T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HİDROFİL PAMUK ÜRETİMİNDE ALTERNATİF YÖNTEMLERİN ARAŞTIRILMASI

Hazırlayan
Ayşegül ERDEM

Danışman
Doç. Dr. M. İbrahim BAHTİYARİ

Yüksek Lisans Tezi

Ağustos 2016
KAYSERİ

T.C.
ERCİYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

HİDROFİL PAMUK ÜRETİMİNDE ALTERNATİF YÖNTEMLERİN ARAŞTIRILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Ayşegül ERDEM

Danışman
Doç. Dr. M. İbrahim BAHTİYARİ

Ağustos 2016
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Adı-Soyadı Ayşegül ERDEM

İmza :



YÖNERGEYE UYGUNLUK

‘‘Hidrofil Pamuk Üretiminde Alternatif Yöntemlerin Araştırılması’’ adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Ayşegül ERDEM

Danışman

Doç. Dr. M. İbrahim BAHTİYARİ

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. A. Kadir BİLİŞİK

Doç. Dr. M. İbrahim BAHTİYARİ danışmanlığında **Ayşegül ERDEM** tarafından hazırlanan **"Hidrofil Pamuk Üretiminde Alternatif Yöntemlerin Araştırılması"** adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tekstil Mühendisliği** Anabilim Dalında **Yüksek Lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

04/08/2016

JÜRİ:

Başkan : Doç. Dr. M. İbrahim BAHTİYARİ .....

Üye : Doç. Dr. Rıza ATAV .....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Asım DAVULCU .....

ONAY:

Bu tezin kabulü, Enstitü Yönetim Kurulunun 09/08/2016 tarih ve 2016/35-21 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

09/08/2016

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

TEŞEKKÜR

Tez konusunun belirlenmesi, deneysel çalışmaların yürütülmesi, elde edilen sonuçların değerlendirilmesi ve tezin yazımı sırasında yardımlarını esirgemeyen ve sabırla ilgilenen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, çok değerli danışman hocam Doç. Dr. M. İbrahim BAHTİYARİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Numunelerin antibakteriyellik analizi sırasında yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. Mustafa TUTAK'a teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan arkadaşım yüksek lisans öğrencisi Zehra GÖZÜTOK'a, tezin yazımında yardımlarını esirgemeyen Proje Asistanı Süreyya KOCATEPE'ye, aynı laboratuvarı paylaştığımız çalışma arkadaşım Proje Asistanı Ayşenur MUTLU'ya ve Arş. Gör. Fazlıhan YILMAZ'a teşekkür ederim.

Deneysel çalışmalarımda kullanmış olduğum pamuklu cerlerin temin edilmesinde desteklerini esirgemeyen Şirikçioğlu Mensucat çalışanı İplik Kalite Kontrol Mühendisi Makbule ÖZÇALIŞKAN'a, enzim ve yardımcı kimyasalların temininde yardımcı olan Alfa Kimya çalışanlarına teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, maddi ve manevi her zaman yanımda olan anneme ve babama, sevgi ve hoşgörüyle bana destek olan kardeşlerime teşekkürlerimi sunarım.

Ayşegül ERDEM

Kayseri, Ağustos 2016

HİDROFİL PAMUK ÜRETİMİNDE ALTERNATİF YÖNTEMLERİN ARAŞTIRILMASI

Ayşegül ERDEM

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ağustos 2016
Danışman: Doç. Dr. M. İbrahim BAHTİYARİ

ÖZET

Dünya nüfusundaki yaşlanma ve yaşam kalitesine paralel olarak, sağlık ve hijyen sektörlerinde kullanılan, tıbbi ve kozmetik tekstillere olan talep hızla artmaktadır. Bugün tıbbi ve kozmetik tekstiller tekstil endüstrisi için önemli bir pazar oluşturmaktadır. Bu açıdan alternatif uygulamalar geliştirmek, talebi karşılamak konusunda hem üretici hem de tüketici için önemli olacaktır.

Bu çalışmanın amacı hem tıbbi hem de kozmetik amaçla kullanılan hidrofil pamuk üretimi için alternatif yöntemler araştırmaktır. Bu amaçla, başta ozon gazı olmak üzere enzimler, ultrasonik enerji ve doğal boyalar kullanılmıştır. Bu çalışma sayesinde renkli, beyaz, kokulu, antibakteriyel gibi farklı özelliklere sahip hidrofil pamuk üretimi hedeflenmiştir.

Çalışmada; penye hattına ait pamuklu cerler konvansiyonel ve enzimatik yöntemlerle ultrasonik yıkama banyosunda ultrasonik enerji kullanılarak ve kullanılmadan ağartılmış ve hidrofilleştirilmiştir. Optimize edilen enzim/ultrason kombinasyon işlemleri sonrasında hidrofil cerler üretilmiştir. Daha sonra ağartılmış pamuk cerleri elde edebilmek için hidrofil cerlere ozon gazı uygulanmış ve bu esnada ozonlamadaki pH ve sürenin etkisi incelenmiştir. Ayrıca hidrofil cerler lavanta, okaliptüs, nar kabuğu ve yeşil çay doğal boya kaynakları ile, mordanlı ve mordan kullanılmadan renklendirilmişlerdir. Sonuç olarak; başta ozon teknolojisi olmak üzere ultrason ve enzim teknolojisi kullanılarak hidrofil pamuğun elde edilebileceği ve renklendirilerek hidrofil pamuğa koku, antibakteriyellik gibi farklı özelliklerin kazandırılabileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Tıbbi tekstil, kozmetik tekstil, hidrofil pamuk, ozon, ultrason, doğal boya

INVESTIGATION OF ALTERNATIVE PROCESSES IN PRODUCTION OF ABSORBENT COTTON

Ayşegül ERDEM

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, July 2016
Supervisor: Assoc. Prof. M. İbrahim BAHTİYARİ

ABSTRACT

The demands for medical and cosmetic textiles, which are used for health and hygiene sector, have rapidly increased in parallel with the aging in the world's population and quality of life. Today medical and cosmetic textiles ensure an important market for the textile industry. In this respect, developing alternative processes to satisfy the demands will be important for both producers and consumers.

The aim of this study is to investigate an alternative processes for production of absorbent cotton which is used in both medical and cosmetic purposes. For this aim, notably ozone gas, enzymes, ultrasonic energy, and natural dyes were used. By this study it was aimed to produce absorbent cotton with different properties such as colored, white, fragrant and antibacterial.

In this study; cotton slivers, which are drawn of combed line, were bleached and scoured by using conventional and enzymatic methods in ultrasound cleaning bath with and without ultrasonic energy. By the optimized enzyme/ultrasound combination, absorbent sliver were produced. Then to obtain bleached cotton sliver, ozone gas application has been applied to absorbent cotton sliver and meanwhile the effect of pH and duration has been tested during ozonation. The absorbent slivers were also colored using lavender, eucalyptus leaf, pomegranate peel and green tea natural dye sources with and without mordant. Finally, it was found that absorbent cotton can be obtained by using notably ozone technology; ultrasound and enzyme technology and absorbent cotton with different functions such as fragrant and antibacterial can be produced by dyeing.

Keywords: Medical textile, cosmetic textile, absorbent cotton, ozone, ultrasound, natural dye

İÇİNDEKİLER

HİDROFİL PAMUK ÜRETİMİNDE ALTERNATİF YÖNTEMLERİN ARAŞTIRILMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i

YÖNERGEYE UYGUNLUK ii

KABUL VE ONAY iii

TEŞEKKÜR iv

ÖZET v

ABSTRACT vi

ŞEKİLLER LİSTESİ xii

TABLOLAR LİSTESİ xiv

GİRİŞ 1

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Teknik Tekstiller 2

1.1.1. Tıbbi Tekstiller ve Tıbbi Tekstillerin Sınıflandırılması 3

1.1.2. Kozmetik Tekstiller 6

1.2. Pamuk Lifi 7

1.2.1. Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri ve Kimyasal Yapısı 7

1.2.2. Hidrofil Pamuk ve Hidrofil Pamuk Üretimi 9

1.3. Tez Çalışması Kapsamında Değerlendirilen Yöntemler 11

1.3.1. Ultrason Teknolojisi 11

1.3.2. Ozon Teknolojisi 14

1.3.3. Enzimatik Prosesler 22

1.4. Pamuklu Mamüllerin Doğal Boyarmaddelerle Boyanması: 23

1.4.1. Lavanta 26

1.4.2. Nar Kabuğu.....27

1.4.3. Okaliptüs.....28

1.4.4. Yeşil Çay.....29

2. BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Kullanılan Materyaller ve Cihazlar.....31

2.1.1. Çalışmada Kullanılan Cer ve Özellikleri.....31

2.1.2. Kullanılan Kimyasallar, Yardımcı Maddeler ve Boyarmaddeler.....31

2.1.3. Cihaz ve Makineler.....33

2.2. Yöntem.....34

2.2.1. Konvansiyonel Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı.....34

2.2.2. Enzimatik Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı....36

2.2.3. Ozonun Hidrofil Pamuk Üretiminde Kullanımının Araştırılması.....37

2.2.4. Hidrofil Pamukların Doğal Boyalarla Renklendirilerek Fonksiyonelleştirilmesi.....39

2.3. Değerlendirmede Kullanılan Deney ve Test Metodları.....42

2.3.1. Beyazlık Derecesi Tayini.....42

2.3.2. Hidrofilite Testi.....43

2.3.3. Renk Verimi Tayini (K/S).....44

2.3.4. Koku Analizi.....44

2.3.5. Antibakteriyel Test Yöntemi.....44

2.3.6. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntü Analizi.....45

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Konvansiyonel Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı...46

3.2. Enzimatik Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı.....47

3.3. Ozonun Hidrofil Pamuk Üretiminde Kullanımının Araştırılması.....48

3.4. Hidrofil Pamukların Doğal Boyalarla Renklendirilerek Fonksiyonelleştirilmesi 50

3.4.1. Kokulu Hidrofil Pamuk Eldesi.....50

3.4.2. Antibakteriyel Hidrofil Pamuk Eldesi.....53

3.4.3. Yeşil Çaylı Hidrofil Pamuk Eldesi.....55

4. BÖLÜM

TARTIŞMA –SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Konvansiyonel Yöntemle Hidrofil Pamuk Eldesinde Ultrason Kullanımı.....57

