızı listeye alınmış olup, hem boyalı tekstil materyalinin hem de atık flottenin çevre dostu olmasını sağlamak için bu metalin kullanımından kaçınılmalıdır. Bakırın da kullanımı sınırlandırılmış olmakla birlikte, bakır için verilen üst limitler oldukça yüksektir ve bu nedenle düşük miktarlarda bakır kullanımı durumunda tekstil materyali üzerindeki limit değerler aşılmamaktadır (Saxena ve Raja 2014). Buna karşın alüminyum, demir ve kalay için üst limit yoktur (Gulrajani 1999). Ancak kalayın tekstil materyali

üzerindeki varlığına ilişkin bir üst limit bulunmamasına karşın, bu metalin atık flottede bulunması çevresel açıdan istenmemektedir (Saxena ve Raja 2014). Dolayısı ile alüminyum ve demirin mordan olarak kullanılmasının güvenli olduğu söylenebilir. Ancak atık yükünün artmaması için kullanım miktarlarının optimize edilmesi gerekmektedir (Gulrajani 1999). Dolayısı ile çevresel faktörler açısından değerlendirme yapıldığında geriye alüminyum ve demir olmak üzere iki metal kalmıştır. Bunlar arasından bir seçim yapmak gerekirse renk üzerine etkilerini dikkate almak yerinde olacaktır.

Bugün endüstriyel üretimde mordanlama gerektiren doğal boyaların kullanılmasını engelleyen faktörlerden birisi de elde edilecek son rengin mordan ilavesine kadarki aşamada görülememesi ve mordan ilavesinden sonra koordinatif bağlanmanın başlamasından dolayı geriye dönüşün mümkün olmamasıdır. Bu durum ayrıca tekrarlanabilirliği de düşüren ve boyamacılar açısından hoş karşılanmayan bir durumdur. Demir mordanı kullanılması durumunda renkler oldukça koyulaşmakta ve bitkiye bağlı olarak farklı renkler elde edilebilmektedir. Yani mordan etkisiyle bir renk değişimi söz konusudur. Oysa alüminyum tuzlarıyla yapılan mordanlamada, bu bileşikler kendileri de renksiz olduklarından bitkinin içeriğindeki boya ile kompleks oluşturduklarında rengin cinsini değiştirmemekte, sadece renklerin daha doygun ve parlak görünmesini sağlamaktadır.

Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında bu tez çalışmasında çeşitli bitkilerden elde edilen doğal boyalarla boyamada renk verimi ve/veya haslıkların geliştirilip geliştirilemeyeceğini gözlemlemek için potasyum alüminyum sülfat ($KAl(SO_4)_2$) varlığında da boyamalar yapılmıştır. Bu denemelerde önceki bölümden farklı olarak indigo ile çalışılmamıştır. Zira indigo mordan kullanımına ihtiyaç göstermeyen bir doğal boyadır. Boyanan numunelerin spektrofotometre ile renk verimi (K/S) ve CIE $L^*a^*b^*$ değerleri ölçülmüştür. Ayrıca boyanmış numunelerin renkleri görsel yolla da değerlendirilmiş ve gün ışığı altında fotoğrafları çekilmiştir.

Yapılan denemeler sonucunda mordan kullanılması durumunda pamuğu yüksek renk veriminde boyayan bitkiler sarı için nar kabuğu ve zerdeçal, yeşil için helile, sarımtrak-kahverengi için soğan kabuğu ve kırmızımtrak-kahverengi için kat-hindi olarak tespit edilmiştir. Elde edilen rengin yanı sıra boyamacılık açısından büyük önem taşıyan bir faktör de haslıklar olduğundan bu bitkilerle mordan kullanılarak yapılan boyamaların yıkama, sürtme, ışık ve ter haslığı değerleri de test edilmiştir.

3.3 Biyomordanla Ön İşlemin Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Son yıllarda doğal boyalarla pamuğun boyanmasında elde edilen renk verimi ve haslıklar geliştirmek amacıyla üzerinde çalışılan konulardan birisi de biyomordanlarla ön işlem yapılmasıdır. Biyomordan olarak nitelendirilen doğal mordanlar aslında tanen esaslı bitkilerdir. Bitkisel tanenler yapı olarak hidrolize olabilen tanenler ve kondanze tanenler olmak üzere iki ana sınıfa ayrılmaktadır (Gulrajani 1999). Bu çalışmada hidrolize olabilen tanen olarak mazı ve nar kabuğu, kondanze tanen esaslı bitki olarak kat-hindi kullanılmıştır. Pamuklu kumaşlar 20 g/L tanen esaslı bitki ekstraktı ile 60°C'da 60 dakika ön işleme tabi tutulmuş ve ardından normalde pamuk üzerinde düşük renk verimi sağladığı tespit edilmiş olan 50 g/L'lik kök boya ekstraktı ile boyanmıştır. Boyanan numunelerin spektrofotometre ile renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* değerleri ölçülmüştür. Ayrıca numunelere yıkama ve sürtme haslığı testleri de yapılmıştır.

3.4 Kitosanla Kimyasal Modifikasyonun Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesi

Bilindiği gibi pamuk yapısında %88-96 oranında selüloz içeren doğal bir lifdir. Doğal selüloz lifleri yapısındaki hidroksil gruplarının oksidasyonu sonucu oluşmuş olan karboksil grupları içerdiğinden az da olsa negatif yüke sahiptir. Selülozik liflerin yüzeyindeki negatif yükler anyonik boyaları itmekte ve bu durum düşük boyama verimiyle sonuçlanmaktadır. Bu problemin üstesinden gelmek için, literatürde pamuk liflerinin boya alımını ve elde edilen haslıkları geliştirmek için pek çok çalışma yapılmıştır. Çalışmaların birçoğu pamuk liflerinin yapısına anyonik boyalarla etkileşime girebilecek katyonik grupların eklenmesi üzerine odaklanmıştır. Bu amaçla çeşitli katyonik maddelerle kimyasal modifikasyonun ötesinde kitosanla ön işlemin etkisi de denenmiştir (Saowanee ve ark. 2007).

Pamuğu katyonikleştirmek için günümüzde çeşitli reaktif gruplara sahip kuaterner katyonik maddeler veya aminler ile katyonikleştirme, amin uç gruba sahip dendrimerler ile katyonikleştirme gibi çeşitli alternatifler bulunsa da bu çalışmada doğal boyalarla boyanmış tamamen organik bir ürün hedeflendiğinden, katyonikleştirme işleminin de doğal bir madde ile yapılmasının daha uygun olacağı düşünülmüş ve katyonikleştirme işlemi için kitosan seçilmiştir.

Pamuk liflerinin amin grubu içeren kitosanla kimyasal modifikasyonu öncesi oksidatif ön işlem görmesinin liflere aktarılan kitosan miktarını arttıracığı literatürde yapılmış pek çok çalışmada ortaya konulmuştur. Zira kitosan moleküllerinin sahip olduğu amin grupları pamuk liflerindeki primer ve sekonder alkol grupları ile değil, bunların oksidasyonu sonucu oluşan aldehit ve karboksilik asit grupları ile daha kolay reaksiyona girerek liflere bağlanabilmektedir. Bu nedenle, literatürde kitosan ile pamuğun arasındaki etkileşimin artırılması için oksidatif ön işlemin bir zorunluluk olduğu belirtilmektedir. Sodyum meta periyodat ile oksidatif ön işlem sırasında selülozun yapısındaki sekonder alkol grupları aldehit gruplarına yükseltgenmekte ve oluşan bu aldehit grupları kitosanın yapısındaki amino grupları ile reaksiyona girmektedir (Mohamed ve ark. 2011).

Bu düşünceden hareketle, çalışmanın ilk aşamasında pamuklu kumaşlara sodyum periyodat ile oksidatif ön işlem uygulanmıştır. Bu işlem sırasında optimum çalışma koşullarının belirlenmesi için selülozik liflerin yapısındaki aldehit grubu artışına karşılık örme kumaşın patlama mukavemetindeki düşüşe bakılarak zararın kabul edilebilir sınırlar içerisinde kaldığı en yüksek aldehit grubu sayısının tespit edilmesi gerekmektedir. Daha önce *Namırtı* tarafından yapılmış yüksek lisans tez çalışmasında pamuklu örme kumaş için sodyum periyodat ile ön işlemin optimum koşulları 2 g/L sodyum meta periyodat ile pH 5,5'da (asetik asit ile) 50°C'da 30 dak. işlem olarak bulunmuş olduğundan bu çalışmada ön işlemler bu koşullarda gerçekleştirilmiştir (Namırtı 2013).

Oksidatif ön işlem görmüş ve ön işlemsiz pamuklu kumaşlar 60°C'daki %2'lik asetik asit içerisinde çözülmüş olan kitosan çözeltisi ile muamele edilmiştir. Kitosanla işlemin optimizasyonunda incelenen parametreler;

- Süre: 15'-30'-60'' ve
- Kitosan konsantrasyonu: %2,5-%5-%10

şeklindedir. Kitosanla işlem sonrası flotte boşaltılıp, kumaş numuneleri soğuk su ile durularak kurutulmuştur. Denemelerde kullanılan kitosanın özellikleri Çizelge 3.3'de verilmektedir.

Çizelge 3.3. Denemelerde kullanılan kitosanın özellikleri

Ticari Marka	Acros Organics
Molekül ağırlığı	600,000-800,000
Deasetilasyon derecesi	%85,5

Daha sonra,

- Sadece kitosanla optimum koşullarda işlem görmüş kumaş ve
- Oksidatif ön işlem sonrası kitosanla işlem görmüş kumaş

numuneleri kök boya ile boyanmış ve boyanan numunelerin renk verimleri karşılaştırılarak kitosanla işlem öncesi bir oksidatif ön işlemin gerekli olup olmadığı saptanmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucu kitosan ile ön işlem öncesi oksidatif işlem yapılmasının yararlı olduğu ve en iyi sonuçların %10'luk kitosanla 15 dak. işlem olduğu saptanmıştır. Böylece pamuklu kumaşların doğal boyalarla boyanabilirliğinin geliştirilmesi için kitosanla ön işleme ilişkin optimum koşullar saptanmıştır. Bundan sonra oksidatif ön işlem sonrası optimum koşullarda kitosanla işlem görmüş pamuklu kumaşlar 39 farklı bitki ile boyanmıştır. Bu denemelerde de indigo ile çalışılmamıştır. Zira daha önce de belirtildiği üzere indigo pamuğu doğrudan boyamaya elverişli bir doğal boyadır. Boyanan numunelerin spektrofotometre ile renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* değerleri ölçülmüştür. Ayrıca boyanmış numunelerin renkleri görsel yolla da değerlendirilmiş ve gün ışığı altında fotoğrafları çekilmiştir.

Yapılan denemeler sonucunda pamuklu kumaşın kitosanla ön işlem yapılması durumunda pamuğu yüksek renk veriminde boyanmasını sağlayan bitkiler sarı için nar kabuğu ve zerdeçal, yeşil için helile ve kırmızımtrak-kahverengi için kat-hindi ve soğan kabuğu olarak tespit edilmiştir. Elde edilen rengin yanı sıra boyamacılık açısından büyük önem taşıyan diğer bir faktör de haslıklar olduğundan bu bitkilerle kitosanla ön işlem görmüş pamuklu kumaşların boyanmasına ilişkin numunelerin yıkama, sürtme, ışık ve ter haslığı değerleri de test edilmiştir.

3.5 Doğal Boyaların UV Koruyuculuk Özelliklerinin Belirlenmesi

40 farklı bitki ile mordan kullanılmadan yapılan boyamalar sonucunda pamuklu kumaşların boyanmasında gerek verim gerekse de haslık açısından en iyi sonucu veren bitkiler tespit edildikten sonra bu bitkilerle boyanmış kumaş numunelerine UV koruyuculuk testleri uygulanarak, doğal boyalarla boyamanın pamuklu kumaşlarda UV koruyuculuk etkisi sağlayıp sağlamadığı da incelenmiştir. Ancak öncelikle kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve söz konusu bitkilerden sadece literatürde daha önce üzerinde çalışılmamış olanlarla (zerdeçal ve soğan kabuğu) boyanmış pamuklu kumaşların UV koruyuculuk özellikleri test edilmiştir.

Kumaş numunelerinin UV transmisyon analizleri Labsphere UV Transmittance Analyser, Model-UV 2000S kullanılarak AS/NZS 4399:1996 standardına göre İTKİB İTA Eğitim Araştırma ve Danışmanlık Ltd. Şti.'de yaptırılmıştır. 5*5 cm'lik numuneler kesilmiş ve 290-400 nm arasında transmisyon ölçümleri yapılmıştır. Üçer ölçüm sonucunda elde edilen UVA (315-400 nm) ve UVB (290-315 nm) transmisyon değerlerinin (%) ortalaması hesaplanmıştır. Bu standarda göre UV koruyuculuk değeri 10-19 arasında olan numuneler “orta”, 20-29 arasında olan numuneler “yüksek”, 30-49 arasında olan numuneler “çok yüksek”, 50 ve üzeri olan numuneler ise “maksimum” olarak değerlendirilmektedir (Bilimis 1994).

3.6 Doğal Boyaların Antibakteriyellik Özelliklerinin Belirlenmesi

40 farklı bitki ile mordan kullanılmadan yapılan boyamalar sonucunda pamuklu kumaşların boyanmasında gerek verim gerekse de haslık açısından en iyi sonucu veren bitkiler tespit edildikten sonra bu bitkilerle boyanmış kumaş numunelerine antibakteriyellik testleri uygulanarak, doğal boyalarla boyamanın pamuklu kumaşlarda antibakteriyellik etkisi sağlayıp sağlamadığı da incelenmiştir. Ancak öncelikle kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve söz konusu bitkilerden sadece literatürde daha önce üzerinde pek çalışılmamış olan soğan kabuğu ile boyanmış pamuklu kumaşların antibakteriyellik özelliği test edilmiştir.

Kumaş numunelerine antibakteriyellik testleri AATCC 100 standardına göre EKOTEKS Laboratuvarında hizmet alımı yoluyla yaptırılmıştır. Testler ATCC 6538 kodlu

gram pozitif *Staphylococcus aureus* ve ATCC 4352 kodlu gram negatif *Klebsiella pneumoniae* bakterilerine karşı gerçekleştirilmiştir.

AATCC 100 test metodunda tekstil yüzeylerindeki antibakteriyel aktivite derecesi nicel olarak tayin edilmektedir. Aynı ölçülerde hazırlanan kontrol kumaş numunesi ve antibakteriyel etkinliği ölçülecek kumaş numunesi sterilize edildikten sonra ekim işlemi gerçekleştirilmektedir. Numune içeriğinde 10^5 /ml yoğunlukta mikroorganizma bulunan 1 ml çözelti ile ıslatılmaktadır. Islatılan numune daha sonra nötralizasyon çözeltisi içine atılır. Nötralizasyon çözeltisi belli konsantrasyonlara seyreltilerek katı besi yeri üzerine ekim yapılmaktadır. Bu işlemin amacı bakteri sayısını sayılabilecek düzeye indirgemektir. Ekim yapılan tüm petripler 37°C 'da 48 saat süreyle etüvde bekletildikten sonra sayım yapılarak değerlendirilmektedir. Bu test yönteminde bakterilerdeki % azalma değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır (Akar ve Oktav 2013).

$$\% R = 100 (B - A) / B \quad (3.1)$$

R (%): Oransal azalma

A: Numune ile temas etmiş olan nötralizasyon çözeltisi içinde bulunan organizma sayısı

B: Başlangıç anındaki bakteri sayısı

Değerlendirmelerde Kullanılan Test Yöntemleri

➤ **Renk ölçümü:** Kumaşların remisyon (%R) değerlerinin ölçümleri Macbeth E700 spektral fotometresi kullanılarak D65 gün ışığı altında, 10° gözlem açısı altında yapılmıştır. 400-700 nm'lik spektral bölgede ve her boya için kendi maksimum absorpsiyon (minimum remisyon) dalga boyunda ölçülen remisyon (%R) değerleri ile Kubelka-Munk eşitliğinden faydalanılarak renk verimi (K/S) değerleri hesaplanmıştır.

$$K/S = (1 - R)^2 / 2 * R \quad (3.2)$$

R: Maksimum absorpsiyon dalga boyundaki (λ_{max}) reflektans

K: Absorsiyon katsayısı

S: Yansıma katsayısı

Spektral fotometre ile numunelerin ayrıca CIE $L^*a^*b^*$ değerleride ölçülmüştür.

L*: Açıklık/koyuluk değeri (+ daha açık, - daha koyu)

a*: Kırmızılık/yeşillik değeri (+ daha kırmızı, - daha yeşil)

b*: Sarılık/mavilik değeri (+ daha sarı, - daha mavi)

➤ **Yıkamaya karşı renk haslığı tayini:** Boyanmış numunelerin yıkama haslığı tayini TS-7584'e (ISO-105 C06) göre yapılmıştır. Yıkama haslığı tayini için bir yüzüne multifiber dikilmiş olan numune, 60°C'da 30 dakika süreyle 4 g/L'lik deterjan (ECE) çözeltisiyle işleme tabi tutulmuştur. Numuneler durulanıp kurutulduktan sonra multifibre kumaşa olan akma değerleri gri skala ile (1-5 arası) değerlendirilmiştir.

➤ **Sürtünmeye karşı renk haslığı tayini:** Numunelerin sürtünmeye karşı renk haslığı tayini TS-717'ye (ISO 105-X12) göre sürtünme test cihazı (crockmeter) ile kuru ve yaş olarak yapılmış ve gri skala ile (1-5 arası) değerlendirilmiştir.

➤ **Işığa karşı renk haslığı tayini:** Boyalı numunelerin ışığa karşı renk haslığı tayini TS-1008'e (ISO 105 BO2) göre yapılmış ve mavi skala (1-8 arası değerler, 1: zayıf, 8: mükemmel) değerlendirilmiştir.

➤ **Ter haslığı tayini:** Numunelerin ter haslığı tayini TS EN - ISO 105-D01'e göre asidik ve bazik olarak yapılmış ve gri skala ile (1-5 arası) değerlendirilmiştir.

Denemelerde Kullanılan Cihaz ve Makineler

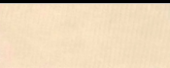

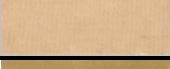
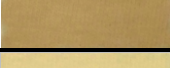
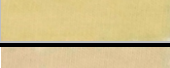
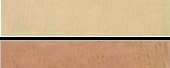
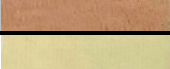
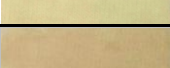
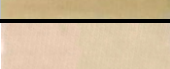
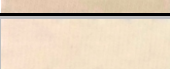
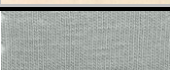
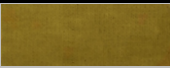

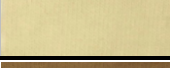
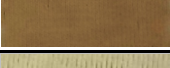



- Tem marka TPG 4203X model hassas terazi
- Laboratuvar tipi Termal HT boyama cihazı
- Prowhite marka CDN-13-886 model etüv
- Prowhite marka WQA model sürtme haslığı test cihazı
- Nüve marka ND8 model destilasyon cihazı
- SDL Atlas marka I50S+PLUS model ışık haslığı test cihazı
- Atac marka perspirometre ter haslığı test cihazı
- X-Rite marka Color i7 model bilgisayarlı spektral fotometre
- Prowhite marka çeker ocak
- SDL Atlas marka gramaj için kumaş kesici
- Scilogex marka MS-H-S model manyetik karıştırıcı
- Akel marka ısıtıcı plaka

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

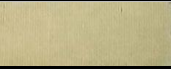
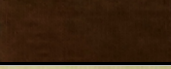
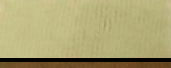
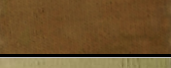
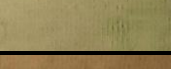


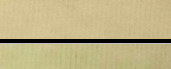
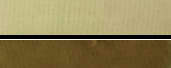
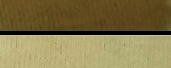
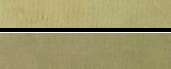
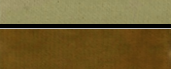
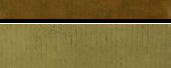
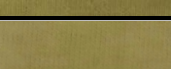
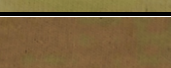
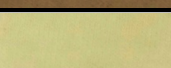
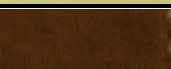

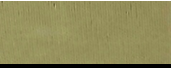
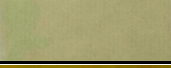
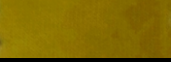

4.1 Pamuğu Doğrudan Boyamaya Elverişli Bitkilerin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

40 farklı bitkiyle mordan kullanılmadan yapılan boyama işlemlerine ait renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* sonuçları ile boyanmış numunelere ait fotoğraflar Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1. 40 farklı bitkiyle yapılan boyama işlemlerine ait renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* sonuçları ile boyanmış numunelere ait fotoğraflar

No	Bitki Adı	Renk	L*	a*	b*	C*	h°	λ (nm)	%R	K/S
1	Ağaç Hatmi		88,12	0,44	9,13	9,14	87,21	400	50,91	0,24
2	Akdiken		89,22	0,01	7,95	7,95	89,93	400	55,78	0,18
3	Alıç		78,65	6,35	9,44	11,38	56,08	400	41,74	0,41
4	Asma Yaprağı		76,82	4,19	16,11	16,65	75,44	400	27,20	0,97
5	Aspir		80,14	2,08	17,68	17,80	83,29	400	31,56	0,74
6	Ayı Üzüümü		80,52	3,60	9,19	9,87	68,59	400	41,82	0,40
7	Ayva Yaprağı		71,80	9,96	11,18	14,98	48,29	400	32,07	0,72
8	Böğürtlen Yaprağı		85,36	0,07	16,47	16,47	89,76	400	35,62	0,58
9	Civan Perçemi		80,68	2,33	15,44	15,61	81,42	400	34,06	0,64
10	Ebegümece		81,42	2,74	8,16	8,60	71,43	400	44,96	0,34
11	Eğir Kökü		87,94	1,43	6,81	6,96	78,13	400	57,24	0,16
12	Hava-cıva		74,14	-0,08	0,21	0,24	109,32	400	43,50	0,37
13	Helile		71,92	0,73	22,92	22,94	88,17	400	12,14	3,18
14	Hibiscus		69,16	3,25	6,85	7,58	64,63	400	29,73	0,83
15	Huş Ağacı		82,07	1,35	12,40	12,47	83,77	400	39,63	0,46
16	Ihlamur		74,64	6,87	10,86	12,85	57,70	400	26,31	1,03
17	Isırgan Otu		75,79	1,48	8,37	8,50	79,98	400	36,35	0,56
18	İndigo		57,77	-4,90	-17,48	18,15	254,34	660	15,10	2,39

Çizelge 4.1. (Devam) 40 farklı bitkiyle yapılan boyama işlemlerine ait renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* sonuçları ile boyanmış numunelere ait fotoğraflar

No	Bitki Adı	Renk	L*	a*	b*	C*	h°	λ (nm)	%R	K/S
19	Karabaş		78,35	2,00	10,35	10,54	79,06	400	36,46	0,55
20	Kat-Hindi		59,27	8,62	13,16	15,74	56,77	400	15,40	2,32
21	Katır Tırnağı		81,86	1,87	11,98	12,12	81,14	400	41,06	0,42
22	Kestane		69,84	5,91	11,76	13,16	63,32	400	26,91	0,99
23	Kına		74,62	1,54	7,72	7,87	78,72	400	35,51	0,59
24	Kiraz Sapı		77,63	6,60	10,56	12,45	58,01	400	38,60	0,49
25	Kök Boya		69,55	6,96	5,83	9,08	39,96	400	33,51	0,66
26	Kuşburnu		83,10	3,64	10,85	11,44	71,48	400	42,88	0,38
27	Melisa		81,19	1,65	11,64	11,76	81,92	400	37,47	0,52
28	Murt		74,94	2,83	13,62	13,91	78,24	400	27,11	0,98
29	Mürver		82,78	1,50	13,78	13,87	83,78	400	38,27	0,50
30	Nane		79,44	1,11	9,62	9,68	83,43	400	38,92	0,48
31	Nar Kabuğu		73,76	2,67	24,32	24,47	83,73	400	18,30	1,82
32	Okaliptüs		78,80	2,00	12,63	12,79	81,01	400	33,29	0,67
33	Papatya		82,03	1,89	14,39	14,52	82,52	400	37,58	0,52
34	Sarı Kantaron		76,79	3,39	11,84	12,31	74,00	400	33,86	0,65
35	Sığır Kuyruğu		85,69	0,96	15,91	15,94	86,56	400	42,53	0,39
36	Soğan Kabuğu		65,93	7,32	17,57	19,03	67,40	400	17,41	1,96
37	Sumak		78,86	2,64	9,66	10,01	74,70	400	35,64	0,58
38	Yarpuz		79,04	0,50	11,64	11,66	87,54	400	33,50	0,66
39	Yoğurt Otu		85,77	0,11	14,22	14,22	89,55	400	40,53	0,44
40	Zerdeçal		82,73	3,36	54,62	54,73	86,48	440	16,33	2,14

Çizelge 4.1’de verilen gerek renk verimi (K/S) değerleri gerekse de boyanmış numunelere ait fotoğraflar incelendiğinde bitkilerin pamuğu boyayıp-boyamama özelliklerine göre dört grup altında toplanabileceği söylenebilir. Bazı bitkiler pamuğu hiç boyamaz ya da hafifçe kirletirken (renk verimi değerleri 0,35’den küçük olanlar), bazıları düşük renk verimi (renk verimi değerleri 0,35 ile 0,84 arasında olanlar), bazıları orta renk verimi (renk verimi değerleri 0,85 ile 1,79 arasında olanlar), bazıları ise iyi renk verimi (renk verimi değerleri 1,80 ve daha büyük olanlar) sağlayacak şekilde boyayabilmektedir. Burada boyamada elde edilen renk verimine bakılarak bitkilerin pamuğu boyama durumu belirlenirken gözle yapılan değerlendirmeler dikkate alınmıştır. Gözle yapılan değerlendirmelerde sağladığı renk verimi 0,35’den daha düşük olan bitkilerin pamuk üzerinde renk oluşturmadığı, buna karşın sağladığı renk verimi 1,80 ve üzeri olan bitkilerin pamuk üzerinde oldukça doygun bir renk verdiği görülmüştür. Dolayısı ile her bir sınıf için belirlenmiş olan sınır değerler (alt ve üst değer aralıkları) mutlak değerler olmayıp, daha farklı değerler de sınır değer olarak alınabilir. Burada esas olan renk verimi değerleri dikkate alındığında bitkileri pamuğu boyama durumuna göre en az boyayandan en çok boyayana doğru dört gruba ayırmaktır. Sözü edilen gruplandırma kriterlerine göre bitkilerin sınıflandırılması Şekil 4.1’de şematik olarak gösterilmektedir.

BİTKİLERİN MORDAN KULLANILMADAN PAMUĞU BOYAMA DURUMLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI				
HİÇ BOYAMAYANLAR	DÜŞÜK RENG VERİMİNDE BOYAYANLAR		ORTA RENG VERİMİNDE BOYAYANLAR	YÜKSEK RENG VERİMİNDE BOYAYANLAR
Ağaç Hatmi	Alıç Yapağı	Kökboya	Asma Yapağı	Helile
Akdiken	Aspir	Kuşburnu	Hibiscus	Kat Hindi
Ebe Gümece	Ayı Üzümlü	Melisa	İhlamur	Nar Kabuğu
Eğir Kökü	Ayva Yapağı	Mürver	Kestane	Soğan Kabuğu
	Böğürtlen Yapağı	Nane	Murt	Zerdeçal
	Civan Perçevi	Okaliptüs		
	Havacıva	Papatya		
	Huş Ağacı	Sarı Kantaron		
	Isırgan	Sığır Kuyruğu		
	Karabaş	Sumak		
	Katır Tırnağı	Yarpuz		
	Kına	Yoğurt Otu		
	Kiraz Sapı			

Şekil 4.1. Çeşitli bitkilerin mordan kullanılmadan pamuk liflerini boyayıp-boyamama durumlarına göre sınıflandırılması

Çizelge 4.1’de elde edilen renkler incelendiğinde, pamuğu iyi renk veriminde boyayan bitkileri verdikleri renge göre şu şekilde sınıflandırmak mümkündür;

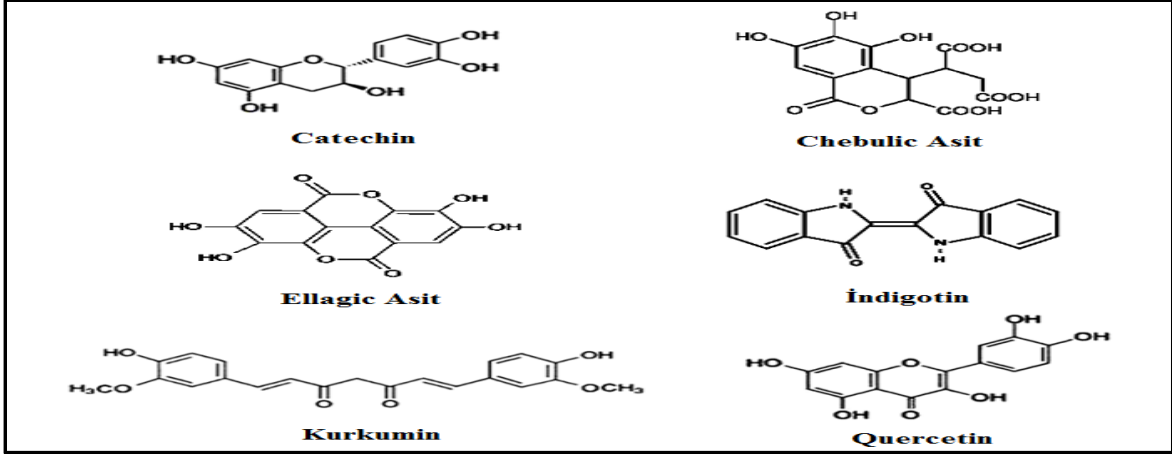
- **Sarı ve tonları:** nar kabuğu, zerdeçal
- **Mavi ve tonları:** indigo
- **Yeşil ve tonları:** helile
- **Sarı-kahve ve tonları:** soğan kabuğu
- **Kırmızı-kahve ve tonları:** kat-hindi

Söz konusu bitkilerin pamuk liflerini neden boyadığını anlamak için bu bitkilerin yapısındaki renk veren grupların neler olduğunun aydınlatılması gerekmektedir. Literatür incelendiğinde bu amaçla çeşitli çalışmalarda yüksek performans sıvı kromatografisi (HPLC), ince tabaka kromatografisi (TLC), yüksek performans ince tabaka kromatografisi (HPTLC), kütle spektroskopisi gibi tekniklerin kullanıldığı görülmektedir. Pamuk lifleri üzerinde 40 farklı bitki ile yapılmış boyama denemeleri sonucunda pamuk liflerinde doğrudan (boyamada mordan kullanımına veya liflere kimyasal modifikasyon yapılmasına gerek olmadan) yüksek renk verimi sağlayan bitkilerin yukarıda belirtildiği üzere helile, indigo, kat-hindi, nar kabuğu, soğan kabuğu ve zerdeçal olduğu görülmüştür. Kapsamlı bir literatür araştırması yapıldığında bu bitkilerin Çizelge 4.2’de verilen ana renklendiricileri içerdiği saptanmıştır. Çizelge 4.2’de ayrıca akrilik lifleri üzerinde yüksek renk verimi sağlayan bitkilerin içerdiği boyaların kimyasal sınıfı ile Color Index numaraları (C.I. No) da verilmektedir.