4.2. Enzimatik Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı.....58

4.3. Ozonun Hidrofil Pamuk Üretiminde Kullanımının Araştırılması.....60

4.4. Hidrofil Pamukların Doğal Boyalarla Renklendirilerek Fonksiyonelleştirilmesi 65

4.4.1. Kokulu Hidrofil Pamuk Eldesi.....66

4.4.2. Nar Kabuğu ile Boyanmış Antibakteriyel Hidrofil Pamuk.....71

4.4.3. Yeşil Çay ile Boyanmış Hidrofil Pamuk.....73

4.5. Genel Sonuç ve Öneriler.....75

KAYNAKLAR 78

ÖZGEÇMİŞ.....88

SİMGELER VE KISALTMALAR

K/S	Renk verimi
L*	Açıklık-Koyuluk ekseni
a*	Kırmızı-Yeşil ekseni
b*	Sarı-mavi ekseni
C*	Doygunluk
h°	Renk cinsi
°C	Santigrat derece
kHz	Kilohertz
pH	Ortamın asitlik veya baziklik ölçüsü ($-\log[H^+]$)
sn	Saniye
ml	Mililitre
l	Litre
g	Gram
SEM	Taramalı elektron mikroskopu
EGCG	Epigallokataşin
HC	Hidrofil cer
OC	Ozonlanmış cer
1B	$CuSO_4.5H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
2K	$SnCl_2.2H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
3D	$FeSO_4.7H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
4P	$K_2Cr_2O_7$ kullanılarak boyanmış numune
5A	$KAlSO_4.10H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
6O	Mordansız boyanmış numune
N1	1:1 Nar kabuğu ile $CuSO_4.5H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
N2	1:1 Nar kabuğu ile $SnCl_2.2H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
N3	1:1 Nar kabuğu ile $FeSO_4.7H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
N4	1:1 Nar kabuğu ile $K_2Cr_2O_7$ kullanılarak boyanmış numune
N5	1:1 Nar kabuğu ile $KAlSO_4.10H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
N6	1:1 Nar kabuğu ile mordansız boyanmış numune
N7	1:4 Nar kabuğu ile $CuSO_4.5H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
N8	1:4 Nar kabuğu ile $SnCl_2.2H_2O$ kullanılarak boyanmış numune
N9	1:4 Nar kabuğu ile $FeSO_4.7H_2O$ kullanılarak boyanmış numune

N10 1:4 Nar kabuğu ile $K_2Cr_2O_7$ kullanılarak boyanmış numune

N11 1:4 Nar kabuğu ile $KAlSO_4.10H_2O$ kullanılarak boyanmış numune

N12 1:4 Nar kabuğu ile mordansız boyanmış numune

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Dünyada teknik tekstillerin kullanım alanlarına göre tüketim oranları 3
Şekil 1.2. Selülozun kimyasal yapısı 7
Şekil 1.3. Pamuk lifinin morfolojik yapısı 8
Şekil 1.4. Hidrofil pamuk 12
Şekil 1.5. Akustik basınca bağlı olarak kavitasyon baloncuğunun büyüklüğü 12
Şekil 1.6. Kavitasyon olayının etkisi 13
Şekil 1.7. Ozon gazının molekül yapısı 15
Şekil 1.8. Ozonun oluşum şeması 16
Şekil 1.9. Corona Discharge yöntemine göre ozon gazı üretimi şeması 17
Şekil 1.10. Selüloz liflerinin boyanmasında kullanılan boyarmaddeler ve kullanım %'leri 24
Şekil 1.11. Lavanta bitkisi 26
Şekil 1.12. Nar meyvesi 27
Şekil 1.13. Okaliptüs ağacı 29
Şekil 1.14 Çay bitkisi 30
Şekil 2.1. Tez çalışmasında kullanılan boyarmadde kaynakları 33
Şekil 2.2. İlk aşamaya ait deney planı 35
Şekil 2.3. Enzimatik yöntemle hidrofil pamuk üretimine ait deney planı 36
Şekil 2.4. Pektinaz enzimiyle çalışma prosesi 37
Şekil 2.5. Ozonlama ilk aşama 38
Şekil 2.6. Ozonlama ikinci aşama 39
Şekil 2.7. Boyamalarda kullanılan doğal boyarmaddeler için geliştirilmiş bir yöntem 40
Şekil 2.8. Doğal boyarmaddelerle yapılan boyama grafiği 40
Şekil 2.9. Hidrofilite deney düzeneği 43

Şekil 4.1. Farklı neme sahip cerlere 10 dakika ozon gazı uygulaması sonrasında meydana gelen beyazlık değişimlerine ait görüntü 61

Şekil 4.2. Farklı neme sahip cerlerde 10 dakika ozon gazı uygulama sonrasında meydana gelen beyazlık değişimi 61

Şekil 4.3. Gram- negatif ve gram-pozitif hücre duvarı kesiti 64

Şekil 4.4. İşlem görmemiş cere ait SEM görüntüleri 65

Şekil 4.5. %90 nem varlığında (pH7) ozonlamış cere ait SEM görüntüleri 65

Şekil 4.6. Okaliptüs ile boyanmış hidrofil cerler 66

Şekil 4.7. Okaliptüsle boyama işlemine ait K/S değerleri 67

Şekil 4.8. Lavanta ile boyanmış hidrofil cerler 69

Şekil 4.9. Lavanta ile boyama işlemine ait K/S değerleri 70

Şekil 4.10. Nar kabuğu ile boyanmış hidrofil cerler 71

Şekil 4.11. Nar kabuğu ile boyama işlemine ait K/S değerleri 72

Şekil 4.12. Yeşil çay ile boyanmış hidrofil cerler 74

Şekil 4.13. Yeşil çayla boyama işlemine ait K/S değerleri 74

Şekil 4.14. Fonsiyonel hidrofil cerler 77

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Tıbbi Tekstillerin Sınıflandırılması 4

Tablo 1.2. Pamuğun bileşimi 8

Tablo 1.3. Bazı oksidasyon ajanları ve onların oksidasyon potansiyelleri 15

Tablo 1.4. Ozonun farklı sıcaklıklardaki sudaki çözünürlüğü 18

Tablo 2.1. Denemelerde kullanılan cer özellikleri 31

Tablo 2.2. Konvansiyonel ağartma ve hidrofilleştirme 35

Tablo 2.3. Enzimatik Hidrofilleştirme 37

Tablo 2.4. Birlikte mordanlama ve boyama yöntemine ait reçete 41

Tablo 3.1. Cerlerin su ile yıkanması sonucu oluşan değişimlere ait veriler 46

Tablo 3.2. Konvansiyonel yöntemle ağartılan ve hidrofilleştirilen numunelere ait ölçüm sonuçları 47

Tablo 3.3. Farklı konsantrasyonlarda pektinaz enziminin kullanıldığı numunelere ait ölçüm verileri 48

Tablo 3.4. Lipaz enzimi ve farklı pH'larda pektinaz/lipaz kombinasyonlarının uygulandığı numunelere ait ölçüm verileri 48

Tablo 3.5. pH 7'de farklı oranlarda nemlendirilen ve 10 dakika ozonlanan numunelere ait beyazlık (stensby) ve L^*, a^*, b^*, ölçümleri 49

Tablo 3.6. %90 nem varlığında (pH 4, 7 ve 10) ve farklı sürelerde ozonlanan numunelere ait ölçüm sonuçları 49

Tablo 3.7. HC ve OC numunelerine ait antibakteriyel analiz sonuçları (bakteri:*S.aureus*) 50

Tablo 3.8. HC ve OC numunelerine ait antibakteriyel analiz sonuçları (bakteri: *E.coli*). 50

Tablo 3.9. Hidrofil cerlerin okaliptüsle boyanması sonucu elde edilen renklerin CIELab (L*, a*, b*, C*ve h°) ve K/S değerleri 51

Tablo 3.10. Okaliptüs kokulu numunelere ait koku testi verileri 51

Tablo 3.11. Okaliptüs kokulu suya ait koku analizi sonucu 51

Tablo 3.12. Hidrofil cerlerin lavantayla boyanması sonucu elde edilen renklerin CIELab (L*, a*, b*, C*ve h°) ve K/S değerleri 52

Tablo 3.13. Lavanta kokulu numunelere ait koku testi verileri 53

Tablo 3.14. Lavanta kokulu suya ait koku analizi sonucu 53

Tablo 3.15. Hidrofil cerlerin nar kabuğuyla boyanması sonucu elde edilen renklerin CIELab (L*, a*, b*, C*ve h°) ve K/S değerleri 54

Tablo 3.16. Nar kabuğuyla boyanmış numunelerin antibakteriyel analiz sonuçları (bakteri: *S.aureus*) 55

Tablo 3.17. Nar kabuğuyla boyanmış numunelerin antibakteriyel analiz sonuçları (bakteri: *E.coli*). 55

Tablo 3.18. Hidrofil cerlerin yeşil çay yapraklarıyla boyanması sonucu elde edilen renklerin CIELab (L*, a*, b*, C*ve h°) ve K/S değerleri 56

GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ve insanların yaşam standartlarının yükselmesi teknik tekstillere olan ilgiyi artırmaktadır. Diğer teknik tekstillerde de olduğu gibi tıbbi ve hijyenik teknik tekstiller de güçlü bir büyüme gösteren ve geniş ürün grubu oluşturan alanlardan biri olmuştur. Günümüzde, hijyenik ve bakım tekstilleri içerisinde düşünebileceğimiz kozmetik tekstiller de ön plana çıkmaktadır. Sosyal bir varlık olan insan için kozmetik tekstiller, gelecek yıllarda daha da önemli olacaktır. Dünya nüfusundaki artış, yaşlanma ve yaşam kalitesine paralel olarak tıbbi ve kozmetik tekstillere talebin sürekli artacağı düşünülmektedir.

Bu yüksek lisans tez çalışmasında; tıbbi tekstil uygulamalarında ozonun kullanılabilirliğinin araştırılması kapsamında, hidrofil pamuk üretiminde alternatif yeni yöntemler geliştirmek ve farklı fonksiyonlara sahip hidrofil pamuk elde etmek amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlarla ürün çeşitliliğinin artacağı ve bu durumun üretici ve tüketici için fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

Hidrofil pamuk eldesinde başta ozon olmak üzere ultrason ve enzim teknolojisinden yararlanılmış, ozonun antibakteriyel etki gösterip göstermediği araştırılmıştır. Farklı özelliklerde hidrofil pamuk eldesi için ise doğal boyarmaddeler kullanılmıştır. Kokulu hidrofil pamuk eldesi için lavanta ve okaliptüs, antibakteriyel hidrofil pamuk eldesi için ise nar kabuğu tercih edilmiştir.

.