Çizelge 4.2. Pamuk üzerinde mordan kullanılmadan yüksek renk verimi sağlayan bitkilerin içerdiği boyaların kimyasal sınıfı, içerdiği ana renklendirici ve C.I. noları

Kaynağı	Kimyasal Sınıfı	Ana Renklendirici	C.I. No	Kaynak
Helile	Tanen	Chebulic Asit	C.I. Natural Brown 6	Pateland ve Chattopadhyay 2009, Gokhale ve ark. 2004
İndigo	İndigoid	İndigotin	C.I. Natural Blue 1	Saxena ve Raja 2014
Kat-Hindi	Tanen	Catechin	C.I. Natural Brown 3	Savvidis ve ark. 2014
Nar Kabuğu	Tanen	Ellagic Asit	C.I. Natural Yellow 7	Montazer ve ark. 2004, Savvidis ve ark. 2014
Soğan Kabuğu	Flavonoid	Quercetin	C.I. Natural Yellow 10, 13	Montazer ve ark. 2004
Zerdeçal	Diferuloye-metan	Kurkumin	C.I. Natural Yellow 3	Sabnis 2007

Pamuk liflerinde yüksek renk verimi sağlayan bitkilerin yapısında bulunan ana renklendiricilerin kimyasal formülleri Şekil 4.2’de verilmektedir.



Şekil 4.2: Yüksek renk verimi sağlayan bitkilerin içerdiği ana renklendiricilerin kimyasal formülleri (Gokhale ve ark. 2004, Montazer ve ark. 2004, Sabnis 2007, Pateland ve Chattopadhyay 2009, Shahid ve ark. 2013, Savvidis ve ark. 2014, Shahin ve ark. 2014, Saxena ve Raja 2014)

Şekil 4.2 incelendiğinde pamuk liflerini boyamada iyi sonuç veren bitkilerin içerdiği boyaların kimyasal yapılarında fenolik hidroksil (-OH) grupları veya imino (-NH-) grupları bulunduğu dikkati çekmektedir. Dolayısı ile bu boyalar ile pamuk lifleri arasında van der Waals çekim kuvvetleri ve dipol-dipol etkileşimlerinin yanı sıra, boyaların yapısındaki hidroksil (-OH) veya imino (-NH-) gruplarının hidrojen atomu ile pamuk liflerinin yapısında bulunan hidroksil (-OH) gruplarının oksijen atomları arasında hidrojen köprüleri üzerinden etkileşim oluşacağı söylenebilir.

Çizelge 4.1’de verilen fotoğraflardan da görülebileceği gibi mordan kullanılmadan pamuk lifleri üzerinde bitkilerle en fazla elde edilebilecek renkler; sarı ve kahverengi tonlarıdır. Buna karşın pamuk lifleri üzerinde yüksek renk veriminde mavi ve yeşil renklerini sağlayan sadece birer bitki olmuştur. Bu bitkiler sırasıyla indigo ve heliledir. Pamuk lifleri üzerinde doğrudan yüksek renk veriminde kırmızı renk veren bir bitkiye ise rastlanmamıştır. Herhangi bir doğal boyarmaddenin tekstil boyamacılığında kullanılmasının rantabil olabilmesi için ilk şart birim miktarından elde edilecek renk verimidir. Zira denemelerin gerçekleştirildiği 50 g/L’lik ekstrakt konsantrasyonunda bile iyi bir renk verimi sağlayamayan bir bitkiyi pamuğu boyamada kullanmak uygun olmayacaktır. Genelde bitkilerin yapılarında ağırlıklarının maksimum %5’i civarında boya içerdikleri (Saxena ve Raja 2014) dikkate alınacak olursa 50 g/L’lik ekstraktla boyama yapmak; 1:30 flotte oranında yapılan bir boyamada %7,5’luk boya konsantrasyonuna tekabül etmektedir. Dolayısıyla Şekil 4.1’de

yapılan sınıflandırmada sadece pamuğu iyi renk veriminde boyamış olan bitkilerin pamuk boyamacılığında doğrudan (mordansız) kullanıma elverişli olduğu söylenebilir.

Yukarıdaki açıklamalara göre pamuk liflerinde doğal boyalarla sarı renk eldesi için nar kabuğu ve zerdeçal olmak üzere 2 farklı alternatif bulunduğu söylenebilir. Boyamacılık açısından önemli olan öncelikle elde edilen rengin doygunluğu ve nüansıdır. Bu yaklaşımla bakıldığında gerek verdiği renk tonu gerekse rengin doygunluğu açısından zerdeçalın nar kabuğuna kıyasla daha avantajlı olduğu söylenebilir. Zira birim miktarının sağlamış olduğu renk verimi daha yüksek olduğu gibi, elde edilen renk daha canlıdır. Boyamacılık açısından büyük önem taşıyan bir diğer kriter ise haslıklardır. Çizelge 4.3’de verilen haslık değerlerine bakıldığında sürtme haslıkları açısından aralarında önemli bir fark bulunmamasına karşın, yıkama ve ışık haslıkları açısından nar kabuğunun daha avantajlı olduğunu söylemek mümkündür. Öte yandan doğal boyaların endüstriyel üretimde kullanımı söz konusu olduğunda önem kazanan diğer bir parametre temin edilebilirliktir. Bu açıdan değerlendirme yapılacak olursa, zerdeçalın erişilebilirliğinin daha kolay olduğu söylenebilir. Zira nar kabuğu bir atık olup, buna erişim ancak narın işlendiği gıda fabrikalarının atıklarından söz konusu olabilecektir ki; bu sınırlı bir miktar olacaktır. Ama bir atığın değerlendirilecek olması, zaten çevreci olan doğal boyamacılığa bu bağlamda daha da fazla değer kazandıracaktır. Erişilebilirliğin yanı sıra maliyet de önemli bir kriterdir. Zerdeçalın 35 TL civarında olan kg. fiyatına karşılık, nar kabuğu bir atık olduğundan önemli bir maliyeti yoktur. Dolayısı ile maliyet açısından nar kabuğu daha avantajlı olacaktır. Tüm bu değerlendirmelerin ışığında pamuk lifleri üzerinde sarı renk elde edilmek istendiğinde eğer hedeflenen kullanım alanı için ışık haslığı önemli bir kriter ise ve/veya daha da çevreci niş bir üretim yapılmak isteniyorsa nar kabuğunun, eğer ışık haslığı önemli bir kriter değilse ve/veya yüksek miktarlarda üretim yapılmak isteniyorsa zerdeçalın kullanılmasının yerinde olacağı söylenebilir.

Çizelge 4.1 incelendiğinde yüksek renk veriminde mavi ve yeşil renk tonlarını veren bitkilerin sırasıyla sadece indigo ve helile olduğu görülmektedir. Gerek başka bir alternatifin var olmaması gerekse de yüksek renk verimi ve orta ila iyi seviyelerde haslıklar (bkz. Çizelge 4.3) sağladıkları dikkate alındığında pamuk liflerinde mavi ve yeşil renk eldesi için sırasıyla indigo ve helilenin kullanılabileceği kanaatine varılmıştır.

Çizelge 4.1 incelendiğinde yüksek renk veriminde kahverengi ve tonlarını veren bitkilerin soğan kabuğu ile kat-hindi olduğu görülmektedir. Yalnız soğan kabuklarının verdiği

renk sarımtrak kahverengi iken, kat-hindi ile kırmızımtrak bir kahverengi elde edilmiştir. Gerek başka bir alternatifin var olmaması gerekse de yüksek renk verimi ve orta ila iyi seviyelerde haslıklar (bkz. Çizelge 4.3) sağladıkları dikkate alındığında pamuk liflerinde sarımtrak kahverengi ile kırmızımtrak kahverengi eldesi için sırasıyla soğan kabuğu ve kat-hindinin kullanılabileceği kanaatine varılmıştır. Bu noktada, soğan kabuğunun kullanımının bir atığın değerlendiriliyor olması bakımından avantajlı gibi görünmesine karşılık endüstriyel üretim için yüksek miktarlarda temin edilmek istenildiğinde sorun yaratabileceğini hatırlatmakta fayda vardır. Buna karşın kat-hindinin kg fiyatının 250 TL civarında olması bir dezavantaj gibi görünse de, birim miktar bitkiden elde edilen renk verimi kat-hindinin kullanımının rantabil bir seçim olacağını ortaya koymaktadır.

Elde edilen rengin yanı sıra boyamacılık açısından büyük önem taşıyan bir faktör de haslıklardır. Pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağladığı tespit edilmiş olan helile, indigo, kat-hindi, nar kabuğu, soğan kabuğu ve zerdeçal ile mordan kullanılmadan yapılan boyamaların yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri Çizelge 4.3’de verilmektedir.

Çizelge 4.3. Pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile yapılan boyama işlemlerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri

Bitki Adı	Yıkama Haslığı					Sürtme Haslığı		Işık Haslığı	
	WO	PAC	PES	PA	CO	CA	Kuru		Yaş
Helile	5	5	5	5	5	5	5	2-3	5-6
İndigo	5	5	4	3	5	3	5	4	4-5
Kat-hindi	5	5	5	3	4	4-5	4	3-4	3
Nar kabuğu	5	5	5	5	5	4-5	5	4	4-5
Soğan kabuğu	5	5	5	4	4-5	4-5	4-5	4	3
Zerdeçal	5	5	5	2-3	3	4-5	5	4-5	1-2

Çizelge 4.3 incelendiğinde seçilen bitkilerin hepsinin yıkama ve kuru sürtme haslıklarının iyi ila çok iyi, yaş sürtme haslıklarının ise orta ila iyi seviyelerde olduğu görülmektedir. Işık haslıkları ise nar kabuğu, helile ve indigo ile yapılan boyamalarda iyi; kat-hindi, ve soğan kabuğu ile yapılan boyamalarda orta seviyelerdeyken, zerdeçal ile yapılan boyamada kötüdür.

Boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları Çizelge 4.4’de verilmektedir.

Çizelge 4.4. Pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile yapılan boyama işlemlerine ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Bitki Adı	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
	WO	PAC	PES	PA	CO	CA	WO	PAC	PES	PA	CO	CA
Helile	2	4	4	3	3	4	1-2	3-4	3-4	3	2-3	4
İndigo	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Kat-hindi	4	4-5	4-5	4	3-4	4-5	3-4	4	4-5	4	2-3	4-5
Nar kabuğu	3	3-4	3-4	3-4	3	4	2-3	3	3	3	3	3-4
Soğan kabuğu	4-5	5	5	5	4-5	4-5	4	5	5	5	3-4	4
Zerdeçal	4	4-5	4-5	4	3-4	4	4	4-5	4-5	4	3-4	4

Çizelge 4.4 helile haricindeki bütün doğal boyaların genel olarak hem asidik hem bazik ter haslıklarının orta ila iyi seviyelerde olduğu söylenebilir.

Tüm bu sonuçlara göre pamuğu mordan kullanılmadan boyamaya elverişli bitkiler ve verdikleri renkler şu şekilde sıralanabilir;

- Nar kabuğu ve Zerdeçal - Sarı
- İndigo - Mavi
- Helile - Yeşil
- Soğan kabuğu - Sarımtrak-kahverengi
- Kat-hindi - Kırmızımtrak-kahverengi

Ancak indigo boyarmaddesinin diğer doğal boyalardan farklı olarak çözünür hale getirilmesi için bazik ortamda indirgeme işlemine ihtiyaç duyması bu boyanın diğerleriyle bir arada karışım halinde kullanılmasını engellemektedir. Yani diğer bir deyişle pamuk liflerinde doğal boyalarla trikromi (sarı-kırmızı-mavi karışımı) boyama yapmak mümkün değildir. Ancak tekli boyamaların yapılması mümkündür. Ya da önce birinci adımda indigo ile mavi renkte boyama yapıp, ardından ikinci banyoda diğer renk veya renklerle boyama yapmak şeklinde ara renklerin eldesi mümkün olabilecektir. Örneğin ilk adımda indigo ile mavi renge boyama yaptıktan sonra ikinci adımda zerdeçal ile sarı renge boyama yapılacak olursa yeşil renk elde edilebilecektir.

Çizelge 4.1’de verilen fotoğraflardan da görülebileceği üzere çalışma kapsamında elde edilen önemli bir sonuç hava-civa bitkisiyle pamuk lifleri üzerinde mavimsi bir tonun

doğrudan elde edilebildiğidir. Hava-civa bitkisi ile boyama diğer bitkilerle aynı şekilde, yani herhangi bir indirgeme işlemine gerek olmadan gerçekleştirilmektedir. Bu açıdan hava-civa indigoya kıyasla önemli bir fırsat yaratmaktadır. Mavi renk için hava-civa kullanılarak sarı ve kırmızı renk veren bitkilerle aynı banyoda tek adımda trikromi boyama yapılabilecektir. Ancak hava-civanın pamuk üzerinde sağladığı renk verimi düşüktür. Trikromide kullanılacak sarı, kırmızı ve mavi boyarmaddelerin renk kuvvetlerinin birbirine benzer olması gerekmektedir. Aksi takdirde renk kuvvetleri arasında büyük fark varsa, renk kuvveti yüksek olan boyanın rengi ağır basarak istenilen renk tonu elde edilemeyecektir. Örneğin yeşil renk eldesi için hava-civa ile zerdeçal eşit miktarda karıştırılacak olursa, hava-civaya göre yaklaşık 5 kat daha yüksek verim sağlayan zerdeçalın rengi ağır basacak ve tam bir yeşil değil, sarımsı bir yeşil elde edilecektir. Bu bakış açısıyla sadece pastel tonlarda trikromi boyama yapmak için hava-civanın yanına renk kuvveti uygun birer sarı ve kırmızı seçilmesi gerekmektedir. Kırmızı renk için ayva yaprağı dışında başka bir alternatif yoktur. Sarı renk eldesi için ise en uygun alternatif aspir bitkisidir. Özetlenecek olursa pamuk liflerinin doğal boyalarla pastel tonlarda boyanmasında;

- sarı renk için aspir,
- kırmızı renk için ayva yaprağı,
- mavi renk için hava-civa

kullanılacak olursa tek banyoda trikromi boyama yapmak mümkün olabilecektir. Ancak bu üç bitkiyle de elde edilen rengin zayıf olduğu ve orta ile koyu tonların eldesinin mümkün olmadığını belirtmekte fayda vardır. Yalnız eğer pamuk liflerinin bu üç bitkiyle boyanmasında elde edilecek renk verimi artırılabilirse, pamuğun doğal boyalarla tek banyoda trikromi boyanması sorunu tamamen çözülmüş olacaktır. Bundan sonraki bölümlerde pamuk liflerinin doğal boyalarla boyanmasında elde edilecek renk verimini arttırmak ve/veya haslık özelliklerini geliştirmek hedefine yönelik olarak yapılan çalışmalara ilişkin sonuçlar verilmektedir.

Aspir, ayva yaprağı ve hava-civa bitkileriyle mordan kullanılmadan yapılan boyamaların haslıkları Çizelge 4.5’de verilmektedir.