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

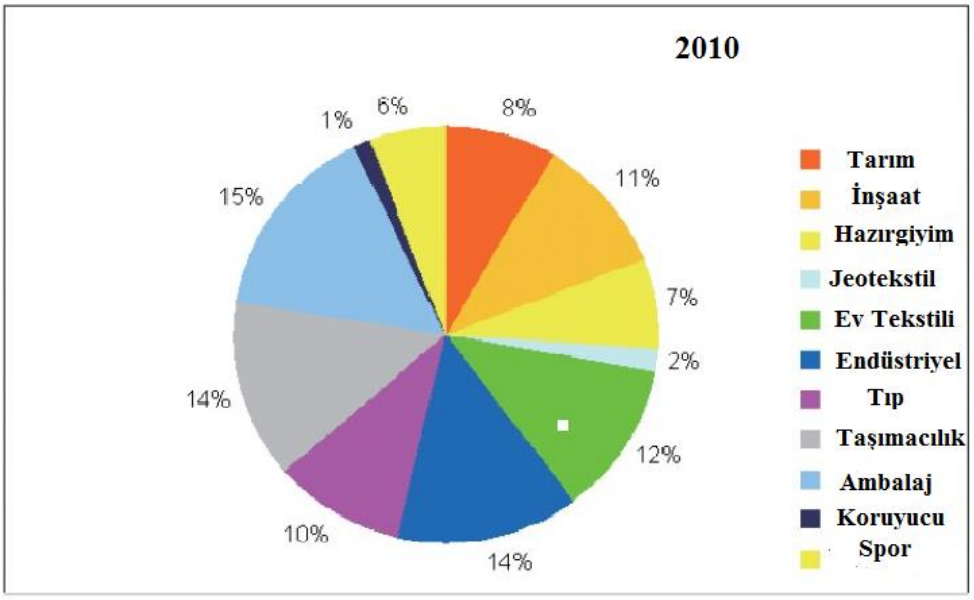
1.1. Teknik Tekstiller

Teknik tekstiller, estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade öncelikle fonksiyonel özellikleri ve teknik performansları için üretilen tekstil malzemeleri ve ürünleri olarak tanımlanabilmektedir. Özellikle son zamanlarda kaydettiği büyüme oranıyla, önemli bir bölümünü oluşturduğu tekstil endüstrisinin en dinamik ve en ümit verici alanı olarak görülmektedir. Gün geçtikçe farklı kullanım amaçlarına uygun yeni ürünler, yeni süreçler, yeni malzemeler üretilip pazara sunulmaktadır. Teknik tekstiller yeni ürünlerin keşfi, yeni ihtiyaçları karşılaması ve geleneksel ürün ve malzemelerin yerine kullanılması nedeniyle, büyük potansiyel arz etmektedir [1].

Teknik tekstillerin tedarik zinciri uzun ve komplike bir yapıdadır ve teknik lifler, kaplamalar ve özel membranlar için polimer üreticilerinden başlayarak teknik tekstilleri bitmiş ürünleri içine dâhil eden veya bunları endüstriyel çalışmalarının zorunlu bir parçası olarak kullanan imalatçı veya diğer kullanıcılara kadar uzanmaktadır. Teknik tekstillerin ekonomik alanı ve önemi, tekstil endüstrisinin kendisinin de çok ötesine geçmiştir ve insanların her türlü ekonomik ve sosyal faaliyetlerinin üzerine etkileri bulunmaktadır. Ancak tekstil endüstrisinin bu dinamik sektörü, daha geleneksel sektörler olan giyim ve döşemelik alanlarında çok iyi bilinen ekonomik daralma, piyasanın ham olması ve büyüyen küresel rekabet etkilerine dayanıklılığını veya bağışıklığını henüz tamamen ispat etmiş durumda değildir.

Teknik tekstiller hiçbir zaman tek başına uyumlu bir endüstri veya piyasa sektörü olmamıştır. Birçok farklı yönde, değişen hızlar ve başarı seviyeleri ile gelişimini sürdürmektedir [2].

Tekstil sektörünün en hızlı büyüyen alanı olan teknik tekstiller günümüzde tıp, taşımacılık, koruyucu giysiler, tarım, spor malzemeler, paketleme, jeotekstiller, inşaat ve filtrasyon gibi bir çok alanda karşımıza çıkmaktadır. Yeni geliştirilen lifler ve yeni üretim teknolojileri ve buna paralel olarak bilişim ve haberleşme teknolojileri, biyomateryaller ve nanoteknolojilerdeki ilerlemeler teknik tekstillerin hizmet alanını her geçen gün biraz daha büyütmektedir. Teknik tekstillerin ekonomik önemi de bu büyümeyle doğru orantılı olarak artmaktadır [3].



Şekil 1.1. Dünyada teknik tekstillerin kullanım alanlarına göre tüketim oranları [4]

1.1.1. Tıbbi Tekstiller ve Tıbbi Tekstillerin Sınıflandırılması

Tıbbi tekstiller gelişen teknolojiyle birlikte, cerrahi giysi ve malzemelerden, sargı bezlerine, damar greftlerinden, yapay organlara kadar çok farklı ürünlerde kullanılmaktadırlar. Medikal tekstiller, tıbbi durumlar için dizayn edilmiş tekstil malzemeleridir. Ameliyat iplikleri, sargı bezleri, yara örtüleri, bandajlar, yapay organlar ve benzeri malzemeler tıbbi tekstil ürünleri arasında yer almaktadır. 4000 yıl öncesinden günümüze kadar çok değişik tekstil materyalleri ameliyat ipliği olarak kullanılmaktadır. Tekstil lifleri uzun yıllardır sağlık sektöründe önemli rol oynamıştır. Bununla birlikte, elyaf bazlı malzemelerin oynadığı rol son yıllarda giderek artmaktadır. Örneğin; biyocam lifleri yeni kıkırdak yapı oluşturmak için doku mühendisliğinde kullanılmakta, tekstil kompozit yapıları ise hücre büyümesini destekleyici ve hücre yapılarını inşa amaçlı kullanılmaktadır. Biyo-uyumlu malzemelerden yapılmış küçük bir silindir

şeklindeki malzemeler damarları ve arterleri açık tutmaya ve desteklemeye yardımcı olarak kullanılmaktadır. 1980 yılında Avrupalı nüfusun sadece %22'sinin 60 yaş üzerinde, 2004 yılında ise tüm Avrupa nüfusunun %40'ının 60 yaş üzerinde olduğu bilinmektedir. Bu veriler tıbbi tekstiller sayesinde tedavi olanaklarının gelişmesine bağlı olarak insan ömrünün uzadığını göstermektedir. Kullanım alanına bağlı olarak medikal tekstillerden istenen genel özellikler; antitoksik, antialerjik, mukavemet, elastikiyet, dayanıklılık ve biyouyumluluk olarak sıralanabilir. Biyomedikal materyaller bakteriler ile kontamine olabilmektedirler, bu nedenle biyomedikal malzemelerin sterilizasyonu çok önemlidir [5].

Tablo 1.1. Tıbbi Tekstillerin Sınıflandırılması [3]

Lif Tipi	Kumaş Yapısı	Uygulama Alanı
Pamuk, viskoz, liyosel, aljinat, kitosan, ipek	Dokusuz yüzey	Emici ped
Pamuk, viskoz, liyosel	Dokuma, örme, dokusuz yüzey	Yara temas tabakası
Pamuk, viskoz, liyosel poliamid, plastik filimler	Dokuma, dokusuz yüzey	Taban malzemesi
Elastomerik, Pamuk, viskoz, liyosel	Dokuma, örme, dokusuz yüzey	Basit elastik olmayan ve elastik olan bandajlar
Elastomerik, Pamuk, viskoz, liyosel	Dokuma, örme, dokusuz yüzey	Yüksek takviyeli bandajlar
Elastomerik, Pamuk, viskoz, liyosel, polyester	Dokuma, örme,	Kompresyon bandajları
Pamuk, viskoz, plastik filimler, poliüretan, polyester, cam	Dokuma, dokusuz yüzey	Ortopedik bandajlar
Polipropilen	Dokuma, örme, dokusuz yüzey	Yara bandı
Pamuk, viskoz, liyosel, aljinat, kitosan,	Dokuma, örme, dokusuz yüzey	Yara bandı, gazlı bez
Pamuk, viskoz, selülozik(kağıt hamuru), polilaktik, poliglikolid	Dokusuz yüzey	Vatka veya tela formundaki tıbbi malzemeler
Karbon	Spunlaid, dokusuz yüzey	Yapay damar ya da organ
Kolajen, poliglikolid, polilaktik, polyester, poliamid, polipropilen	Örgülü, mono-flament	Biyobozunur dikişler
Polietilen, polyester, kolajen, ipek	Örgülü, mono-flament	Biyobozunur olmayan dikişler
Poliamid	Dokuma, örgülü	Yapay tendon
Polyester, karbon, kolajen, düşük yoğunlukta polietilen	Örgülü	Yapay kıkırdak ve yapay bağlar
Kitin, polimetilmetakrilat	Dokusuz yüzey	Yapay deri
Slikon, kolajen, polyacetil,	Dokusuz yüzey	Kontak lens ve yapay kornea
Polietilen	Dokusuz yüzey	Yapay eklem ve kemik

1.1.1.2. Tıbbi Tekstillerde Aranan Temel Koşullar ve Tıbbi Tekstillerin Avantajları

Tıbbi tekstiller, mukavim ve esnek olmakla birlikte, yaygın olarak tıp ve cerrahinin her alanında kullanılmaya uygun tekstil materyalleridirler. Tıbbı tekstiller çevresinde bulunan doku ile biyolojik uyum göstermekte ve değişik malzemelerle birleşmektedirler [5]. Tıbbi tekstillerde aranan özellikler ise şöyledir:

- Teknik açıdan diğer materyaller ile uyumlu olmalıdır,
- Steril olmalıdır,
- Antialerjik olmalıdır,
- Antibakteriyel olmalıdır,
- Çevreye zarar vermemelidir,
- Ekonomik olmalıdırlar [5].

Tıbbi tekstillerin sağlamış oldukları avantajları şu şekilde sıralamak mümkündür.

- Enfeksiyonları azaltıcıdır,
- (Tıbbi) Personeli koruyucu özelliktedir,
- Uygun maliyetlidir,
- Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından önerilmektedir,
- Konfor seviyesi yüksektir,
- Dokusuz yüzey materyallerin nefes alma özellikleri yüksektir,
- Kan ve diğer vücut sıvıları için bariyer özellikleri yüksektir,
- Çeşitli sterilizasyon tipleri için uygundur,
- Statik elektriğe karşı koruyucu özelliktedir,
- Esnek, yumuşak ve rahat kullanım özelliğine sahiptir [5].

1.1.2. Kozmetik Tekstiller

Son yıllarda sağlık ve hijyen sektöründe kullanılan fonksiyonel tekstillerin hızla büyüyen ve gelişen bir halkası olarak ön plana çıkan kozmetik tekstiller, tekstil endüstrisi için yeni hedef guruplar ve pazarlar anlamına gelmektedir.

Kozmetik Ürün Yönetmeliği'nde (76/768/EEC) kozmetik ürün, vücudun çeşitli dış bölgeleri ile temasta bulunan veya ağız boşluğunda, diş ve mukoza zarında temizleme, parfüm yayma, görünümünü değiştirme ve/veya vücut kokusunu düzeltme ve/veya koruma amacıyla kullanılan madde veya preparatolarak tanımlanmaktadır [6].

Kozmetik ve biyolojik fonksiyonlar (rahatlatıcı, enerji verici, inceltici, ferahlatıcı, canlandırıcı, cildi besleyici, yaşlanma karşıtı gibi.) sağlayan tekstiller, kozmetik tekstil olarak sınıflandırılırlar. Kozmetik tekstiller insan vücuduna, özellikle deriye belirli zaman aralıklarında belirli bir madde veya çözelti salımı yapan ve temizleme, parfüm etkisi, görünüm değiştirme, koruma, vücut kokularının iyileştirilmesi gibi özellikleri olduğu öne sürülen tekstil ürünleridir. Başka bir ifadeyle kozmetik madde içeren tekstil yapılarıdır.Birçok tıbbi ve bilimsel araştırma bitkisel içeriklerin, kozmetik olarak kimyasal ve hayvansal içeriklerden çok daha güvenli olduğunu göstermektedir [7].

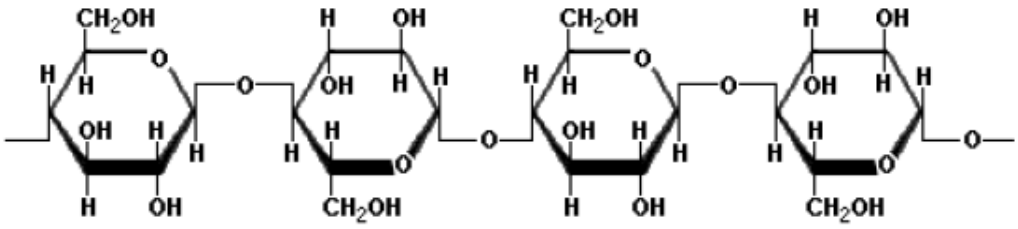
Tekstiller, tıp ve hijyen alanındaki uygulamalar için ideal bir yapıdadır. Bunun nedeni, gerek lif özelliklerinin, gerekse oluşturulan iplik ve kumaş yapılarının çeşitliliği bakımından pek çok dokuya uyum sağlayabilme özelliklerine sahip olmalarıdır. Özellikleri geliştirilmiş tekstil lifleri ve tekstil yüzeyleri; yara önlenmesi, ameliyathane ve ameliyat işlemlerinde hastaların ve personelin hijyeni, çalışması bozulmuş organ ve dokuların fonksiyonlarının üstlenilmesi ve yaraların kapatılması gibi durumlarda kullanılabilmektedirler. Kullanılan lifler, doğal ya da sentetik olma, biyolojik olarak parçalanabilme veya parçalanamama gibi farklı özellikler gösterebilmektedir. Fakat bu liflerin; alerjik, toksik veya kanserojen olmamaları ve ayrıca fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişme olmadan sterilize edilebilmeleri gerekmektedir [3]. Bu tez çalışması kapsamında tıbbi tekstillerde kullanılan ayrıca kozmetik amaçla tüketilen doğal bir lif olan pamuktan yararlanılmıştır.

Tekstil sanayisinin lif ihtiyacını karşıladığı için ülke ekonomisine önemli katkısıyla pamuk Türkiye'deki en önemli endüstriyel bitkilerden biridir [8]. Dünya pamuk üretimi

2013-14 yılları arasında 25,5 milyon ton olarak belirlenmiştir [9]. Üstelik Türkiye pamuk üretiminde yedinci, pamuk tüketiminde dördüncü sıradadır [10].

1.2. Pamuk Lifi

Pamuk ebegümecigiller familyansından *Gossypium* cinsi bir bitkidir [11]. Pamuk lifi tohum epidermisinden gelişen [12] içi protoplazma sıvısı ile dolu ince duvarlı bir bitki hücresidir ve yapısının çok büyük bir kısmı selüloz içermektedir [13]. Şekil 1.2'de selülozun kimyasal yapısı gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Selülozun kimyasal yapısı [14]

1.2.1. Pamuk Lifinin Fiziksel Özellikleri ve Kimyasal Yapısı

• Yoğunluk: 1,54 g/cm^3

• Nem içeriği: %8,5

• Isıya karşı davranışı: 120°C'de sararır ve 150°C'nin üzerinde bozunur.

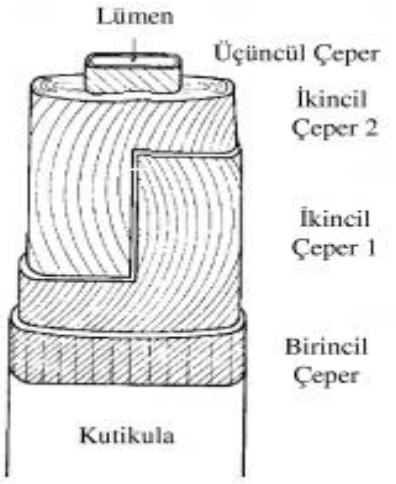
• Işığa karşı dayanım: Oldukça iyidir. Çok uzun süre kalırsa sararır.

• Termal iletkenlik: Orta

• Dinamometrik Özellikler: Tenasite: 25-40 g/tex

• Kopma uzaması: %6-8 (kuru), %7-10 (ıslak) [13].

Bir pamuk lifinin en dış tabakası; mum ve pektinle kaplı kütikuladır ve selüloz, pektin, mum ve proteinik materyallerden oluşan primer çeperin etrafını sarmaktadır. Pamuk lifinin daha iç kısmında paralel selüloz fibrillerinden oluşan sekonder çeper ve lümen bulunmaktadır. Bu tabakalar yapısal ve kimyasal olarak birbirinden farklıdır [15].



Şekil 1.3. Pamuk lifinin morfolojik yapısı [11]

Fibriler yapılı pamuk lifinin % 88-96,5'i selüloz, geri kalan ise selülozik olmayan maddelerdir. Tablo 1.2'de görüldüğü gibi bunlar proteinler, amino asitler, azotlu bileşikler, vaks, pektin, organik asitler inorganik asitler ve az miktarda pigmentler şeklindedir. Bu bileşenlerin miktarlarıdaki farklılıklar pamuğun cinsine, olgunluğuna ve çevresel şartlara (toprak, iklim, vb.) bağlı olarak ortaya çıkar ve lifin selülozik olmayan bileşenleri çoğunlukla kütiküla, primer çeper ve lümende yer alır [16].

Tablo 1.2. Pamuğun bileşimi [13]

Madde	**İçerik(%)**
Selüloz	90-95
Pektin	0,7-1,2
Şeker	0,3
Yağlar ve Vakslar	0,4-1
Protein	1,1-1,9
Kül	0,7-1,6
Diğer organik maddeler	0,5-1
Renkli Maddeler	Eser Miktarda

Pamuk liflerinin, yapısında bulunan hidrofob karakterli yağlar, vakslar, pektin, hemiselüloz ve renkli pigmentler gibi doğal yapılar nedeniyle işlenmeleri zor ve güçtür. Bunların renklendirilmelerinde de büyük sorunlar yaşanabilir. İyi bir kumaş tutumu ve istenilen düzgün boyamaların yapılabilmesi için istenmeyen bu safsızlıkların yapıdan

uzaklaştırılması gerekmektedir [17]. Ham pamuk lifleri, uygun kullanım ve boyama özellikleri elde etmek için bazı kimyasal işlemlere maruz bırakılır [18]. Boyama ve baskı öncesinde, pamuktaki doğal ve insan kaynaklı safsızlıklar yakma, haşıl sökme, hidrofilleştirme, ağartma, merserizasyon gibi ön terbiye işlemleriyle kaldırılmaktadır [16].

İplikçilikteki klasik kullanımı dışında pamuk; kimya sanayisinde, yağ sanayisinde, suni tekstil maddeleri yapımında kullanılır. Ayrıca pamuk; taranmış halde hidrofilpamuk olarak tedavilerde ve kozmetikte, kapçık ve küspesi ile hayvan besiciliğinde kullanılmaktadır [19].

1.2.2. Hidrofil Pamuk ve Hidrofil Pamuk Üretimi

Hidrofil Pamuk, *Gossypium* türlerinin tohumları üzerinde bulunan, yağından kurtarılmış, temizlenmiş liflerdir [20]. Şekil 1.4'de hidrofil pamuk gösterilmiştir. Tıbbi hidrofil pamuk, hidrofil pamuklar içerisinde en yüksek kalitede pamuk olarak nitelendirilir [21]. Hidrofil pamuğun; yumuşak destek, tampon, emici olma, taşıyıcılık, koruyuculuk gibi özelliklere sahip olması beklenmektedir [20].



Şekil 1.4. Hidrofil pamuk

Sağlık, kişisel bakım ve tüketim sektöründe kullanılan kulak çubuğu makyaj pamuğu ve nonwoven üretiminde kullanılan hidrofil pamuğun üretim süreci şu şekildedir: Hammaddesi özenle seçilen pamuk elyafının ön temizliği yapılarak tekstil sektöründe sık rastlanan pamuk harici liflerin son ürün hidrofil pamuğa bulaşma ihtimali engellenmektedir. Mekanik olarak ön temizliği tamamlanmış olan ve kaynağı çok iyi bilinen doğal pamuk elyafı, kimyasal operasyona tabi tutulur. Ana kimyasal grubu olarak nitelendirilen sudkostik ve hidrojen peroksit, pamuk elyafına bir yandan su emme özelliği kazandırırken diğer yandan liflerin beyazlaşmasını ve dezenfekte edilmesini sağlar. Kullanılan diğer kimyasallar ise ürüne azami su emme kabiliyeti ve kısa sürede suya batma özelliği verir. Bütün bu işlemlerin sonunda yapılan durulamalar sayesinde elyaf üzerinde az miktarda köpük kalması ve dermatolojik açıdan büyük önem taşıyan pH değerin nötr olmasına hassasiyet gösterilir [22].

1.2.2.1. Hidrofil Pamuk Üretiminde Kullanılan Ön Terbiye İşlemleri

Hidrofil pamuk üretiminde, pamuk lifleri birtakım kimyasal işlemlerden geçirilirler. Hidrofil pamuktan istenen özellikler bu kimyasal işlemlerle kazandırılır. Hidrofilleştirme ve ağartma bu işlemlerden en önemli olanlarıdır.

- **Hidrofilleştirme**

Hidrofilleştirme tekstilin arındırıcı terbiye işlemidir [12]. Pamuklu materyallerin üzerinde bulunan hidrofob özellik gösteren yağların, vaksların, mumların uzaklaştırılması işlemine denir. Aynı zamanda boyama ve apre gibi yaş terbiye işlemlerinde materyalin su emme yeteneğinin artırılması amaçlanmaktadır [17]. Hidrofilleştirme işleminde meydana gelen başlıca olaylar şunlardır.

- Sabunlaşabilen yağlar ve vakslar sabunlara dönüştürülür.
- Pektinler suda çözünebilen pektik asit tuzlarına (sodyum pektinat) dönüşür.
- Proteinler suda çözünebilen basit amino asitlere veya amonyağa bozunurlar.
- Mineraller çözünürler
- Hemiselülozlar ve hatta küçük selüloz makro molekülleri çözünürler [13].