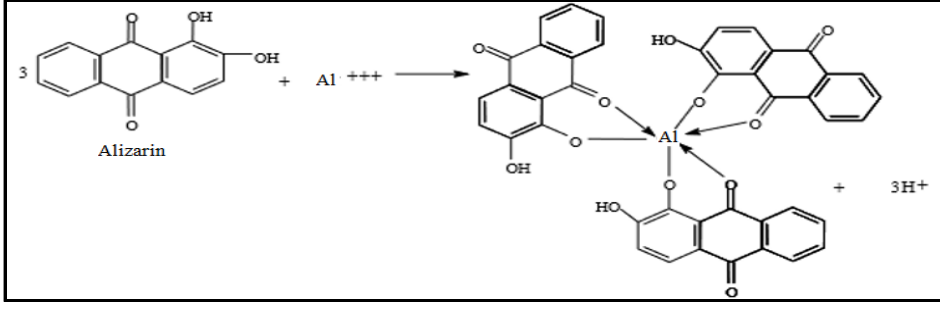
Çizelge 4.5: Aspir, ayva yaprağı ve hava-civa bitkileriyle yapılan boyama işlemlerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri

Bitki Adı	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı		Işık Haslığı
	WO	PAC	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
Aspir	5	5	5	5	5	5	5	4-5	1
Ayva Yaprağı	5	5	5	5	4-5	5	5	4	2
Hava-civa	5	5	4	5	5	5	5	4	1-2

Çizelge 4.5 incelendiğinde her üç bitkinin de pamuk lifleri üzerinde oldukça yüksek yıkama ve sürtme haslık özellikleri sağladığı görülmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi bu bitkilerle boyamada elde edilen renkler pastel tonlardır. Bu durum yıkama ve sürtme haslıklarının bu kadar yüksek çıkmasının nedenini açıklamaktadır. Işık haslıklarına bakıldığında ise düşük değerler elde edildiği görülmektedir. Düşük ışık haslıkları da elde edilen rengin açık olması ile ilişkilidir. Zira bilindiği üzere açık tonlarda yapılan boyamalarda elde edilen ışık haslıkları koyu tonlardan düşük çıkmaktadır. Bunun ötesinde ışık haslığı boyanın kromofor grubunun yapısına bağlıdır ki; söz konusu bitkilerden elde edilen doğal boyaların ışık dayanımının çok iyi olmadığı söylenebilir. Bütün bu sonuçlar aspir, ayva yaprağı ve hava-civa kullanılarak tek banyoda yapılacak trikromi boyamaların ancak pastel tonlarda ve ışık haslığının kritik olmadığı ürünler için kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

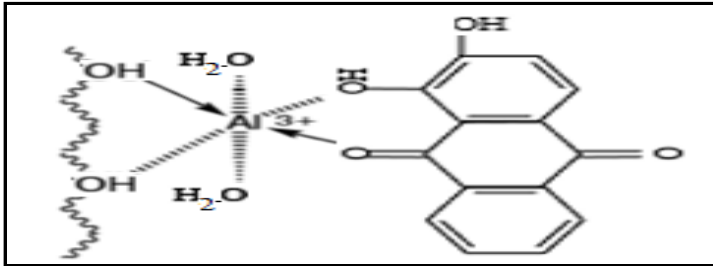
4.2 Mordan Kullanımının Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

Doğal boyaların liflere bağlanmasında H köprüleri ve hidrofobik etkileşimler rol oynamaktadır. Bu bağlar zayıf etkileşimler olup, iyi haslıkların eldesi için doğal boyaların çoğu mordan adı verilen ağır metal tuzlarının kullanımını gerektirmektedir. Mordanlar lif içerisinde boya molekülleri ile birleşerek suda çözünmez bileşikler oluşturmaktadır. Şekil 4.3'de alüminyum iyonu varlığında kök boyanın yapısındaki alizarin moleküllerinin alüminyum ile bağlanması gösterilmektedir (Vankar 2000).



Şekil 4.3. Alizarin moleküllerinin alüminyum ile bağlanması (Vankar 2000)

Mordanlar doğal boya ile lif arasında kimyasal bir köprü vazifesi görerek boyaların liflere bağlanmasına yardımcı olmaktadır. Doğal boya moleküllerinin yapısında uygun pozisyonlarda belirli fonksiyonel grupların varlığı, metal iyonları ile koordinasyon kompleksi oluşturmalarına imkân vermektedir. Genellikle yan yana pozisyondaki iki hidroksil grubu ya da bir hidroksil grubu ile bir karbonil, nitroso veya azo grubu koordinasyon kompleksi oluşmasını sağlamaktadır (Vankar 2000). Şekil 4.4’de alüminyum mordanı varlığında kök boyanın yapısındaki alizarinin pamuk liflerine koordinatif bağ ile olası bağlanma mekanizması gösterilmektedir.



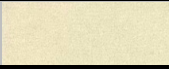

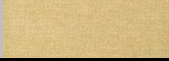







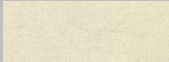
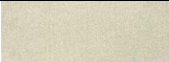




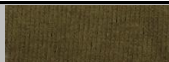
Şekil 4.4. Alizarin moleküllerinin alüminyum mordanı varlığında pamuk liflerine koordinatif bağla bağlanması (Vankar 2000)

Boyamada mordan kullanımı sadece elde edilen rengin haslıklarını değil, aynı zamanda elde edilen rengin cinsini de etkilemektedir. Farklı mordanlar kullanarak bir bitkiden elde edilen doğal boya ile farklı renklerin eldesi mümkündür. Çünkü doğal boyaların her bir metal iyonu ile oluşturdukları kompleksin rengi birbirinden farklı olmaktadır. Boyamacılar tarafından kullanıla gelen geleneksel mordanlar alüminyum, krom, kalay, bakır ve demir vb. tuzlarıdır (Saxena ve Raja 2014). Ancak ağır metallerin gerek tekstil materyali üzerinde gerekse de atık flotte içerisinde bulunması ekolojik açıdan hoş karşılanmamaktadır.





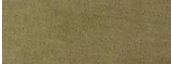


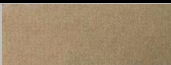


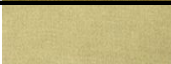
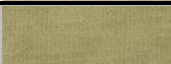


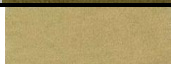

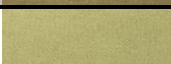
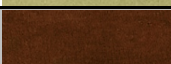
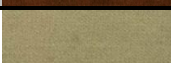



Yukarıdaki açıklamaların ışığı altında bu tez çalışmasında 39 farklı bitkiden elde edilen doğal boyalarla boyamada renk verimi ve/veya haslıkların geliştirilip

geliştirilemeyeceğini gözlemlemek için ekolojik açıdan sorun yaratmayan potasyum alüminyum sülfat ($KAl(SO_4)_2$) varlığında da boyamalar yapılmıştır. Bu denemelerde 39 bitki olmasının sebebi indigo ile çalışılmamış olmasıdır. Zira indigo mordan kullanımına ihtiyaç göstermeyen bir boyadır. Boyamalara ait renk verimi (K/S) ve CIE $L^*a^*b^*$ sonuçları ile boyanmış numunelere ait fotoğraflar Çizelge 4.6'da verilmektedir.

Çizelge 4.6. 39 farklı bitkiyle yapılan mordanlı boyama işlemlerine ait renk verimi (K/S) ve CIE $L^*a^*b^*$ sonuçları ile boyanmış numunelere ait fotoğraflar

No	Bitki Adı	Renk	L^*	a^*	b^*	C^*	h°	λ (nm)	%R	K/S
1	Ağaç Hatmi		88,04	-0,06	10,75	10,75	90,33	400	49,03	0,26
2	Akdiken		88,30	0,73	9,43	9,46	85,57	400	53,92	0,20
3	Alıç		78,28	4,65	16,80	17,44	74,53	400	33,80	0,65
4	Asma Yaprağı		75,06	1,60	25,60	25,65	86,43	400	20,65	1,52
5	Aspir		77,61	2,15	28,43	28,51	85,68	400	19,34	1,68
6	Ayı Üzüümü		79,80	2,49	14,71	14,92	80,39	400	35,10	0,60
7	Ayva Yaprağı		74,96	8,66	18,22	20,17	64,58	400	29,86	0,82
8	Böğürtlen Yaprağı		80,55	0,39	33,65	33,65	89,33	400	22,53	1,33
9	Civan Perçemi		76,97	3,14	22,80	23,02	82,17	400	24,80	1,14
10	Ebegümeçi		79,17	3,61	11,11	11,68	72,01	400	37,18	0,53
11	Eğir Kökü		85,74	1,89	7,54	7,77	75,93	400	53,14	0,21
12	Hava-cıva		82,07	0,26	-5,38	5,39	84,24	400	48,00	0,28
13	Helile		70,06	0,60	27,64	27,65	88,75	400	10,39	3,86
14	Hibiscus		67,45	3,00	7,24	7,84	67,51	400	27,17	0,98
15	Huş Ağacı		76,07	3,91	15,86	16,33	76,14	400	29,79	0,83
16	Ihlamur		76,15	1,47	20,00	20,05	85,80	400	24,45	1,17
17	Isırgan Otu		69,72	2,13	12,34	12,52	80,21	400	25,88	1,06

Çizelge 4.6 (Devam) 39 farklı bitkiyle yapılan boyama işlemlerine ait renk verimi (K/S) ve CIE $L^*a^*b^*$ sonuçları ile boyanmış numunelere ait fotoğraflar

No	Bitki Adı	Renk	L*	a*	b*	C*	h°	λ (nm)	%R	K/S
18	İndigo	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Karabaş		80,15	0,78	17,97	17,99	85,52	400	36,95	0,54
20	Kat-Hindi		55,72	8,78	14,49	16,94	58,80	400	12,84	2,96
21	Katır Tırnağı		80,17	1,26	17,94	17,99	85,98	400	33,42	0,66
22	Kestane		66,44	6,58	15,21	16,58	66,60	400	20,55	1,54
23	Kına		72,43	1,08	13,84	13,89	85,55	400	27,39	0,96
24	Kiraz Sapı		74,92	6,01	19,17	20,09	72,60	400	29,03	0,87
25	Kök Boya		70,19	12,40	11,50	16,91	42,84	400	29,40	0,85
26	Kuşburnu		82,25	4,07	11,42	12,12	70,37	400	40,75	0,43
27	Melisa		81,87	0,37	15,23	15,23	88,62	400	31,12	0,76
28	Murt		72,56	2,82	23,69	23,85	83,22	400	18,20	1,84
29	Mürver		80,63	2,18	20,45	20,56	83,93	400	33,12	0,68
30	Nane		77,98	0,63	14,61	14,63	87,54	400	30,30	0,80
31	Nar Kabuğu		72,98	2,52	26,73	26,85	84,62	400	15,08	2,39
32	Okaliptüs		76,21	2,21	18,82	189,95	83,29	400	23,01	1,29
33	Papatya		80,58	3,28	23,80	24,03	82,15	400	28,93	0,87
34	Sarı Kantaron		73,86	1,30	21,36	21,40	86,51	400	25,97	1,06
35	Sığır Kuyruğu		84,37	0,30	19,85	19,86	89,14	400	35,28	0,59
36	Soğan Kabuğu		55,45	10,25	34,59	36,08	73,49	410	8,82	4,71
37	Sumak		81,25	2,13	9,97	10,19	77,92	400	38,39	0,49
38	Yarpuz		78,86	0,92	14,42	14,45	86,34	400	29,87	0,82
39	Yoğurt Otu		81,40	-1,13	25,54	25,56	92,53	400	23,97	1,21
40	Zerdeçal		82,39	2,89	52,69	52,77	86,86	440	17,04	2,02

Çizelge 4.6’da verilen gerek renk verimi (K/S) değerleri gerekse de boyanmış numunelere ait fotoğraflar incelendiğinde potasyum alüminyum sülfat mordanı varlığında

bitkilerin pamuğu boyayıp-boyamama özelliklerine göre dört grup altında toplanabileceği söylenebilir. Bazı bitkiler pamuğu hiç boyamaz ya da hafifçe kirletirken (renk verimi değerleri 0,35'den küçük olanlar), bazıları düşük renk verimi (renk verimi değerleri 0,35 ile 0,84 arasında olanlar), bazıları orta renk verimi (renk verimi değerleri 0,85 ile 1,79 arasında olanlar), bazıları ise iyi renk verimi (renk verimi değerleri 1,80 ve daha büyük olanlar) sağlayacak şekilde boyayabilmektedir. Sözü edilen gruplandırma kriterlerine göre bitkilerin sınıflandırılması Şekil 4.5'de şematik olarak gösterilmektedir.

BİTKİLERİN MORDAN KULLANILMASI DURUMUNDA PAMUĞU BOYAMA DURUMLARINA DURUMLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI					
HİÇ BOYAMAYANLAR	DÜŞÜK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR		ORTA RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR		YÜKSEK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR
Ağaç Hatmi	Alıç Yaprağı	Melisa	Asma Yaprağı	Kına	Beyaz Soğan
Akdiken	Ayı Üzümlü	Mürver	Aspir	Kiraz Sapı	Helile
Eğir Kökü	Ayva Yaprağı	Nane	Bögürtlen Yaprağı	Kökboya	Kat Hindi
Havacıva	Ebe Gümeçi	Sıgır Kuyruğu	Civan Perçevi	Murt	Nar Kabuğu
	Huş Ağacı	Sumak	Hibiscus	Okaliptus	Zerdeçal
	Katır Tırnağı	Yarpuz	Ihlamur	Papatya	
	Kuşburnu		Isırgan	Sarı Kantaron	
			Karabaş	Yoğurt Otu	
			Kestane		

Şekil 4.5. Çeşitli bitkilerin potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanıldığında pamuk liflerini boyayıp-boyamama durumlarına göre sınıflandırılması

Çizelge 4.5'de elde edilen renkler incelendiğinde, pamuğu iyi renk veriminde boyayan bitkileri verdikleri renge göre şu şekilde sınıflandırmak mümkündür;

- **Sarı ve tonları:** nar kabuğu, zerdeçal
- **Yeşil ve tonları:** helile
- **Sarı-kahve ve tonları:** soğan kabuğu
- **Kırmızı-kahve ve tonları:** kat-hindi

Elde edilen bu sonuçlar mordan kullanılmadan elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında iki önemli sonuç ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılması durumunda hava-civa ve zerdeçal haricindeki bütün bitkilerle yapılan boyamalarda elde edilen renk verimi artmıştır. Bunun sonucunda mordan kullanılmadan yapılan boyamalarda kullanılan 40 bitkinin 24'ü pamuğu düşük renk veriminde, 5'i orta renk veriminde boyarken; mordan kullanılması durumunda 39 bitkinin 13'ü pamuğu düşük renk veriminde, 17'si orta renk veriminde boyar hale gelmiştir. Yalnız hava-civa bitkisi ile yapılan boyamada düşük renk verimi elde edilirken, potasyum

alüminyum sülfat mordanı kullanılması durumunda renksizleşme meydana gelmiş ve hava-civa pamuğu boyamaz hale gelmiştir. Zerdeçal ile yapılan boyamada ise mordan varlığında ve yokluğunda elde edilen renkler arasında önemli bir farklılık oluşmamıştır. Potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılması durumunda elde edilen ikinci önemli sonuç ise, pamuğu düşük veya orta renk veriminde boyayan hiçbir bitkinin pamuğu yüksek renk veriminde boyar hale gelmemiş olmasıdır. Yani boyama flottesine mordan koymak pamuğu boyayan bitki çeşitliliğini arttırma hususunda bir fayda sağlamamaktadır. Sadece elde edilen verimi artmaktadır ki; bu aynı rengin daha az boya ile eldesini mümkün kılacağından hem ekonomik hem de ekolojik anlamda avantajlı görünmektedir.

Yukarıda belirtilen renklerin dışında, her ne kadar sağladığı renk verimi orta düzeyde olsa da, potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılması durumunda kök boya bitkisi ile kırmızı renk elde edilebileceğini belirtmekte fayda vardır.

Boyamacılık açısından mordan kullanımının elde edilen rengin yanı sıra haslıklar üzerine etkisi de büyük önem taşıyan bir faktördür. Pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağladığı tespit edilmiş olan helile, kat-hindi, nar kabuğu, soğan kabuğu ve zerdeçal ile kırmızı renk veren kök boya ile potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak yapılan boyamaların yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri Çizelge 4.7’de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Pamuk lifleri üzerinde mordan kullanılması durumunda iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile kırmızı renk veren bitki ile yapılan boyama işlemlerine ait yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri

Bitki Adı	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı		Işık Haslığı
	WO	PAC	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
Helile	5	5	5	5	5	5	5	2-3	5-6
Kat-Hindi	5	5	5	3	4	4-5	3	2	3
Nar kabuğu	5	5	5	5	5	4-5	5	4	4
Soğan kabuğu	5	5	5	4	4-5	4-5	4-5	3	3
Zerdeçal	5	5	5	2-3	3	4-5	5	4-5	1
Kök boya	3-4	4-5	4-5	3-4	4	5	3-4	4-5	3

Çizelge 4.7 incelendiğinde, seçilen bitkilerin hepsinin yıkama ve kuru sürtme haslıklarının iyi ila çok iyi, yaş sürtme haslıklarının ise orta ila iyi seviyelerde olduğu

görülmektedir. Işık haslıkları ise nar kabuğu ve helile ile yapılan boyamalarda iyi; kat-hindi, kök boya ve soğan kabuğu ile yapılan boyamalarda orta seviyelerdeyken, zerdeçal ile yapılan boyamada kötüdür. Çizelge 4.3'te verilen sonuçlarla karşılaştırma yapılacak olursa boyamada potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılması durumunda yıkama ve ışık haslıklarında önemli bir değişim olmadığı, buna karşın bazı bitkilerle yapılan boyamaların sürtme haslıklarında düşüşler olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar literatürdeki pek çok makale ile uyumludur (Zarkogianni ve ark. 2011, Davulcu ve ark. 2014 vb). Bu durumun nedeni, mordan varlığında metal iyonunun lifler tarafından alınmış boyarmadde ile lif içerisinde kompleks oluşturmak yerine flottedeki veya liflerin üzerindeki boyarmadde molekülleri ile kompleks oluşturarak yüzeysel olarak bağlanmış boya miktarını arttırması olduğu düşünülmektedir. Boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları Çizelge 4.8'de verilmektedir.