- **Ağartma**

Pamuklu materyaller yapısından gelen sarımtırak bir renge sahiptir. Bu doğal rengin çeşitli ağartma maddeleri kullanılarak materyalin yapısından uzaklaştırılması işlemine ağartma denir. Ağartma işlemi materyalin beyazlık derecesine ve/veya renk tonuna göre bir miktar farklılık göstermektedir [17]. Ağartmanın amacı, ağartma ajanları yardımıyla minimum elyaf zararıyla renkli maddenin yok edilerek beyazlık elde etmektir [12].

1.3. Tez Çalışması Kapsamında Değerlendirilen Yöntemler

Tez kapsamında tıbbi ve kozmetik tekstil ürünü olan hidrofil pamuk üretiminde ozon ultrason ve enzim teknolojisinden yararlanılarak alternatif yöntemler araştırılmıştır.

1.3.1. Ultrason Teknolojisi

Ses, madde moleküllerinin titreşimiyle oluşan bir dalga hareketidir. Titreşen cisimler, ortamdaki moleküllerle çarpışarak ses oluşturur.

Genel olarak ses dalgaları frekanslarına göre üç gruba ayrılır.

1. ***İşitilebilir Ses Dalgaları:*** İnsan kulağının duyarlı olduğu frekans aralığının içindeki ses dalgalarıdır. Sesin şiddeti yeterli ise bu sınırlar 20 Hz ile 20.000 Hz arasındadır.

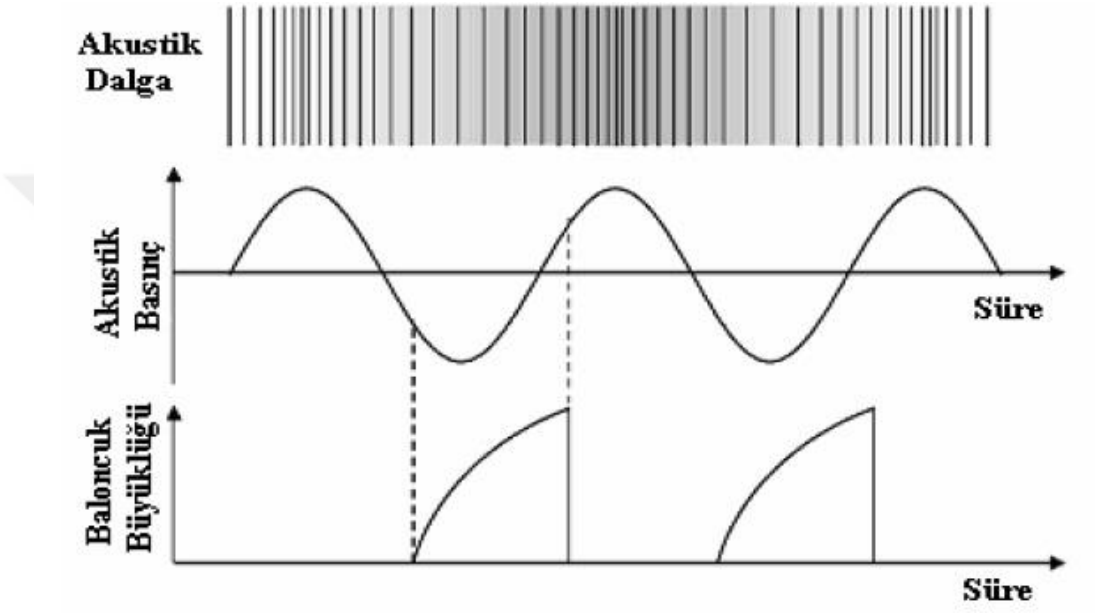
2. ***Ses Altı (infrasonik) Dalgaları:*** 20 Hz frekansından küçük frekanslı ses dalgalarıdır. Deprem dalgaları bunlara örnektir. Filler birbirinden kilometrelerce uzaktan bile bu ses altı dalgaları ile iletişim kurabilmektedir.

3. ***Ses Üstü (ultrasonik) Dalgaları***: 20.000 Hz frekansından büyük frekanslı ses dalgalarıdır. Ultrasonik sesten teknolojide yararlanılır [23].

Ultrason insan kulağının işitebildiği limitten daha yüksek frekanslı ses dalgalarına denir.

Bu limit insandan insana değişse de sağlıklı bir gençte bu değer yaklaşık 20 kHz' dir [24]. Ultrases dalgaları sıkışıp seyrelmeler şeklinde maddesel ortamlarda yayılan titreşim enerjisidir. Ultrases dalgalarının bu sıkışıp seyrelme şeklindeki belirgin özelliği

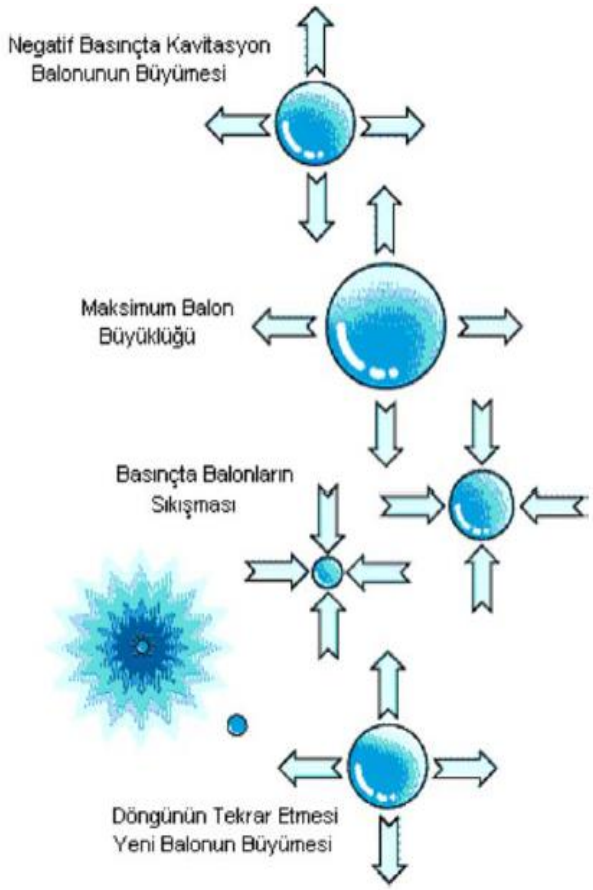
ultrasesle temizlemeye neden olan kavitasyon için önemlidir [25]. Kavitasyon; buhar veya gaz dolu baloncukların oluşması, büyümesi ve patlaması şeklinde gerçekleşen işlemi tanımlamak için kullanılan terimdir. Bu baloncuklar; belirli sıcaklıktaki sıvının statik basıncı, buhar basıncının altına düştüğünde oluşmaktadır. Bu baloncukların daha yüksek basınçtaki alanlarakayması ile, baloncuklar şiddetli bir şekilde patlamakta ve çok yüksek basınçlar oluşmaktadır [26].



Şekil 1.5. Akustik basınca bağlı olarak kavitasyon baloncuğunun büyüklüğü [27]

Kavitasyon kavramı altında bir sıvının içinde boşlukların oluşumu ve bunu takiben de patlaması anlaşılır. Kavitasyon genellikle sıvılar içinde herhangi bir küçük basınçta oluşur.

Kavitasyon olayının oluş sırası şöyledir: Ultrases dalgalarının seyrelme fazında boşluk biçiminde bir kesilme meydana gelir. Bu boşluk ise verilen sıvının doymuş buharı ile doludur. Sıkıştırma fazında buhar yoğunlaşır ve boşluk, çeperlerin üst yüzey geriliminin, artan basıncın etkisi ile düşmesi sonucu bozunur. Sıkışma sonrası, ortamda hızla buharlaşan etrafı çevrili sıvı içerisinde, saniyelik şok dalgaları oluşur (Şekil 1.6). *Kavitasyon* olarak adlandırılan bu olay sonucunda 1000 atm'nin üzerinde basınç ve büyük bir enerji ortaya çıkar. Bu enerji, kabarcıkların bulunduğu bölgeyi ısıtır ve kimyasal reaksiyonlara sebep olur. Ultrasoniğin temel prensibi de açığa çıkan bu yüksek ısı ve enerjinin kullanılabilirliği üzerinedir [25].



Şekil 1.6. Kavitasyon olayının etkisi [25]

Ultrasonik sistemdeki enerji dönüşümü ise şu şekildedir; önce elektrik enerjisi voltaj ve akım halinde transdusere uygulanmakta, transduserde bu enerji mekanik enerjiye dönüştürülmekte, transduser tarafından yayılan ses dalgaları bir akustik enerji oluşturmakta ve son olarak sıcaklık ve basınç şartlarıyla oluşan kavitasyon baloncuklarının oluşturduğu kavitasyon enerjisi ortama yayılmaktadır [28].

Ultrasonik uygulamaların kullanım alanları giderek artarken bilim ve teknolojide ultrason teknolojisi uzun zamandır kullanılmaktadır. Ultrasoniğin endüstrideki en yaygın kullanım amacı ise, ultrasonik kavitasyondan yararlanılarak yapılan temizlik işlemidir. Kirlenmiş makine parçalarının, tıbbi gereçlerin, elektronik komponenetlerin ve klasik yöntemlerle temizlemenin zor olduğu ince girinti ve çıkıntılara sahip yüzeylerin temizliğinde alternatif olarak ortaya çıkmaktadır [29].

Literatürde, günümüze kadar ultrasonik enerji kullanılarak yapılan birçok çalışma mevcut olup bazıları şu şekilde sıralanmıştır;

Yachmenev *et al.* 2004 yılında yaptıkları çalışmada ham pamuklu kumaşların üzerinde bulunan ve selülozik olmayan hidrofob yapıya sahip vaksları, pektinleri, proteinleri ve yağları uzaklaştırmak için tekstil endüstrisinde yeni bio-işlemleri kullanmışlar; ultrason/enzim kombinleriyle, ham pamuğun daha ekonomik ve çevreci bir şekilde terbiye işlemlerinin yapılabileceğini rapor etmişlerdir [30].

Perinçek ve ark. 2009 yılında yapmış oldukları çalışmada tekstil terbiye işlemleri sırasında, ultrason cihazının işlem verimliliğine etki edebilecek faktörleri incelemişler; homojen bir ultrasonik etki elde edebilmek için materyalin açık en formda makineden geçirilmesinin gerektiğini, materyalin mümkün olduğunca transduserlere yakın geçirilmesi gerektiği ancak bu mesafenin her materyal tipi için farklı olabileceğini, materyal ile transduser arasındaki açı 60° olduğunda verimlilikte artış sağlandığını, ve kazan tabanına yerleştirilecek olan transduserler arasındaki mesafenin önemli olduğu ve transduserlerin kazanın tabanı yanı sıra yan yüzüne de yerleştirilmesinin verimliliği olumsuz etkilediğini rapor etmişlerdir [31].

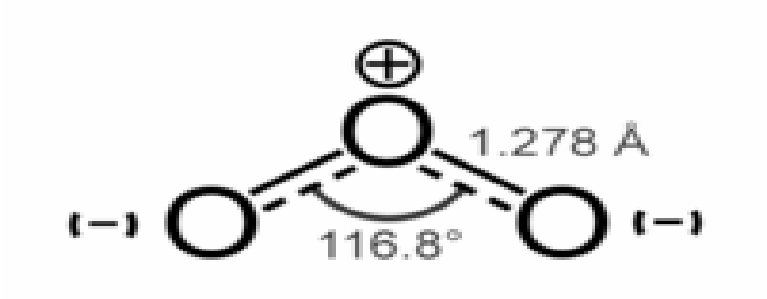
Bahtiyari *et al.* 2013 yılında yaptıkları çalışmada ham yapağın yıkanmasında ultrason enerjisini kullanmışlar, yünde bulunan safsızlıkları uzaklaştırmak için beş farklı yıkama işlemini ultrason enerjisi kullanarak ve kullanmadan gerçekleştirmişler ve sonuçolarak ultrason enerjisinin yıkama işlemlerinde çok etkili olduğunu, yündeki kirliliklerin daha iyi uzaklaştırıldığını ve daha yüksek beyazlık derecesi elde edildiğini bildirmişlerdir [32].

Benli and Bahtiyari 2015 yılında yapmış oldukları çalışmada pamuklu kumaşın tek banyoda gerçekleştirilen bio-ön terbiye işlemlerinde ve doğal boyalarla renklendirilmesinde ultrason enerjisini kullanmışlar. Sonuç olarak ultrasonik enerjinin daha düşük mukavemet kaybıyla pamuklu kumaş üzerinde daha iyi haşıl sökme, hidrofilite ve beyazlık etkisi gösterdiğini ayrıca daha yüksek renk verimlerine ulaştıklarını rapor etmişlerdir [33].

1.3.2. Ozon Teknolojisi

Ozon (O_3) oksijenin allotrop halidir. 1840 yılında Alman bir bilim adamı olan Schonbein tarafından yeni bir madde olarak açıklanmıştır. Açık mavi renkli, keskin kokulu bir gazdır. Yunanca bir kelime olan Ozein'den yani kokmaktan gelmektedir. Bir

molekül ozon, üç oksijen atomundan meydana gelmiştir. Molekül yapısı Şekil 1.7'de gösterilmiştir. Ozon gazı yüksek aktiviteye sahip, tahriş edici, oksitleyici bir maddedir [34]. Ozon gazı çok kararsız bir bileşiktir, çok çabuk parçalanıp oksijene dönüşme eğlimindedir. Ozon molekülünde üçüncü oksijen atomunu tutan bağ son derece zayıf bağdır ve ozon molekülünü kararsız fakat etkili kılan da bu zayıf bağdır [35].



Şekil 1.7. Ozon gazının molekül yapısı [36]

Ozon en güçlü oksitleyici ajanlardan biridir [37]. Tablo 1.3'de bazı oksidasyon ajanları ve onların oksidasyon potansiyelleri verilmiştir.

Tablo 1.3. Bazı oksidasyon ajanları ve onların oksidasyon potansiyelleri [38]

Oksidasyon Ajanı	**Oksidasyon potansiyeli (eV)**
Flor	3.06
Hidroksil radikali	2,80
Ozon	2,07
Hidrojen peroksit	1,77
Hipokloroz asit	1,49
Klor	1,36

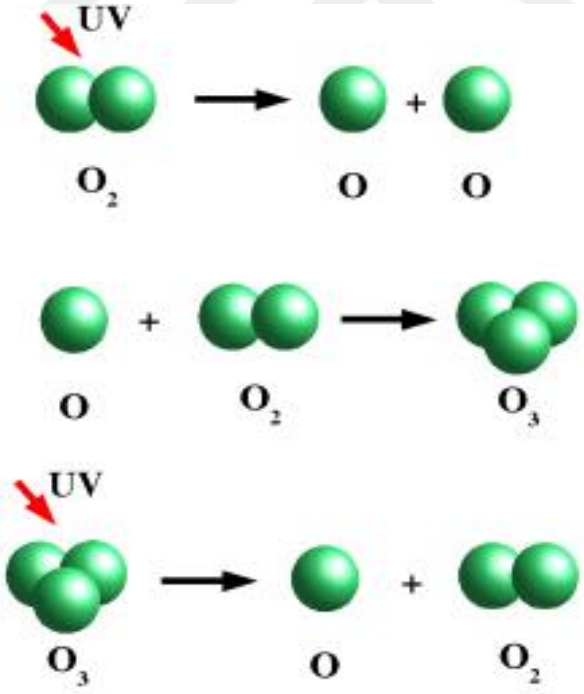
Ozon; havadan daha ağırdır, çok reaktif ve kararsızdır. Saklanamadığı ve taşınamadığı için, gerekli olduğu yerde ve zamanda üretilmelidir. Düşük konsantrasyonlarda dahi

toksik özelliktedir. Dünyada stratosferde 5 ile 10 ppm arasındaki konsantrasyonlarda doğal olarak oluşmaktadır ve gezegen ile gezegende bulunan canlıları 290-320 nmdalga boyundaki UV ışınlarının zararlarından korumaktadır [27].

1.3.2.1. Ozonun Yapay Üretimi ve Corona-Discharge Metodu

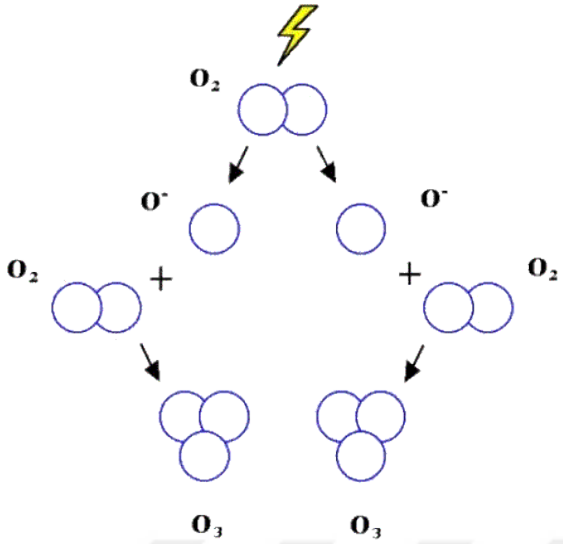
Ozon üretimi, oksijen molekülünün öncelikle oldukça kararsız iki oksijen atomuna parçalanmasına dayanan çeşitli yollarla gerçekleştirilebilir. Bu reaktif oksijen atomları, ozonu oluşturmak üzere oksijen molekülü ile reaksiyona girer. Ozon üretiminde; hava veya oksijenin UV radyasyonu veya corona - discharge gibi pek çok metot vardır [40].

Ultraviyole ozon jeneratörleri; 220 nm'den kısa dalga boyunda ışın veren UV lambalarının etrafından hava geçirilmesi sonucunda üretilen ozon gazı, gıdaların korunmasında, bira fabrikalarında, otel ve hastanelerde hava temizlemede kullanılır. UV jeneratörlerinden elde edilen ozon miktarı, su işlemleri için yeterli değildir [40].



Şekil 1.8. Ozonun oluşum şeması [41]

Corona-discharge; sabit elektirik kazandırarak, oksijen molekülündeki oksijen-oksijen çift bağını bozmak, parçalamak esasına dayanır (Şekil 1.9). Ozonun yapay olarak üretiminde kullanılan en yaygın metot ‘‘Corona Discharge’’ yöntemidir [40].



Şekil 1.9. Corona Discharge yöntemine göre ozon gazı üretimi şeması [42]

Corona discharge tekniği, su arıtmada en fazla kullanım alanına sahip ozon üretim tekniğidir. Klasik üretim hattı şu birimlerden oluşur; gaz kaynağı (kompresör ve sıvılaştırılmış gaz), toz filtresi, gaz kurutucusu, ozon jeneratörü, temas bölgesi, uzaklaştırılan gazın yok edilmesi [36]. Ozon gazı ısındığında, hemen oksijene dönüşeceğinden, jeneratörü yüksek derecede ısıdan korumak için etkili bir şekilde soğutmak gereklidir. Ozon reaktöründe yeterli soğutma yapılamadığı zaman üretilen ozonun bir kısmı da o oranda tahrip olacaktır [40].

1.3.2.2. Ozonlama İşlemine Etki Eden Faktörler

- ***Sıcaklık***

İstenen verimin alınabilmesi için ozonun su içerisinde çözünmesi çok önemlidir. Ozonun suda çözünmesinde, uygulanan karıştırma metodu kadar suyun sıcaklığı, pH'ı, içerdiği toplam çözünmüş madde miktarı ve uygulanan basınç da göz önünde bulundurulmalıdır [27].

Güzel-Seydim *et al.* 2004 yılında yaptıkları çalışmada ozon gazının sudaki çözünürlükleri hakkında bildirdikleri Tablo 1.4'de verilmiştir. Tabloda ozon gazının farklı sıcaklıklardaki suda çözünürlükleri verilmiştir. Bu verilere göre çözünürlüğün sağlandığı suyun sıcaklığı arttıkça ozon gazının çözünürlüğü azalmaktadır. Çözelti

sıcaklığı 60°C'ye geldiğinde ise ozon gazının çözünürlüğü tamamen sonlanmaktadır [37].

Tablo 1.4. Ozonun farklı sıcaklıklardaki sudaki çözünürlüğü [37]

Sıcaklık (°C)	**Çözünürlük (litre ozon/litre su)**
0	0,640
15	0,456
27	0,270
40	0,112
60	0,000

- ***pH***

Aşağıda belirtilen denklemlerden de anlaşıldığı üzere asidik pH ozonun etkisini arttırırken, bazik pH olumsuz etki etmektedir [27].

$$O_3 + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

Oksidasyon Potansiyeli: 2,07 eV

$$O_3 + H_2O + 2e^- \longrightarrow O_2 + 2OH^-$$

Oksidasyon Potansiyeli: 1,24 eV

pH'a bağlı olarak ozon gazı pamuktaki renkli pigmentlerle ya direkt molekül olarak ya da ozonun suda parçalanması sonucu oluşan radikal gruplarla reaksiyona girmektedir. Asidik, nötral ve hafif alkali (pH<9) koşullarda genellikle direkt ozon molekülü reaksiyona girmektedir. Bu reaksiyonlar genel olarak yavaş gerçekleşmektedir ve renkli pigmentin türüne ve aralarındaki bağın cinsine bağlı olarak belirginlik göstermektedir. Kuvvetli alkali koşullarda ise (pH>10) reaksiyon OH radikalleri ve süperoksit iyonları üzerinden gerçekleşmektedir [27].