Çizelge 4.8. Pamuk lifleri üzerinde mordan kullanılması durumunda iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile kırmızı renk veren bitki ile yapılan boyama işlemlerine ait asidik ve bazik ter haslığı değerleri

Bitki Adı	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
	WO	PAC	PES	PA	CO	CA	WO	PAC	PES	PA	CO	CA
Helile	2-3	4	4	3-4	3-4	4	2-3	4	3-4	3	3	3-4
Kat-hindi	4	4-5	4-5	3-4	3	4-5	4	4	4-5	3-4	3	4-5
Nar kabuğu	3-4	4	4	4	3-4	4	2-3	4	4	4	3-4	4
Soğan kabuğu	4-5	5	5	4-5	3-4	4	3	4	4	4	3	4
Zerdeçal	4	4-5	4-5	4	3-4	4	4	4-5	4-5	4	3-4	4
Kök boya	4-5	4-5	4-5	4	4	5	4	4-5	4-5	4	3-4	5

Çizelge 4.8 helile haricindeki bütün doğal boyaların genel olarak hem asidik hem bazik ter haslıklarının orta ila iyi seviyelerde olduğu söylenebilir. Tüm bu sonuçlara göre pamuğu potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılması durumunda boyamaya elverişli bitkiler ve verdikleri renkler şu şekilde sıralanabilir;

- Nar kabuğu ve Zerdeçal - Sarı
- Helile - Yeşil
- Soğan kabuğu - Sarımtrak-kahverengi
- Kat-hindi - Kırmızımtrak-kahverengi

Önceki bölümde mordan kullanılmadan yapılan boyamalarda pamuk liflerinin doğal boyalarla pastel tonlarda boyanmasında sarı renk için aspir, kırmızı renk için ayva yaprağı, mavi renk için hava-civa kullanılabileceği belirtilmişti. Ancak yukarıda açıklandığı üzere hava-civa ile potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak yapılan boyamalarda renksizleşme görüldüğünden bu bitkilerle mordan varlığında trikromi boyama yapmak mümkün olmayacaktır. Her ne kadar aspir ve ayva yaprağı bitkileriyle tek başına yapılan boyamalarda potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılması renk veriminin artması, bu bitkilerle yapılan tekli boyamalarda mordan kullanılabileceğini düşündürse de, sarı ve kırmızı renklerin çok daha iyisi başka bitkilerle zaten elde edilebiliyor olduğundan, buna gerek kalmayacaktır. Zira aspir ve ayva yaprağının kullanılma amacı sadece önceki bölümde açıklandığı üzere hava-civa ile birlikte pastel tonlarda tek banyoda trikromi boyama yapılmasıdır. Bu amacın dışında aspir ve ayva yaprağının kullanılması anlamlı değildir. Özetlenecek olursa aspir, ayva yaprağı ve hava-civa bitkileri sadece mordan kullanılmadan pastel tonlarda tek banyoda trikromi boyama yapılması için kullanılabilir.

4.3 Biyomordanla Ön İşlemin Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

Son yıllarda doğal boyalarla pamuğun boyanmasında elde edilen renk verimi ve haslıklar geliştirmek amacıyla üzerinde çalışılan konulardan birisi de biyomordanlarla ön işlem yapılmasıdır. Bu çalışmada hidrolize olabilen tanen olarak mazı ve nar kabuğu, kondanze tanen esaslı bitki olarak kat-hindi seçilmiş ve pamuklu kumaşlar bunlarla ön işleme tabi tutulmuş ve ardından kök boya ekstraktı ile boyanmıştır. Boyanan numunelerin renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* değerleri Çizelge 4.9'da verilmektedir.

Çizelge 4.9. Biyomordanlama işleminin kök boya ile boyamada elde edilen renk üzerine etkisi

Bitki	L*	a*	b*	C	h	λ	% R	K/S
İşlemsiz	69,55	6,96	5,83	9,08	39,96	400	33,51	0,66
Kat Hindi	63,81	9,41	8,30	12,55	41,42	400	24,35	1,55
Mazı	71,28	8,98	8,31	12,23	42,77	490	36,96	0,85
Nar Kabuğu	73,37	9,54	7,97	12,43	39,87	490	39,79	0,76

Çizelge 4.9 incelendiğinde ilk dikkati çeken husus biyomordanlarla ön işlem görmüş pamuklu kumaşların kök boya ile boyanmasında elde edilen renk verimlerinin arttığıdır. Ancak asıl önemli sonuç boyalı numunelerin a* ve b* değerleri incelendiğinde biyomordanlama işlemi görmüş olan kumaşların işlemsize göre kırmızı-yeşil (a*), sarı-mavi (b*) değerlerinde önemli değişim meydana gelmiştir. Bu durum biyomordanlama sonrası kök boya ile elde edilen rengin cinsinin değiştiğini ortaya koymaktadır. Bunun nedeni çok açıktır; zira boyama öncesi tanen esaslı bitki ile ön işlem yapıldığında kumaş aslında ilk önce bu bitki ile boyanmakta ve kumaş zemini bu bitkinin rengini almaktadır. Bundan sonra ikinci adımda bir bitki ile boyama yapıldığında artık elde edilecek renk değişmiş olmaktadır. Genelde tanen esaslı bitkiler pamuk üzerinde sarı ve kahverengi tonlarını verdiğinden çeşitli bitkilerle boyama sonrası elde edilecek renkler de bu tonlara kaymaktadır. Bu ise özellikle kırmızı ve mavi tonlarını veren bitkilerle yapılan boyama öncesi biyomordanlama işlemi yapılmasının elde edilecek rengi bozması bakımından sakıncalı olacağını ortaya koymaktadır. Bu nedenle, doğal boyalarla boyama öncesi biyomordanlama prosesinin sadece sarı ve kahverengi tonlarını veren bitkilerle yapılacak tekli boyamalar öncesi kullanımının uygun olabileceği söylenebilir. Tekstil boyamacılığında asıl önemli olan trikromi boyama yapılması olduğundan ve biyomordanlanmış pamuk üzerinde kırmızı ve mavi renk eldesi bozulacağından bu prosesin kullanımının sınırlı olduğu söylenebilir. Bu nedenle, diğer bitkilerle deneme yapılmamıştır.

Biyomordanlama işleminin haslıklara etkisini gözlemlemek için numunelere yıkama ve sürtme haslığı da yapılmış olup, sonuçlar Çizelge 4.10'da verilmektedir.

Çizelge 4.10. Biyomordanlama işleminin kök boya ile boyamada elde edilen yıkama ve sürtme haslığı üzerine etkisi

Bitki Adı	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı	
	WO	PAC	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş
İşlemsiz	4-5	4-5	4-5	3-4	4-5	5	4-5	4
Kat Hindi	4-5	5	5	3-4	5	5	4-5	3
Mazı	4-5	5	5	3-4	5	5	5	4
Nar Kabuğu	4-5	5	5	3-4	5	5	5	4

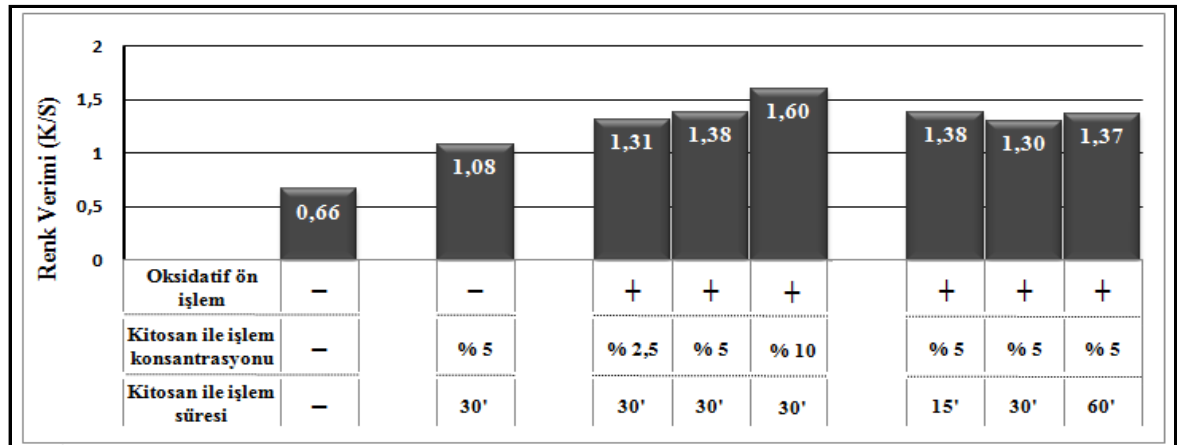
Çizelge 4.10 incelendiğinde biyomordanla işlem sonrası kök boya ile boyanmış kumaşların işlemsize göre oldukça daha koyu boyanmış olmalarına rağmen aynı veya 1/2 puan daha yüksek yıkama haslığı verdiği görülmektedir. Bu durumun nedeni tanen esaslı bitkilerin tanenin fenolik hidroksil grupları sayesinde pamuk liflerindeki hidroksil ve

karboksil grupları ile daha yoğun hidrojen bağları oluşturabilmesine dayandırılabilir. Sürtme haslıklarında ise kat-hindi haricinde bir değişim görülmemiştir. Kat-hindi ile boyamanın diğerlerine göre oldukça daha koyu olmasının yaş sürtme haslığının daha düşük çıkmasının nedeni olduğu düşünülmektedir.

4.4 Kitosanla Kimyasal Modifikasyonun Pamuğun Doğal Boyalarla Boyanabilirliği Üzerine Etkisinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

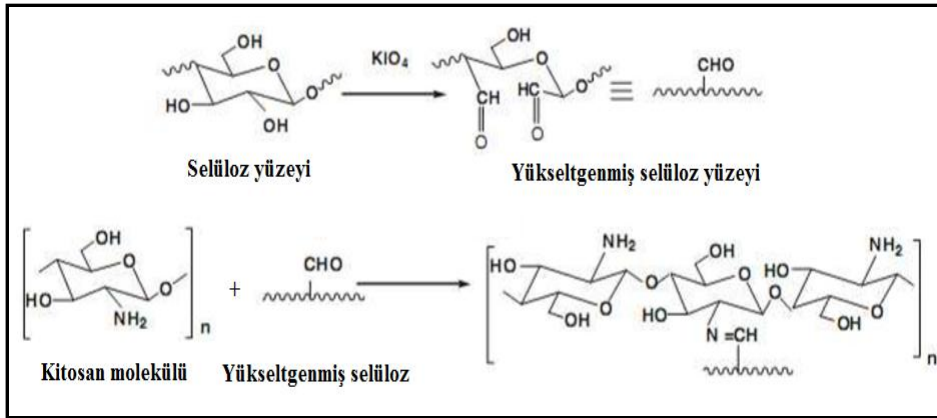
Bilindiği gibi doğal pamuk lifleri yapılarındaki hidroksil gruplarının oksidasyonu sonucu oluşmuş olan karboksil grupları içerdiğinden az da olsa negatif yüke sahiptir. Selülozik liflerin yüzeyindeki negatif yükler anyonik boyaları itmekte ve bu durum düşük boyama verimiyle sonuçlanmaktadır (Saowanee ve ark. 2007). Bu tez çalışmasında kullanılan doğal boyaların tamamının anyonik boyalar olduğu dikkate alındığında mordan kullanılmadan yapılan boyama işlemlerinde pek çok bitkinin düşük renk verimi sağlamış olmasının nedeni net bir şekilde anlaşılmaktadır. Pamuk ile doğal boyalar arasındaki etkileşimi arttırmak için başvurulabilecek en iyi yol ise pamuğun kationikleştirilmesidir. Bu tez çalışmasında kationikleştirme işlemi için kitosan seçilmiştir. Kitosanı pamuğa bağlamak için ise literatürde oksidatif ön işlem yapılarak liflerde aldehit grupları oluşturulması gerektiği belirtilmektedir.

Oksidatif ön işlem görmüş ve ön işlemsiz pamuklu kumaşların 3 farklı sürede ve 3 farklı kitosan konsantrasyonunda kimyasal modifikasyona uğratılmasından sonra kök boya ile boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S) değerleri Şekil 4.6'da verilmektedir.



Şekil 4.6. Oksidatif ön işlem görmüş ve ön işlemsiz pamuklu kumaşların kitosanla kimyasal modifikasyonu sonrası kök boya ile boyanmasında elde edilen renk verimi (K/S)

Şekil 4.6 incelendiğinde gerek oksidatif ön işlem görmeden, gerekse oksidatif ön işlem sonrası kitosan ile işlem görmüş pamuklu kumaşların renk verimi değerlerinin işlemsiz göre önemli ölçüde artış gösterdiği görülmektedir. Yalnız oksidatif ön işlem sonrası kitosanla işlem yapılması durumunda sağlanan renk verimi artışları oldukça daha belirgindir. Bu durum kitosan moleküllerinin pamuğa bağlanmasında oksidatif ön işlemin önemli bir fonksiyonu olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun nedeni Şekil 4.7’de verilen kitosanın periyodat ile oksidasyona uğramış pamuk liflerine bağlanma mekanizması incelendiğinde daha iyi bir şekilde anlaşılabilir.



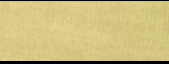
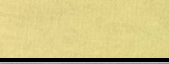

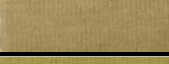
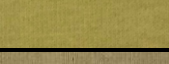



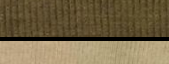



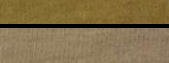




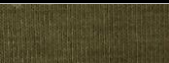
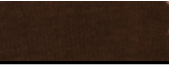
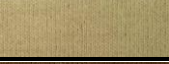
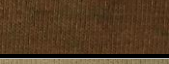

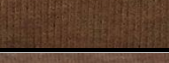

Şekil 4.7. Selülozun periyodatla oksidasyonu ve ardından kitosanın yükseltgenmiş selüloza bağlanması

Şekil 4.7 incelendiğinde periyodat ile oksidatif işlem sırasında pamuğun yapısındaki sekonder alkol grupları aldehitlere yükseltgenmekte ve oluşan bu aldehit gruplarına kitosan molekülleri amin grupları üzerinden kovalent bağlarla bağlanmaktadır. Bu nedenle, çalışmada kitosan ile işlem öncesi periyodat ile oksidatif işlem yapılması gerektiğine karar verilmiştir. Kitosan ile işlemin koşullarına bakıldığında ise Şekil 4.6’dan görülebileceği gibi %10’luk kitosan ile 15 dak. işlemin uygun olduğu söylenebilir.


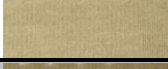
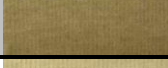


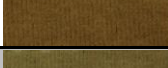





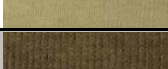



Bu ön denemelerin ışığı altında oksidatif ön işlem sonrası optimum koşullarda kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuklu kumaşlar 39 farklı bitkiyle boyanmıştır. Bu denemelerde de indigo bitkisi ile daha önce açıklanan nedenlerle çalışılmamıştır.

Denemelere ilişkin renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* sonuçları ve boyanmış numunelere ait fotoğraflar Çizelge 4.11’de verilmektedir.

Çizelge 4.11. Kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuklu kumaşların 39 farklı bitkiyle boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) ve CIE L*a*b* sonuçları ve boyanmış numunelere ait fotoğraflar

No	Bitki Adı	Renk	L*	a*	b*	C*	h°	λ (nm)	%R	K/S
1	Ağaç Hatmi		80,87	0,19	17,26	17,26	89,36	400	36,56	0,55
2	Akdiken		82,52	0,40	19,31	19,32	88,81	400	38,41	0,49
3	Alıç		71,10	7,46	14,79	16,56	63,24	400	28,33	0,91
4	Asma Yaprağı		73,22	3,78	14,70	15,18	75,59	400	24,96	1,13
5	Aspir		74,43	2,36	22,60	22,72	84,04	400	20,04	1,60
6	Ayı Üzümü		73,12	4,77	13,96	14,75	71,14	400	26,50	1,02
7	Ayva Yaprağı		66,46	9,90	11,37	15,08	48,95	400	26,06	1,05
8	Böğürtlen Yaprağı		75,40	2,42	15,08	15,28	80,89	400	26,03	1,05
9	Civan Perçemi		73,72	2,28	15,63	15,75	81,69	400	24,84	1,14
10	Ebegümeçi		72,94	3,61	9,11	9,80	68,36	400	31,88	0,73
11	Eğir Kökü		82,26	2,12	8,45	8,72	75,93	400	46,37	0,31
12	Hava-civa		68,93	-0,37	1,05	1,11	105,27	400	34,70	0,61
13	Helile		66,16	1,74	20,27	20,34	85,08	400	11,11	3,56
14	Hibiscus		66,03	3,89	7,09	8,09	61,25	400	25,98	1,05
15	Huş Ağacı		72,23	2,59	13,14	13,40	78,88	400	25,79	1,07
16	Ihlamur		69,71	8,08	12,64	15,00	57,40	400	26,31	1,03
17	Isırgan Otu		64,11	2,01	10,31	10,51	78,95	400	21,38	1,45
18	İndigo	--	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Karabaş		75,53	3,99	11,92	12,57	71,48	400	34,74	0,61
20	Kat-Hindi		53,46	10,37	15,01	18,25	55,36	400	10,85	3,66
21	Katır Tırnağı		77,72	2,66	13,03	13,30	78,45	400	33,70	0,65
22	Kestane		64,66	6,61	14,57	16,00	65,59	400	19,29	1,69
23	Kına		73,25	2,62	10,24	10,57	75,64	400	31,06	0,77
24	Kiraz Sapı		69,71	8,12	12,92	15,26	57,87	400	26,66	1,01
25	Kök Boya		61,05	8,09	7,87	11,29	44,18	400	22,19	1,36

Çizelge 4.11 (Devam) Kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuklu kumaşların 39 farklı bitkiyle boyanmasına ilişkin renk verimi (K/S) ve CIEL*a*b* sonuçları ve boyanmış numunelere ait fotoğraflar

No	Bitki Adı	Renk	L*	a*	b*	C*	h°	λ (nm)	%R	K/S
26	Kuşburnu		75,09	5,89	12,89	14,18	65,45	400	31,06	0,77
27	Melisa		74,62	2,56	11,32	11,60	77,27	400	30,00	0,82
28	Murt		71,06	3,41	14,70	15,09	76,95	400	21,78	1,40
29	Mürver		75,36	3,15	13,44	13,80	76,79	400	29,50	0,84
30	Nane		70,28	2,00	11,01	11,19	79,70	400	25,65	1,08
31	Nar Kabuğu		69,77	2,76	23,85	24,01	83,39	400	14,72	2,47
32	Okaliptüs		70,93	3,20	15,31	15,64	78,18	400	20,80	1,51
33	Papatya		73,39	1,91	13,60	13,74	81,99	400	26,96	0,99
34	Sarı Kantaron		71,26	4,66	13,00	13,81	70,28	400	26,62	1,01
35	Sığır Kuyruğu		77,46	2,35	14,02	14,22	80,50	400	33,09	0,68
36	Soğan Kabuğu		57,83	11,20	18,56	21,68	58,88	400	11,47	3,42
37	Sumak		79,40	2,30	10,01	10,27	77,09	400	36,21	0,56
38	Yarpuz		70,38	1,70	12,89	13,00	82,49	400	23,03	1,29
39	Yoğurt Otu		73,93	1,93	13,91	14,04	82,12	400	25,50	1,09
40	Zerdeçal		78,41	4,34	47,71	47,91	84,81	440	16,43	2,13

Çizelge 4.11’de verilen gerek renk verimi (K/S) değerleri gerekse de boyanmış numunelere ait fotoğraflar incelendiğinde pamuğun kitosan ile kimyasal modifikasyon sonrası yapılan boyama işlemlerinde bitkilerin pamuğu boyayıp-boyamama özelliklerine göre dört grup altında toplanabileceği söylenebilir. Bazı bitkiler pamuğu hiç boyamaz ya da hafifçe kirletirken (renk verimi değerleri 0,35’den küçük olanlar), bazıları düşük renk verimi (renk verimi değerleri 0,35 ile 0,84 arasında olanlar), bazıları orta renk verimi (renk verimi değerleri 0,85 ile 1,79 arasında olanlar), bazıları ise iyi renk verimi (renk verimi değerleri 1,80 ve daha büyük olanlar) sağlayacak şekilde boyayabilmektedir. Sözü edilen gruplandırma kriterlerine göre bitkilerin sınıflandırılması Şekil 4.8’de şematik olarak gösterilmektedir.

BİTKİLERİN KİTOSAN İLE İŞLEM GÖRMÜŞ PAMUĞU BOYAMA DURUMLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI					
HİÇ BOYAMAYANLAR	DÜŞÜK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR		ORTA RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR	YÜKSEK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR	
Eğir Kökü	Ağaç Hatmi	Kuşburnu	Alıç Yaprağı	Karabaş	Helile
	Akdiken	Melisa	Asma Yaprağı	Kestane	Kat Hindi
	Ebe Gümeci	Mürver	Aspir	Kiraz Sapı	Nar Kabuğu
	Havacıva	Stır Kuyruğu	Ayı Üzüümü	Kökboya	Soğan Kabuğu
	Katır Tırnağı	Sumak	Ayva Yaprağı	Murt	Zerdeçal
	Kına		Böğürtlen Yaprağı	Nane	
			Civan Perçevi	Okaliptus	
			Hibiscus	Papatya	
			Huş Ağacı	Sarı Kantaron	
			Ihlamur	Yarpuz	
			Isırgan	Yoğurt Otu	

Şekil 4.8. Çeşitli bitkilerin kitosan ile kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuk liflerini boyayıp-boyamama durumlarına göre sınıflandırılması

Çizelge 4.9’da elde edilen renkler incelendiğinde, kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuğu iyi renk veriminde boyayan bitkileri verdikleri renge göre şu şekilde sınıflandırmak mümkündür;

- **Sarı ve tonları:** nar kabuğu, zerdeçal
- **Yeşil ve tonları:** helile
- **Kırmızı-kahve ve tonları:** kat-hindi ve soğan kabuğu

Elde edilen bu sonuçlar Çizelge 4.1’de verilen mordan kullanılmadan elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında iki önemli sonuç ortaya çıkmaktadır. Bunlardan birincisi boyama öncesi pamuğa kitosan ile kimyasal modifikasyon yapılarak lifler katyonikleştirildiğinde bütün bitkilerle yapılan boyamalarda elde edilen renk verimi değerleri artmaktadır. Bunun sonucunda mordan kullanılmadan yapılan boyamalarda kullanılan 40 bitkinin 24’ü pamuğu düşük renk veriminde, 5’i orta renk veriminde boyarken; kitosan ile ön işlem yapılması durumunda 39 bitkinin 11’i pamuğu düşük renk veriminde, 22’si orta renk veriminde boyar hale gelmiştir. Boyama öncesi pamuğa kitosanla katyonikleştirme işlemi yapılması durumunda elde edilen ikinci önemli sonuç ise, pamuğu düşük veya orta renk veriminde boyayan hiçbir bitkinin pamuğu yüksek renk veriminde boyar hale gelmemiş olmasıdır. Yani boyama öncesi liflere kitosanla kimyasal modifikasyon uygulamak pamuğu boyayan bitki çeşitliliğini artırma hususunda bir fayda sağlamamaktadır. Sadece elde edilen verimi artırmaktadır ki; bu aynı rengin daha az boya ile elde edilebileceği anlamına gelmektedir.

Boyamacılık açısından kitosan ile ön işlemin elde edilen rengin yanı sıra haslıklar üzerine etkisi de büyük önem taşıyan bir faktördür. Kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağladığı tespit edilmiş olan helile, kat-hindi, nar kabuğu, soğan kabuğu ve zerdeçal ile yapılan boyamaların yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri Çizelge 4.12’de verilmektedir.

Çizelge 4.12. Kitosanla modifikasyona uğratılmış pamuk üzerinde iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile yapılan boyamaların yıkama, sürtme ve ışık haslığı değerleri

Bitki Adı	Yıkama Haslığı						Sürtme Haslığı		Işık Haslığı
	WO	PAC	PES	PA	CO	CA	Kuru	Yaş	
Helile	5	5	5	5	5	5	5	2-3	5-6
Kat-Hindi	5	5	5	2-3	4	5	3	1-2	3-4
Nar kabuğu	5	5	5	5	4-5	4-5	5	3	4-5
Soğan kabuğu	5	5	5	4	4-5	4-5	4-5	2-3	3
Zerdeçal	5	5	5	2	2	4	5	4	1-2

Çizelge 4.12 incelendiğinde, seçilen bitkilerin hepsinin yıkama ve kuru sürtme haslıklarının iyi ila çok iyi, yaş sürtme haslıklarının ise orta ila iyi seviyelerde olduğu görülmektedir. Işık haslıkları ise nar kabuğu ve helile ile yapılan boyamalarda iyi; kat-hindi ve soğan kabuğu ile yapılan boyamalarda orta seviyelerdeyken, zerdeçal ile yapılan boyamada kötüdür. Çizelge 4.3’te verilen sonuçlarla karşılaştırma yapılacak olursa boyama öncesi kitosanla katyonikleştirme işlemi yapılması durumunda ışık haslıklarında önemli bir değişim olmadığı, buna karşın bazı bitkilerle yapılan boyamaların yıkama ve sürtme haslıklarında düşüşler olduğu görülmektedir. Yıkama haslıklarında görülen düşüşün nedeni, kitosanla işlem görmüş numunelerin daha koyu boyanmış olmasına dayandırılabilir. Zira boyama koyuluğu arttıkça yıkama haslıklarında düşüş görülmesi normaldir. Öte yandan sürtme haslıklarına meydana gelen düşüşler liflerin yüzeyinin katyonik hale gelmesi nedeniyle boya penetrasyonunun zayıflamasına ve yüzeysel olarak bağlanmış boya miktarını artmasına dayandırılabilir.

Boyamalara ait asidik ve bazik ter haslığı testi sonuçları Çizelge 4.13’de verilmektedir.

Çizelge 4.13. Kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuk lifleri üzerinde iyi renk verimi sağlayan bitkiler ile yapılan boyamaların ter haslığı değerleri

Bitki Adı	Asidik Ter Haslığı						Bazik Ter Haslığı					
	WO	PAC	PES	PA	CO	CA	WO	PAC	PES	PA	CO	CA
Helile	2-3	4	4	3-4	3-4	4	2-3	4	3-4	3	3-4	3-4
Kat-hindi	4	4-5	4-5	4	3-4	4-5	3-4	4	4-5	4	2-3	4-5
Nar kabuğu	3	3-4	3-4	3-4	3	4	2-3	3	3	3	3	3-4
Soğan kabuğu	4-5	5	5	5	4-5	4-5	4	5	5	5	3	4
Zerdeçal	4	4-5	4-5	4	3-4	4	4	4-5	4-5	4	3-4	4

Çizelge 4.13 incelendiğinde helile haricindeki bütün doğal boyaların genel olarak hem asidik hem bazik ter haslıklarının orta ila iyi seviyelerde olduğu söylenebilir.

Tüm bu sonuçlara göre kitosanla kimyasal modifikasyona uğratılmış pamuğu yüksek renk veriminde boyamaya elverişli bitkiler ve verdikleri renkler şu şekilde sıralanabilir;

- Nar kabuğu ve Zerdeçal - Sarı
- Helile - Yeşil
- Kat-hindi ve Soğan kabuğu - Kırmızımtrak-kahverengi

Bu sonuçların ışığı altında kitosan ile kimyasal modifikasyonun pamuğun doğal boyalarla boyanmasında elde edilecek renk verimini önemli ölçüde arttıracığı, ancak pamuğu yüksek renk veriminde boyayabilen bitki çeşitliliğini değiştirmeyeceği söylenebilir. Bu durumda kitosan ile işlemin maliyeti de göz önünde bulundurulacak olursa, boyama öncesi kitosanla pamuğun kimyasal modifikasyonunun pek de rantabil bir işlem olmadığı söylenebilir.

4.5 Doğal Boyaların UV Koruyuculuk Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

40 farklı bitki ile mordan kullanılmadan yapılan boyamalar sonucunda pamuklu kumaşların boyanmasında gerek verim gerekse de haslık açısından en iyi sonucu veren bitkiler helile, indigo, kat-hindi, nar kabuğu, soğan kabuğu ve zerdeçal olarak saptanmıştır. Daha sonra bu bitkilerle boyanmış kumaş numunelerine UV koruyuculuk testleri uygulanarak, doğal boyalarla boyanmış pamuklu kumaşların aynı zamanda UV koruyuculuk

etkisi gösterip göstermeyeceği test edilmiştir. Ancak öncelikle kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve söz konusu bitkilerden daha önce üzerinde çalışılmış olanlar test edilmemiştir. Aşağıda doğal boyalarla boyanmış pamuklu kumaşlarda UV koruyuculuk özelliğinin incelenmesine ilişkin önceki çalışmalar hakkında özet bilgi verilmektedir.

Sarkar ağartılmış ve merserize edilmiş pamuklu bezayağı dokuma kumaşın (120 g/m^2) işlemsiz haldeyken ve %2-4-6 olmak üzere 3 farklı konsantrasyonda kök boya (%10 potasyum alüminyum sülfatla mordanlama sonrası) ve indigo ile boyama sonrası UV koruyuculuk değerlerini ölçmüştür. Boyanmamış kumaş ve %2'lik kök boya ile boyanmış kumaş UV koruyuculuk etkisi göstermezken; %4 ve %6 kök boya ile boyanmış kumaşlar iyi, indigo ile boyanmış kumaşların tamamı ise mükemmel UV koruyuculuk etkisi göstermiştir (Sarkar 2004).

Gupta ve ark. ağartılmış pamuklu bezayağı dokuma kumaşın (120 g/m^2) aralarında helile, nar kabuğu ve kat-hindinin de bulunduğu 10 farklı bitkiyle boyanmasında UV koruyuculuk etkilerini incelemiştir. Öncelikle bu bitkilerden elde edilen boya çözeltilerinin 280-320 nm arasında absorpsiyon karakteristikleri incelenmiş ve boyanmış kumaş üzerinde gösterecekleri UV koruyuculuk ile arasındaki ilişkiler belirlenmeye çalışılmıştır. Bütün bitkilerin çözeltilerinin UVB bölgesinde yüksek absorpsiyon gösterdikleri saptanmıştır. Boyanmamış kumaşın UV koruyuculuk özelliği göstermemesine karşın; boyalı kumaşlar üzerinde yapılan ölçümlerde %6-9-12-15'lik konsantrasyonlarda kat-hindi ile boyanmış kumaşların iyi UV koruyuculuk etkisi sağladığı görülmüştür (Gupta ve ark. 2005).

Yukarıdaki literatür özetlerinden de görülebileceği üzere; helile, indigo, kat-hindi ve nar kabuğunun pamuklu kumaş üzerinde UV koruyuculuk etkisi sağladığı önceden tespit edilmiş olduğundan, sadece zerdeçal ve soğan kabuğu ile boyanmış kumaşların UV koruyuculuk etkisi test edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.14'de verilmektedir.