- **Ozon Dozajı ve Süre**

Oksidasyon reksiyonlarını, moleküler ozon ya da ozonun reaksiyonu sonucu oluşan radikal gruplar verdiği için ozon dozajı ya da ozonlama süresi arttıkça ozonlama etkinliği artmaktadır [43].

1.3.2.3. Ozon ve Selüloz Arasındaki İlişki

Ağartma sırasında ozon selülozla reaksiyona girdiği gibi, kumaşta yer alan nişasta/yağ gibi selülozik olmayan maddelerle de reaksiyona girmektedir. Nişasta kimyasal olarak bir α-glikopiranozdur. Düz zinciri amiloz, yan dalları ise amilopektin polimerlerinden oluşmaktadır. Bu polimerler suda çözünmezler fakat oksidasyon işlemi ile çözünebilmektedirler. Kuvvetli bir oksidasyon potansiyeline sahip olan ozon gazı da bu maddeleri okside etmekte, böylece çözünebilmelerini sağlamaktadır. Oksidasyon esnasında nişastada yer alan 1,4 D-glikopiranoz bağı parçalanmakta ve sonuçta glikozidik bağları kopmakta karbonil ve karboksil grupları açığa çıkmaktadır. Yağların, yüksek yağ alkollerinin ve yağ asitlerinin esterleri olduğu çok iyi bilinmektedir. Yağları oluşturduğu düşünülen bileşikler ise şunlardır; uzun zincirli alkoller ve asitler, doymuş ve doymamış hidrokarbonlar, reçine ve reçine asitleri, steroller ve sterol glikozitlerdir. Yağların, ozona karşı aktiviteleri daha çok kimyasal yapılarına bağlı olarak değişmektedir. Ozon yağdaki doymamış hidrokarbonlarla reaksiyona girdiğinde; ozon, bağları parçalayarak aldehit ve asit oluşumuna neden olmaktadır [44].

Selülozik materyaller belli bir nem değerine kadar ozon gazı ile işleme tabi tutulduğunda, beyazlık derecesinde artış meydana gelmektedir. Su ozon için katalizatör veya çözgen gibi etki gösterebilir, hidrojenperoksit oluşumuna destek olabilir veya selülozdaki hidroksil gruplarını hidrolize edebilir [27].

Ozonun güçlü oksidatif etkisi, onun ekolojide ve endüstride çok farklı alanlarda kullanılmasına olanak sağlamıştır. Bu alanlar; kimya, ilaç, parfümeri, kozmetik, selüloz, kağıt, şeker, veteriner ilaçları, tarım, gıda ve tekstil sanayi gibi endüstri dallarıdır [36].

1.3.2.4. Ozonun Tekstil Sektöründe Kulanımı

Ozon gazının tekstil endüstrisinde kullanılması ile ilgili olarak yapılan çalışmaların bazıları şu şekilde özetlenebilir;

Prabaharan *et al.* 2003 yılında ham kumaş üzerinde haşıl sökme, hidrofilleştirme ve ağartma işlemlerini ozon gazını kullanarak birlikte gerçekleşebileceğini bildirmişlerdir ve hidrojen peroksit ağartması yapılan kumaşların mekanik, kimyasal ve boyama özelliklerini karşılaştırılmışlardır. Az elyaf hasarı ile yüksek beyazlık derecelerini kısa sürede elde etmişler ve bu yeni yöntem ile enerji, su ve kimyasal madde tüketiminin azalabileceğini bildirmişlerdir [44].

Perincek *et al.* 2007 yılında pamuklu kumaşların ağartılmasında ozon kullanımını incelemişler ve pamuklu ham kumaşın ağartılması sırasında pH ve nem miktarının önemli olduğunu bildirmişlerdir [45]. Aynı yıl Perincek *et al.* jüt kumaşların ozonla ağartılması sırasında nem, pH, ortam sıcaklığı ve işlem süresinin ağartma işlemine etkisini araştırmışlar ve uygun beyazlık derecesini, konvansiyonel ağartma yöntemlerine oranla ısı enerjisinden, zamandan ve kimyasallardan tasarruf sağlayarak elde edilebileceğini rapor etmişlerdir [46].

İnkaya ve ark. 2007 yılında, pamuklu tekstil mamullerinin enzimatik ağartılması üzerine yaptıkları çalışmada, enzimatik ağartmanın su ve enerji kullanımının yüksek olduğu hidrojen peroksit ağartmasının yerine uygulanıp uygulanamayacağı üzerine denemeler yapmışlarve saf lakkaz enziminin mediatör ve ozon gazı ile kombine edilerek yapılan denemelerinde pamuklu kumaşların beyazlık değerlerinin oldukça yükseldiğini bildirmişlerdir [47].

Perincek *et al.* 2008 yılında angora lifinin ağartılmasıyla ilgili yaptıkları çalışmada, ozon gazını kullanmışlar; nem, pH ve ozonla işlem süresinin ozonlama işlemine etkisini araştırmışlar ve ozonlama işleminin angora lifinin boyanabilirliğini ve beyazlık seviyesini iyileştirdiğini bildirmişlerdir [48].

Özdemir et al. 2008 yılında denim kumaşların ozonla ağartılmasıyla ilgili bir çalışma yapmışlar ve çalışma sonunda yeterli ağartmanın kısa sürede elde edilebileğini bildirmişlerdir [49].

Gülümser ve ark. 2009 yılında yaptıkları çalışmada yün liflerinin ağartılmasında ozon gazını kullanmışlar ve yünün ön terbiyesinde ozon gazının kullanılmasının uygun olabileceğini, ozonlama süresine bağlı olarak beyazlık derecesinin arttığını, asidik ortamlarda çalışılması durumunda daha iyi beyazlık değerlerinin elde edilebileceğini bildirmişlerdir [35].

Perincek *et al.* 2009 yılında ozonlanmış pamuklu kumaşın sararma eğilimi ve sararmayı önlemeyle ilgili çalışmalarında ozonlama işleminden sonra beş farklı ard işlem (sıcak/soğuk durulama, yıkama, redüktif yıkama ve katalazla işlem) gerçekleştirmişler ve işlem sonrası uygulanan her işlemin sararmayı önlemede önemli olabileceğini bildirmişlerdir [50].

Atav and Yurdakul 2011 yılında yaptıkları çalışmada tiftik liflerini boyama öncesi ozonlayarak, liflerin boya alım özelliklerini incelemişler ve ozonlama işleminde optimum koşulu %60 nem, pH 7 ve 30 dk. olarak bulmuşlar. Ozonla işlemin, liflerin boyama koyuluğunu artırdığını saptamışlardır.

Eren and Öztürk 2011 yılında yaptıkları bir çalışmada pamuklu dokuma kumaşların ozon gazı ile ağartılmasını incelemişler, haşılı sökülmüş ve hidrofilleştirilmiş %100 pamuklu kumaşı ozon gazı ile ağartmışlar ve hidrojen peroksit ağartması ile karşılaştırmışlardır. Ozon gazı ile ağartılan numunelerin beyazlık derecelerinin 81 stensby'a ulaşabileceğini bildirmişlerdir [51].

Benli and Bahtiyari 2015 yılında yaptıkları çalışmada pamuklu kumaşların doğal boyama öncesi ön terbiye işlemlerinde, ozon/ ultrason kombinasyonlarını uygulamışlar ve kumaşta mukavamet kaybının az görüldüğü yeterli ön terbiye değerlerinin ozon gazı ve ultrasonik enerji kullanımıyla elde edilebileceğini bildirmişlerdir [52].

Perinçek *et al.* 2015 yılında farklı kombinasyonlarla ozonu, soya lifinden üretilmiş örme kumaşın ağartılmasında kullanmışlar. Bu işlemlerle kumaştaki beyazlık, sarılık, hidrofilite, nem çekme ve lif hasarı gibi özellikleri test etmişler ve sonuçta ozon/yükseltgen ağartma/indirgen ağartma kombinasyonunun uygulanmasıyla minimum lif hasarıyla yüksek hidrofilite ve yüksek beyazlık değerlerinin elde edildiğini bildirmişlerdir [53].

1.3.3. Enzimatik Prosesler

Enzimler canlı sisteminde metabolizma oluşturan biyokimyasal reaksiyonlara aracı olan biyolojik katalizörlerdir. Enzimler canlı organizmalar tarafından üretilen yüksek molekül ağırlıklı proteinlerdir. Reaksiyon sırasında kendi kendilerini tüketmezler ve son ürünün bir parçası olmazlar ama onlar sadece diğer bileşenlerin kimyasal bağlarını değiştirirler. Reaksiyon tamamlandıktan sonra enzimler tekrar serbest kalırlar ve başka reaksiyonları başlatmak için kullanılabilirler [54].

Biyolojik aktiviteye sahip olan ve kimyasal olayları katalizleyen enzimler çeşitli endüstriyel alanlarda uygulama imkanları bulmuşlardır. Günümüzde ekmek, bira ve peynir üretimi gibi ticari alanlarda, temizlik alanları gibi günlük hayatta ve tıpta teşhis ve tedavide büyük rol oynamaktadır [55]. Endüstrinin hemen hemen her alanında kullanılan enzimler, genellikle mikroorganizmalardan elde edilmektedir. Çünkü mikroorganizma kaynaklı enzimlerin bitkisel veya hayvansal kaynaklı enzimlere göre katalitik aktivitelerinin yüksek olmaları, istenmeyen yan ürün oluşturmamaları, daha stabil ve ucuz olmaları, fazla miktarda elde edilebilmeleri gibi avantajları vardır [56].

Tekstil terbiyesinde enzimler genel olarak, selüloz esaslı materyallerde kullanılmaktadır. Enzim kullanımı özellikle selüloz esaslı liflerden en yaygın kullanıma sahip olan pamuklu materyaller üzerine yoğunlaşmıştır [57]. Pamuklu ve pamuklu karışım materyallerinin terbiyesinde genel olarak kullanılan enzimler; amilaz, proteaz, selülaz, pektinaz, lipaz, katalaz ve lakkazdır. Bu enzimler, haşıl sökme, hidrofilleştirme, yumuşatma, biyoparlatma, denim yıkama ve diğer çeşitli etkileri sağlamak amacıyla kullanılmaktadır [58]. Tez kapsamında hidrofil pamuk üretmek amacıyla pamuklu cerlerin enzimatik yöntemle hidrofilleştirilmesi işleminde pektinaz ve lipaz enzimlerinden yararlanılmıştır.

1.3.3.1. Pektinaz

Pektinazlar evlerde kullanılmış olan ilk enzimlerden biridir. Ticari olarak ilk uygulama, 1930'larda viski ve meyve sularının hazırlanmasında olmuştur. İyi bir şekilde saflaştırılmış pektinazlar, pek çok endüstriyel sektörde, özellikle meyve işleme, pektik atık sularının arıtımı, petrol ekstraksiyonu, kaliteli kâğıt yapımı, meyve suyu

stabilizasyonu, çay ve kahvenin fermantasyonu ve tekstil endüstrisinde kullanılmaktadır [59].