Çizelge 4.14. Boyanmamış, soğan kabuğu ve zerdeçal ile boyanmış pamuklu örme kumaşların UV koruyuculuk özellikleri

Boyamada Kullanılan Bitki	UV Koruma Faktörü	T(UVA)	T(UVB)	Kritik Dalga Boyu	UV Koruyuculuk Sınıfı
Boyanmamış kumaş	17,68	12,47	4,50	385	Orta
Soğan kabuğu	262,31	0,52	0,39	389	Maksimum
Zerdeçal	73,59	1,43	1,34	390	Maksimum

Çizelge 4.14 incelendiğinde boyanmamış kumaşın orta düzeyde UV koruyuculuk etkisi gösterdiği, buna karşın soğan kabuğu veya zerdeçal ile boyanmış kumaşların mükemmel seviyede UV koruyuculuk etkisi gösterdiği görülmektedir. Bu sonuçlar pamuklu örme kumaşlar üzerinde doğal boyalarla boyama yoluyla tek bir işlemle hem renk hem UV koruyuculuk fonksiyonelliği elde edilebileceğini ortaya koymaktadır ki; bu durumun ekonomik ve ekolojik üretim açısından önemli avantaj sağlayacağı söylenebilir.

4.6 Doğal Boyaların Antibakteriyellik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Sonuçlar

40 farklı bitki ile mordan kullanılmadan yapılan boyamalar sonucunda pamuklu kumaşların boyanmasında gerek verim gerekse de haslık açısından en iyi sonucu veren bitkiler helile, indigo, kat-hindi, nar kabuğu, soğan kabuğu ve zerdeçal olarak saptanmıştır. Daha sonra bu bitkilerle boyanmış kumaş numunelerine antibakteriyellik testleri uygulanarak, doğal boyalarla boyanmış pamuklu kumaşların aynı zamanda antibakteriyellik etkisi gösterip göstermeyeceği test edilmiştir. Ancak öncelikle kapsamlı bir literatür araştırması yapılmış ve söz konusu bitkilerden daha önce üzerinde çalışılmış olanlar test edilmemiştir.

Literatür incelendiğinde bugüne kadar yapılmış olan çalışmalarda helile, indigo, nar kabuğu, kat-hindi ve zerdeçal ile boyanmış pamuklu kumaşların çeşitli gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etkinliğinin kalitatif ve/veya kantitatif yöntemlerle test edildiği görülmektedir. Çizelge 4.15’de bu bitkilerle boyanmış pamuklu kumaşlarda saptanan antibakteriyel etkinlik sonuçları toplu olarak verilmektedir. Çizelgede sayısal değer (bakteriler için %azalma değeri) verilmemiş, sadece antibakteriyel etkinlik görülenler “+”, antibakteriyel etkinlik görülmeyenler “-” olarak işaretlenmiştir. Daha önce literatürde çalışılmamış olan bakteriler için ise “x” işareti konulmuştur.

Çizelge 4.15. Çeşitli bitkilerle boyanmış pamuklu kumaşların bazı gram negatif ve gram pozitif bakterilere karşı antibakteriyel etkinlikleri (1: Gupta ve ark. 2004, 2: Rathinamoorthy ve ark. 2012, 3: Rajendran ve ark. 2011, 4: Gupta ve ark. 2005, 5: Reddy ve ark. 2012, 6: Lee ve ark. 2009)

Boyamada Kullanılan Bitki	Gram Negatif Bakteriler		Gram Pozitif Bakteriler	
	<i>E. coli</i>	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>	<i>B. subtilis</i>
Helile	- ^{1,2}	+ ^{1,2}	+ ¹	x
İndigo	- ¹	- ¹	x	X
Kat-hindi	- ¹	+ ^{1,4}	x	+ ⁴
Nar kabuğu	+ ^{1,3}	+ ^{1,6}	+ ^{3,6}	x
Zerdeçal	+ ⁵	x	+ ⁵	x

Çizelge 4.15 incelendiğinde helile, kat-hindi, nar kabuğu ve zerdeçalın hem gram pozitif hem gram negatif bakterilere karşı antibakteriyel etkinlik sağladığı, buna karşın indigo ile boyanmış kumaşların antibakteriyellik özelliğine sahip olmadığı görülmektedir.

Yukarıdaki literatür özetlerinden de görülebileceği üzere; helile, indigo, nar kabuğu, kat-hindi ve zerdeçal ile boyanmış pamuklu kumaşların antibakteriyellik özellikleri önceki çalışmalar kapsamında tespit edilmiş olduğundan, bu tez çalışması kapsamında sadece soğan kabuğu ile boyanmış kumaşların antibakteriyellik etkisi test edilmiştir. Sonuçlar Çizelge 4.16’da verilmektedir.

Çizelge 4.16. Boyanmamış ve soğan kabuğu ile boyanmış pamuklu örme kumaşların AATCC 100 standardına göre kantitatif test sonuçları (% azalma)

Boyamada Kullanılan Bitki	<i>K. pneumoniae</i>	<i>S. aureus</i>
İşlemsiz	18.4	21.8
Soğan kabuğu	19.0	32.0

Çizelge 4.16 incelendiğinde *S. aureus* bakterisine karşı soğan kabuğu ile boyanmış numunenin işlemsiz numuneye göre antibakteriyellik etkisinin daha fazla olduğu görülürken, *K. pneumonie* bakterisine karşı ise soğan kabuğunun bir fayda sağlamadığı anlaşılmaktadır. Asıl patojen bakterilerin gram negatif bakteriler olduğunu dikkate alacak olursak soğan kabuğunun antibakteriyellik anlamında uygun bir seçenek olmadığı söylenebilir. Ancak yukarıda özetleri verilen önceki çalışmalardan yola çıkarak doğal boyalarla boyama yoluyla tek bir işlemle hem renk hem antibakteriyellik fonksiyonelliği elde edilmek istendiğinde helile, kat-hindi, nar kabuğu ve zerdeçalın iyi bir alternatif olacağı söylenebilir.

5. SONUÇ

Bu tez kapsamında 40 farklı bitki ile mordan kullanılmadan ve çevre açısından sakınca yaratmayan potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanarak yapılan tüm çalışmaların ışığı altında doğal boyalarla pamuklu kumaşlar üzerinde tek bir bitkiden elde edilen boyarmadde kullanılarak;

- sarı renk eldesi için mordan kullanılmadan ya da potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak nar kabuğu veya zerdeçal,
- kırmızı renk eldesi için potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak kök boya
- mavi renk eldesi için mordan kullanılmadan indigo,
- yeşil renk eldesi için mordan kullanılmadan ya da potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak helile,
- sarımtrak-kahverengi renk eldesi için mordan kullanılmadan ya da potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak soğan kabuğu,
- kırmızımtrak-kahverengi renk eldesi için mordan kullanılmadan ya da potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak kat-hindi

ile boyama yapılmasının en uygun olduğu söylenebilir.

Bunun ötesinde ara renklerin eldesi için ikili kombinasyonlar yapılmak istendiğinde;

- yeşil renk eldesi için birinci banyoda yapılan indigo boyama sonrası ikinci banyoda mordan kullanılmadan ya da potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak nar kabuğu veya zerdeçal,
- turuncu renk eldesi için tek banyoda potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak kök boya ile birlikte nar kabuğu veya zerdeçal,
- mor renk eldesi için birinci banyoda yapılan indigo boyama sonrası ikinci banyoda mordan kullanılarak kök boya

ile boyama yapılması önerilebilir.

Diğer renklerin eldesi için üçlü karışım yapılmak istendiğinde ise indigo boyama sonrası ikinci banyoda potasyum alüminyum sülfat mordanı kullanılarak kök boya ile birlikte nar kabuğu veya zerdeçal ile boyama yapmak gerekecektir.

Bu tez kapsamında ayrıca;

➤ Helile, kat-hindi ve nar kabuğu ile biyomordanlama işlemi sonrası pamuklu örme kumaşların doğal boyalarla boyanmasında elde edilen renk verimlerinin arttığı, ancak kumaşların işlemsizye göre kırmızı-yeşil (a*), sarı-mavi (b*) değerlerinde önemli değişimler meydana geldiği görülmüştür. Öte yandan biyomordanlama işleminin 1/2 puan kadar daha yüksek yıkama haslığı verdiği buna karşı sürtme haslıklarını etkilemediği saptanmıştır. Özellikle biyomordanlama işleminin zemin rengini sarı-kahverengi tonlarına kaydırıyor olması bu prosesin bu renk tonlarını veren bitkilerde kullanılabileceğini, kırmızı veya mavi renk veren bitkilerde elde edilecek rengi bozacağı için kullanılmasının uygun olmayacağı kanaati oluşmuştur.

➤ Pamuklu örme kumaşlara periyodat ile oksidatif işlem sonrası kitosan ile kimyasal modifikasyon yapılarak lifler katyonikleştirildiğinde pamuklu örme kumaşın doğal boyalarla yapılan boyamalarda elde edilen renk verimi değerlerinin arttığı görülmüştür. Kitosan ile katyonikleştirme işlemi yapılması durumunda ışık haslıklarında önemli bir değişim olmadığı, buna karşın bazı bitkilerle yapılan boyamaların yıkama ve sürtme haslıklarında düşüşler olduğu saptanmıştır.

Literatürde doğal boyalarla boyanmış kumaşların aynı zamanda UV koruyuculuk ve antibakteriyellik gibi fonksiyonellikler sağlayabileceği pek çok çalışmada ortaya konulmuştur. Bu tez kapsamında da soğan kabuğu veya zerdeçal ile boyanmış pamuklu örme kumaşların mükemmel seviyede UV koruyuculuk etkisi gösterdiği görülmüştür. Öte yandan literatürde helile, kat-hindi, nar kabuğu ve zerdeçal ile boyanmış numunelerin pamuklu kumaşlar üzerinde çeşitli bakterilere karşı antibakteriyellik etkisi de gösterdiği anlaşılmıştır. Ancak bu tez kapsamında test edilen soğan kabuğunun *K. pneumonie* bakterisine karşı bir etkisi olmadığı görülmüştür.

Sonuç olarak, bu tez kapsamında yürütülen kapsamlı çalışmaların sonuçlarının ışığı altında pamuklu örme kumaşların boyanmasında doğal boyalarla oldukça iyi haslıklarda çeşitli renklerin elde edilebileceği ve ayrıca doğal boyalarla boyama yoluyla tek bir işlemle hem renk hem UV koruyuculuk ve/veya antibakteriyellik fonksiyonelliklerinin sağlanabileceği söylenebilir. Bu durumun ekonomik ve ekolojik üretim açısından önemli avantajlar sağlayacağı yadsınamaz bir gerçektir. Doğal boyaların pamuklu kumaşlar üzerindeki bu potansiyelinin özellikle katma değeri yüksek ürünler grubunda değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Akar E, Oktav BM, (2013). Bazı Tekstil Boya Bitkilerinin Antibakteriyal Özellikleri ve Aktivitesi için Kullanılan Test Yöntemleri, SDÜ Teknik Bilimler Dergisi, 3(2), 1-6
- Akaydın M, Kurban M, Seyrek Kurban N, (2009). Atkılı Örme Kumaşlarda UV Işınlının Geçirgenliğinin Azaltılmasına Yönelik Araştırmalar, UİB Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe AR-GE Proje Pazarı, Bursa, 11-18.
- Atav R, (2015). Doğal ve Rejenere Lif Boyamacılığı Uygulamaları Ders Notları, Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu-Tekirdağ.
- Atav R, (2010). Fonksiyonel Tekstiller Yüksek Lisans Ders Notları, Namık Kemal Üniversitesi, Çorlu-Tekirdağ.
- Balcı H, (2006). Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller, Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Benli H, Bahtiyari MI, (2015a). Combination of Ozone and Ultrasound in Pretreatment of Cotton Fabrics Prior to Natural Dyeing, Journal of Cleaner Production, 89: 116-124.
- Benli H, Bahtiyari MI, (2015b). Use of Ultrasound in Biopreparation and Natural Dyeing of Cotton Fabric in a Single Bath, Cellulose, 22: 867–877.
- Bilimis Z, (1994). Measuring the UV Protection Factor (UPF) of Fabrics and Clothing, UV Instruments at Work, 1-4
- Cristea D, Vilarem G, (2006). Improving Light Fastness of Natural Dyes on Cotton Yarn, Dyes and Pigments, 70: 238-245.
- Davulcu A, Benli H, Şen Y, Bahtiyari MI, (2014). Dyeing of Cotton with Thyme and Pomegranate Peel, Cellulose, 21 (6): 4671–4680.
- Demir A, Seventekin N, (2009). Kitin, Kitosan ve Genel Kullanım Alanları Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt 3 (2): 92-103.
- Dweck AC, (2015). Soaps, Oils, Fats and Waxes, Natural Colours, http://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjA BOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.dweckdata.co.uk%2Fpublished_papers%2FNatural_colour_SOFW.pdf&ei=BA6JVdjWGYS5sQG_6ICIDQ&usg=AFQjCNGc2Thywm IHOHoydWtcyO59Gcf45A, Son erişim tarihi: 18.09.2015
- Eyüboğlu U, Okaygun I, Yaras F, (1983). Doğal Boyalarla Yün Boyama: Uygulamalı ve Geleneksel Yöntemler, Özkur Basımevi, İstanbul, Türkiye.
- Feng XX, Zhang LL, Chen JY, Zhang JC, (2007). New Insights into Solar UV-Protective Properties of Natural Dye, Journal of Cleaner Production, 15: 366-372.
- Gokhale SB, Tatiya U, Bakliwal SR, Fursule RA, (2004). Natural Dye Yielding Plants in India, Natural Product Radiance, 3 (4): 228-234.

- Grifoni D, Bacci L, Zipoli G, Albanese L, Sabatini F, (2011). The Role of Natural Dyes in the UV Protection of Fabrics Made of Vegetable Fibres, Dyes and Pigments, 91: 279-285.
- Gulrajani ML, (1999). Present Status of Natural Dyes, Colorage, 46 (7): 19-28.
- Gupta D, (2000). Mechanism of Dyeing Synthetic Fibres with Natural Dyes, Colorage, 47: 23-26.
- Gupta D, Khare SK, Laha A, (2004). Antimicrobial Properties of Natural Dyes Against Gram-Negative Bacteria, Coloration Technology, 120: 167-171.
- Gupta D, Jain A, Panwar S, (2005). Anti-UV and Anti-Microbial Properties of Some Natural Dye on Cotton, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 30: 190-195.
- İşmal ÖE, Yıldırım L, Özdoğan E, (2013). An Alternative Natural Dye, Almond Shell Waste: Effects of Plasma and Mordants on Dyeing Properties, Coloration Technology, 129 (6): 431-437.
- İşmal ÖE, Yıldırım L, Özdoğan E, (2014). Use of Almond Shell Extracts Plus Biomordants As Effective Textile Dye, Journal of Cleaner Production, 70 (1): 61-67.
- İşmal ÖE, Yıldırım L, Özdoğan E, (2015). Valorisation of Almond Shell Waste in Ultrasonic Biomordanted Dyeing: Alternatives to Metallic Mordants, The Journal of The Textile Institute, 106 (4): 343-353.
- Kamel MM, Helmy HM, Meshaly HM, Abou-Okeil A, (2015). Antibacterial Activity of Cationised Cotton Dyed with Some Natural Dyes, Journal Textile Science and Engineering, 5 (1): 1-5.
- Kampeerapappun P, Phattararittigul T, Jittrong S, Kullachod D, (2010). Effect of Chitosan and Mordants on Dyeability of Cotton Fabrics with *Ruellia tuberosa* Linn, Chiang Mai Journal Science, 38 (1): 95-104.
- Karadağ R, (2007). Doğal Boyamacılık, TC Kültür ve Turizm Bakanlığı Döner Sermaye İşletmesi Merkez Müdürlüğü.
- Lee YH, Hwang EK, Kim HD, (2009). Colorimetric Assay and Antibacterial Activity of Cotton, Silk, and Wool Fabrics Dyed with Peony, Pomegranate, Clove, *Coptis chinensis* and Gallnut Extracts, Materials, 2: 10-21.
- Mert HH, Doğan Y, Başlar S, (1992). Doğal Boya Eldesinde Kullanılan Bazı Bitkiler, Sayı: 5: 14-17.
- Mohamed AR, Samar S, Marwa A, Ali AH, (2011). Eco-Friendly Pretreatment of Cellulosic Fabrics with Chitosan and Its Influence on Dyeing Efficiency, Natural Dyes
- Montazer M, Parvinzadeh M, Kiumarsi A, (2004). Colorimetric Properties of Wool Dyed with Natural Dyes After Treatment with Ammonia, Coloration Technology, 120 (4): 161-166.

- Namırtı O, (2013). Nanoteknoloji Ürünü Dendrimerler Kullanılarak Pamuk Liflerinin Reaktif Boyarmaddelerle Boyanabilirliğinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çorlu, Tekirdağ.
- Özdoğan E, Demir A, Seventekin N, (2006). Nanoteknoloji ve Tekstil Uygulamaları, Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 2/16 (4): 225-229.
- Öztürk I, (1999). Doğal Bitkisel Boyalarla Yün Boyama, Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü Basımevi, İzmir-Türkiye.
- Palamutçu S, Sengül M, Devrent N, Keskin R, Hasçelik B, (2007). Bazı Antimikrobiyal Maddelerin % 100 Pamuklu Kumaşlar Üzerindeki Mikrobiyolojik Etkinliği ve Kumaş Parametreleri Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması, Tübitak Projesi Sonuç Raporu
- Pateland H, Chattopadhyay DP, (2009). Process Development for Printing on Cotton Fabric with *Terminalia Chebula* Dye, www.fibre2fashion.com.
- Rahman ANA, Tajuddin R, Tumin SM, (2013). Optimization of Natural Dyeing Using Ultrasonic Method and Biomordant, International Journal of Chemical Engineering and Applications, 4 (3)
- Rajendran R, (2011). Dyeability and Antimicrobial Properties of Cotton Fabrics Finished with *Punica Granatum* Extracts, Journal of Textile and Apparel Technology and Management, 7 (2)
- Rathinamoorthy R, Udayakumar S, Thilagavathi G, (2012). Antimicrobial Efficacy of Terminalia chebula Fruit Extract Treated Cotton Fabric for Healthcare Applications, International Journal of Pharmaceutical Sciences and Nanotechnology, 4 (4)
- Rattanaphani S, Chairat M, Bremner JB, Rattanaphani V, (2007). An Adsorption and Thermodynamic Study of Lac Dyeing on Cotton Pretreated with Chitosan, Dyes and Pigments, 72: 88-96.
- Reddy N, Han S, Zhao Y, Yang Y, (2013). Antimicrobial Activity of Cotton Fabrics Treated with Curcumin, Journal of Applied Polymer Science, 2698-2702.
- Sabnis RW, (2007). Handbook of Acid-Base Indicators, CRC Press, pp. 111.
- Saowanee R, Montra C, John BB, Vichitr R, (2007). An Adsorption and Thermodynamic Study of Lac Dyeing on Cotton Pretreated with Chitosan, Dyes and Pigments, 72 (1): 88-96.
- Saravanan P, Chandramohan G, Jancy Rani JM, Sundaram PS, (2013). Effect of Chitosan and Mordants on Dyeability of Cotton Fabrics with Natural Dye from Arks of *Ficus Religiosa Linn.*, International Journal of Recent Trends in Science and Technology, 9 (1): 72-75.
- Sarkar AK, (2004). An Evaluation of UV Protection Imparted by Cotton Fabrics Dyed with Natural Colorants, BMC Dermatology, 4 (15): 1-8.
- Savvidis G, Karanikas E, Nikolaidis N, Eleftheriadis I, Tsatsaroni E, (2014). Ink-jet Printing of Cotton with Natural Dyes, Coloration Technology, 130 (3): 200-204.

- Saxena S, Raja ASM, (2014). Natural Dyes: Sources, Chemistry, Application and Sustainability Issues. Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing - Eco-friendly Raw Materials, Technologies, and Processing Methods, Ed: Subramanian SM, Singapore, 37-80.
- Sekar N, (1999). Application of Natural Colorants to Textiles-Principles and Limitations, *Colorage*, 46 (7): 33-34.
- Shahid M, Islam S, Mohammad F, (2013). Recent Advancements in Natural Dye Applications, *Journal of Cleaner Production*, 53: 310-331.
- Shahin MF, Ahmed RM, Marie MM, (2014). Optimizing the Dyeing Process of Alkali-Treated Polyester Fabric with Dolu Natural Dye, *International Journal of Engineering Research and Applications*, 4 (6): 35-40.
- Singha R, Jainb A, Panwarb S, Guptab D, Kharea SK, (2005). Antimicrobial Activity of Some Natural Dyes, *Dyes and Pigments*, 66: 99-102.
- Süpüren G, Kanat ZE, Çay A, Tarakçıoğlu I, 2006, *Antimikrobiyal Lifler, Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 80-89
- Şahan G, Demir A, (2014). Kitosan Biyopolimerinin Formları ve Tekstil Uygulamaları, XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu
- Şener HF, Bulat F, (2008). Nano Teknoloji ile Üretilen Akıllı Tekstiller ve Tüketici Beklentilerini Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma
- Tutak M, Korkmaz NE., (2012). Environmentally Friendly Natural Dyeing of Organic Cotton, *Journal of Natural Fibers*, 9: 51–59.
- Vankar PS, (2000). Chemistry of Natural Dyes, *Resonance*, 73-80.
- Zarkogianni M, Mikropoulou E, Varella E, Tsatsaroni E, (2011). Colour and Fastness of Natural Dyes: Revival of Traditional Dyeing Techniques, *Coloration Technology*, 127 (1): 18-27.
- <http://www.sssbiotic.com/product/haritaki.asp>, Son erişim tarihi: 10.10.2006
- <http://www.agaclar.org/agac.asp?id=137>, 2015, Son erişim tarihi: 15.11.2015
- <http://www.bitkisepeti.com/egir.htm>, Son erişim tarihi: 15.11.2015
- <http://sifalibitkilervefaydalari.com/sifali-bitkiler-kara-halile-terminalia-chebula.html>, 2015
- https://tr.wikipedia.org/wiki/Adi_hu%C5%9F, Son erişim tarihi: 15.11.2015
- http://www.google.com.tr/urlsa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwigmbGjl6TJAhUhnXIKHQyxwQFgglMAE&url=http%3A%2F%2Fwww.worldagroforestry.org%2Ftreedb%2FAFTPDFS2FAcacia_catechu.PDF&usq=AFQjCNESFb3DDz6Zuyn63Zhkwrt1k9fhA, Son erişim tarihi: 15.11.2015

http://hermevsimbitki.com/wiki/index.php/Kiraz_Sap%C4%B1, Son erişim tarihi: 15.11.2015

web.ogm.gov.tr/birimler/merkez/odundisiurun/...sube.../ALIC_X.pdf, Son erişim tarihi: 15.11.2015

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ayva>, Son erişim tarihi: 15.11.2015

<https://tr.wikipedia.org/wiki/Ihlamur>, Son erişim tarihi: 15.11.2015

https://tr.wikipedia.org/wiki/Karaba%C5%9F_otu, Son erişim tarihi: 15.11.2015

<http://www.bahcesel.net/forumsel/kusburnu/13133-turkiyede-dogal-olarak-yetisen-kusburnu-rosa/>, Son erişim tarihi: 15.11.2015

https://tr.wikipedia.org/wiki/Sar%C4%B1_kantaron, Son erişim tarihi: 15.11.2015

<http://tr.wikipedia.org/wiki/A%C4%9Fa%C3%A7hatmi>, Son erişim tarihi: 15.11.2015

<http://www.tcfdatu.org/?lang=tr&page=product-detail&id=25>, Son erişim tarihi: 15.11.2015

EK 1

Bitkilerin Mordan Kullanılmadan Pamuğu Boyama Durumlarına Göre Sınıflandırılması

BİTKİLERİN MORDAN KULLANILMADAN PAMUĞU BOYAMA DURUMUNA GÖRE SINIFLANDIRILMASI											
HİÇ BOYAMAYANLAR		DÜŞÜK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR						ORTA RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR		YÜKSEK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR	
Ağaç Hatmi		Alıç Yaprağı	Huş Ağacı	Kuşburnu	Sığır Kuyruğu	Asma Yaprağı	Helile				
Akdiken		Aspir	Isırğan Otu	Melisa	Sumak	Hibiscus	Indigo				
Ebe Gümeçi		Ayı Üzümü	Karabaş	Mürver	Yarpuz	İhlamur	Kat Hindi				
Eğir Kökü		Ayva Yaprağı	Katır Tırnağı	Nane	Yoğurt Otu	Kestane	Nar Kabuğu				
		Böğürtlen Yaprağı	Kına	Okaliptüs		Murt	Sogan Kabuğu				
		Civanperçemi	Kiraz Sapı	Papatya			Zerdeçal				
		Havacıva	Kökboya	Sarı Kantron							

EK 2

Bitkilerin Potasyum Alüminyum Sülfat Mordanı Kullanılması Durumunda Pamuğu Boyama Durumlarına Göre Sınıflandırılması

BITKİLERİN MORDAN KULLANILMASI DURUMUNDA PAMUĞU BOYAMA DURUMLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI											
DÜŞÜK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR			ORTA RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR			YÜKSEK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR					
HİÇ BOYAMAYANLAR	Ağaç Hatmi	Alıç Yaprağı	Melisa	Asma Yaprağı	Karabaş	Papatya	Helile				
	Akdiken	Ayı Üzüümü	Mürver	Aspir	Kestane	Sarı Kantaron	Kat Hindi				
	Eğir Kökü	Ayva Yaprağı	Nane	Böğürtlen Yaprağı	Kına	Yoğurt Otu	Nar Kabuğu				
	Havacıva	Ebe Gümeci	Sığır Kuyruğu	Civanperçemi	Kiraz Sapı	Kök Boya	Soğan Kabuğu				
	Huş Ağacı	Sumak	Hibiscus	Murt	Okaliptus	Zerdeçal					
	Katır Trnağı	Yarpuz	Ihlamur	Isırgan Otu							
	Kuşburnu										




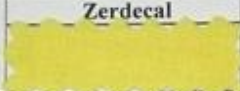
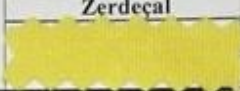
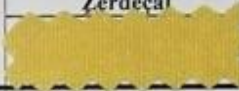


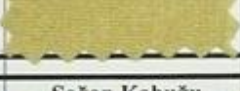
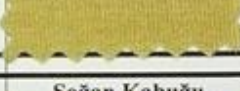





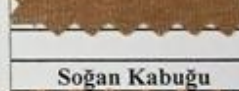





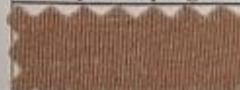

EK 3

Bitkilerin Kitosanla Kimyasal Modifikasyona Uğratılmış Pamuğu Mordansız Boyama Durumlarına Göre Sınıflandırılması

BİTKİLERİN KITOSANLA KİMYASAL MODİFİKASYONA UĞRATILMIŞ PAMUĞU MORDANSIZ BOYAMA DURUMLARINA GÖRE SINIFLANDIRILMASI	
HİÇ BOYAMAYANLAR	Eğir Kökü
DÜŞÜK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR	Ağaç Hatmi
	Melisa
	Akdiken
	Mürver
	Ebe Gümecl
	Sığır Kuyruğu
	Havacıya
	Sumak
	Katır Tırnağı
	Kına
Kuşburnu	
ORTA RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR	Alıç Yaprağı
	Hibiscus
	Kök Boya
	Asma Yaprağı
	Huş Ağacı
	Murt
	Aspir
	İhlamur
	Nane
	Ayı Üzüümü
Okaliptus	
YÜKSEK RENK VERİMİNDE BOYAYANLAR	Ayva Yaprağı
	Karabaş
	Papatya
	Böğürtlen Yaprağı
	Kestane
	Sarı Kantaron
	Zerdeçal
	Civanperçemi
	Kiraz Sapı
	Yoğurt Otu
Yarpuz	

EK 4

Pamuk Üzerinde Yüksek Renk Verimi Sağlayan Bitkilerden Elde Edilen Renkler ve Pamuk Liflerinde Tek Banyoda Tri-kromi Boyama Yapılmasına İmkân Veren Bitkilerin Sağladıkları Renkler

PAMUK ÜZERİNDE YÜKSEK RENK VERİMİ SAĞLAYAN BİTKİLERDEN ELDE EDİLEN RENKLER			
	İŞLEMSİZ	MORDANLI	KİTOSANLI
SARI	Nar Kabuğu 	Nar Kabuğu 	Nar Kabuğu 
	Zerdeçal 	Zerdeçal 	Zerdeçal 
KIRMIZI		Kök Boya 	
MAVİ	İndigo 		
YEŞİL	Helile 	Helile 	Helile 
SARI-KAHVERENGİ	Soğan Kabuğu 	Soğan Kabuğu 	
KIRMIZI-KAHVERENGİ	Kat Hindi 	Kat Hindi 	Kat Hindi 
			Soğan Kabuğu 
PAMUK LİFLERİNDE TEK BANYODA TRİKROMİ BOYAMA YAPILMASINA İMKÂN VEREN BİTKİLER VE SAĞLADIKLARI RENKLER			
	SARI	KIRMIZI	MAVİ
İŞLEMSİZ	Aspir 	Ayva Yaprağı 	Havacıva 
KİTOSANLI	Aspir 	Ayva Yaprağı 	Havacıva 

TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince bilgi ve önerileriyle yol gösteren, proje çalışmalarında yer almamı sağlayan ve de danışmanlığımı üstlenerek, yüksek lisans eğitimimin her aşamasında çalışmalarımın yönlendirilmesi ve sonuçlandırılmasında her türlü desteği sağlayan Sayın Doç.Dr. Rıza ATAV'a teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans dönemi boyunca iş hayatındaki desteklerini eksik etmeyen Şık Makas Giyim A.Ş. Genel müdür yrd. asistanı Sayın Kadir ÖZKAYA, Yıkama işlem danışmanı tekstil müh. Sayın Hakan Asım ŞENSOY ve Yıkama işletme sorumlusu tekstil müh. Sayın Koray YAĞMURLU başta olmak üzere tekstil müh. Özver DEMİR, tekstil müh. Aydın BAPUŞCU ve tekstil müh. Fatik ÇELİK'e teşekkür ederim. Bütün tez çalışmam boyunca laboratuvar imkânlarını kullanmama izin veren Denge Kimya ve Tekstil Sanayi Ticaret Limited Şirketi'nden başta firma sahibi Sayın Halil AKSOY, Teknik genel müdür yardımcısı Sayın Refik GÜLBAHAR ve laboratuvar şefi Sayın Selen ESER olmak üzere tüm firma çalışanlarına teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca UV geçirgenlik testlerinde yardımcı olan İTKİB İTA Eğitim Araştırma ve Danışmanlık Ltd. Şti. adına Sayın Tuba Zülal TAŞAN'a teşekkür ederim.

Laboratuvarda yürütülen yoğun çalışmalardaki yardımlarından dolayı tekstil mühendisliği bölüm öğrencileri Uğur ERGÜNAY ve Tolga CAN'a teşekkür ederim. Son olarak, hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme, değerli arkadaşlarıma ve bana her zaman destek olan Fatma KELEK'e teşekkürlerimi sunarım.

ÖZGEÇMİŞ

01.10.1988 tarihinde Tokat'ta dünyaya gelmiş olan Kaya KARABULUT ilk, orta ve lise eğitimini Tokat'ta tamamlamıştır. 2009 yılında Namık Kemal Üniversitesi Çorlu Mühendislik Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nü kazanarak buradan 2013 yılında mezun olmuştur. 2014 yılında Cross Jeans/Şık Makas Giyim A.Ş. bünyesinde yıkama mühendisi olarak iş hayatına başlamış olup, halen bu görevini sürdürmektedir.