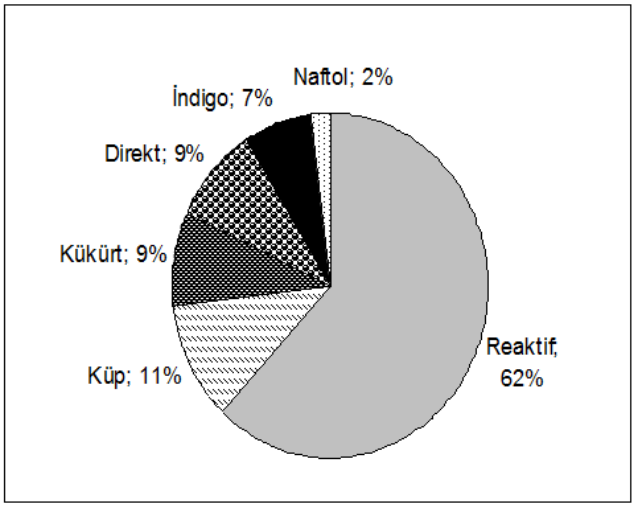
Pamuk primer çeperinde yer alan pektin kuvvetli bir biyolojik tutkaldır. Bu tutkal lif gelişimi sırasında büyük oranda kalsiyum, magnezyum, demir ve diğer tuzlara dönüşen poligalakturonik asitlerden oluşur. Bu suda çözünmeyen pektin tuzları primer çeper matriksindeki yağ ve proteinleri birbirine bağlar. Bundan dolayı primer çeperdeki pektinin hidrolizi ile matriksin araları açılır. *Aspergillus niger*'den elde edilen pektinaz pamuğun yüzey ıslanabilirliğini artırmaktadır. Pektinsi maddelerin yumuşaması, diğer selülozik olmayan maddeleri de yerinden çıkartabilmekte ve pamuk lifi yüzeyindeki hidrofob bileşiklerin uzaklaşmasında etken olabilmektedir [15].

1.3.3.2. Lipaz

Lipaz enzimi, gliserin ile yağ asitlerinin esterlerini veya düşük molekül ağırlığındaki alkollerin çeşitli esterlerini hidolize etmektedir. Ekzolipaz ve endolipaz kısımları ile, trigliseridlerin 1 ve 3 pozisyonundaki esterleri parçalayan bu enzimler, küften, mayadan, ve bakteriden elde edilirler [15]. Mikrobiyal kaynaklı lipazlar; pek çok hidrolitik ve sentetik reaksiyonları katalizleyebilmesinin yanında kolay üretilmesi nedeniyle en fazla kullanılan enzimlerdir [60]. Lipazların çok spesifik kimyasal dönüşüm gerçekleştirmeleri bunların artan bir şekilde gıda, deterjan, kimya ve ecza endüstrilerinde kullanılmalarını artırmaktadır [61]. Lipaz enzimi selülozik liflerin hidrofilleştirilmesinde tek başına ya da pektinaz, proteaz ve selülaz enzimlerinin farklı kombinasyonları ile uygulanabilmektedir [62]. Lipaz enzimi, lif yüzeyinde sağladığı modifikasyon ile poliesterin boyama özelliklerini iyileştirmekte, poliakrilonitril liflerini çeşitli bakteriler yardımı ile hidrofil hale getirmektedir [63].

1.4. Pamuklu Mamüllerin Doğal Boyarmaddelerle Boyanması:

Pamuk küp, kükürt, reaktif, indigo, pigment, direkt ve azo boyarmaddeleri gibi çok geniş bir boyarmadde sınıfıyla boyanabilmektedir [16].



Şekil 1.10. Selüloz liflerinin boyanmasında kullanılan boyarmaddeler ve kullanım %'leri [64]

Sentetik boyaların üretimi ve kullanımıyla ilgili çevre ve sağlık açısından zararları noktasında farkındalığın artmasıyla doğal boyayla renklendirilmiş tekstillere dünya çapında bir ilgi ortaya çıkmaktadır. Tekstil renklendirme endüstrisinde olduğu gibi kozmetik, ilaç ve gıda sektöründe de doğal boyalara olan talebin artmasına bağlı olarak doğal boyalar son on yılda ivme kazanmıştır [65]. Sentetik boyalarla kıyaslandığında doğal boyaların avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır.

Doğal Boyaların Avantajları

- Doğal boyalar ile üretilen renk tonları genellikle yumuşaktır.
- Aynı boyarmadde kaynağı ile farklı mordan maddesinin kullanılması renk gamını değiştirir yeni renklerin elde edilmesini sağlar.
- Sentetik boyaların temel hammaddesi yenilenebilir değildir, doğal boyalar genellikle yenilenebilir, bitki esaslı ve aynı zamanda da biyolojik olarak parçalanabilir özelliktedir.
- İndigo gibi boyama sonundaki proses atıkları tarım alanlarında ideal bir gübre olarak kullanılabilir. Aynı zamanda bu doğal atıkların bertaraf edilme problemleri de yoktur.
- Birçok bitki tarım dışı alanlarda büyüyüp gelişebilir. Örneğin, *kök boya*'nın yetişmesi için özel bir çaba veya maliyete gerek yoktur.

- Bu boyaların tekstil, gıda, deri vb. alanlarda uygulanması, ekstraktesi, emek yoğun bir iş olduğu için iş imkânları doğurmaktadır.
- Doğal boyaların kullanılması, petrol esaslı sentetik boyaların kullanımını azaltacaktır.
- Doğal boyaların içeriği anti-alerjiktir, temas ettiği deriyi korur ve çoğunlukla insan sağlığı için tehlikeli değildir.
- Doğal boyaların genellikle güve yemez özelliği vardır ve çocuk kıyafetlerinde sentetik boyaların yerine kullanılabilir ve gıda maddeleri için güvenlidir.

Doğal Boyaların Dezavantajları

- Doğal boyalar ile aynı rengi tekrar tekrar elde etmek zordur, bitkinin tarım alanı, mevsimsel değişimler, türe bağlı farklılıklar, olgunlaşma evreleri bu duruma izin vermez.
- Doğal boyaları kullanmak için standart bir reçete oluşturmak zordur.
- Doğal boya kaynağının düşük renk verimi, daha çok boyarmadde kullanımını gerektirir. Uzun boyama süreleri söz konusudur.
- Doğal boyama işlemlerini içeren bilimin hâlâ keşfedilmeye ihtiyaç duyduğu büyük bir alan vardır.
- Uygun ekstraksiyon ve boyama teknikleri üzerine bilgi eksikliği vardır.
- Birkaçı hariç hemen hemen bütün doğal boyarmaddeler mordan maddeleri ile materyale bağlanırlar [17].

Doğal boya terimi bitki, hayvan ve mineral gibi doğal kaynaklardan elde edilen bütün boyarmadeleri kapsar [66]. Doğal boyaların çoğu kırmızı, sarı, mavi, siyah, kahverengi ve bu renklerin kombinasyonlarını içeren renkleri sağlayan bitkilerden elde edilir. Boya eldesinde bitkilerin kök, gövde, yaprak, çiçek, kabuk ve meyvelerinden yararlanılır [67].

Doğal boyaların genellikle substantiflikleri yoktur, doğal boyalar elyafa ve boyarmaddeye afinitesi olan genellikle metalik tuz olarak bilinen mordanlar yardımıyla tekstillere uygulanmalıdır. Boya alımını artırmak amacıyla farklı mordan tipleri kullanılabilmektedir [66]. Temel olarak üç farklı mordanlama yöntemi vardır. Bunlar; ön mordanlama, birlikte mordanlama ve sonradan mordanlama şeklindedir. Ön

mordanlama ve sonradan mordanlamada ayrı bir banyoda ek adım gerekirken, birlikte mordanlamada, mordanlar boya banyosuna eklendiğinden tek adımda boyama gerçekleştirilebilir [68].

Günümüzde doğal renklendiriciler gösterdikleri çeşitli antioksidan, antibakteriyal, antimikrobiyel v.b. özelliklerinden ve bazı sentetik renklendiricilerin insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilerinin ortaya çıkmasından beridir ilgi odağı haline gelmişlerdir [69].

Nüfusun artması ve yaşam standartlarının gelişmesiyle birlikte, insanların doğal kaynaklara olan ilgisi artmıştır. Bu sebeple tez çalışması kapsamında pamuklu hidrofil cerler farklı fonksiyonelliklere sahip lavanta, nar kabuğu, okaliptüs ve yeşil çay bitkileri ile renklendirilmiştir.

1.4.1. Lavanta

Lavandula ismi Latince Lavare'den gelmekte ve yıkama anlamı taşımaktadır. Zira çok aromalı olan bu bitki yıkama veya banyo suyunda kullanılmaktadır. *Lavandula* özellikle Batı Akdeniz Bölgesi'ne yayılmıştır. Bugün yabani olarak Güney Fransa'da, Orta İtalya'da, Yugoslavya'da, İspanya'da ve Yunanistan'da yaygın durumdadır. Ancak yabanilerin bulunduğu bölgeler dışında kültürü Bulgaristan, İngiltere, A.B. Devletleri, Kuzey Afrika ülkelerinde yapılmaktadır. Lavanta 20-60 cm boylanabilen, Haziran, Temmuz aylarında çiçek açan yarı çalımsı çok yıllık bir bitkidir [70].



Şekil 1.11. Lavanta bitkisi [71]

Bitkinin çiçek ve çiçek saplarından elde edilen uçucu yağ, dünyada ticareti en fazla yapılan 15 uçucu yağdan birisidir. Uçucu yağ bileşenlerinde en fazla linalool ve linalil asetat bulunmaktadır. Uçucu yağ kalitesi bu bileşenlerden linalil asetat oranına göre belirlenmektedir. Lavanta uçucu yağı, en fazla kozmetik ve parfüm sanayinde kullanılmaktadır [72]. Bitkilerin hem kuru tomurcuğu hemde uçucu yağı yüzyıllardır tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Lavanta yağının merkezi sinir sistemini (limbik sistem içerisinde özelllikle *amigdala* ve *hipokampus* bölümünü) uyarıcı etkisi vardır ve uyku verici, yatıştırıcı, sakinleştirici ve stres önleyici olduğu, dermatolojik olarak cilt yanığına ve böcek ısırığına karşı faydalı olduğu belirtilmiştir [73].

1.4.2. Nar Kabuğu

Ülkemizde Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nden Doğu Karadeniz'ekadar, çok soğuk yöreler dışında, her bölgede yetişebilen nar *Punica granatum L.* familyasına dahil olup genellikle sıcak ve kurak iklim bölgelerinde yetişmektedir [74]. Nar, üretimi ve tüketimi dünyada çok yaygın olmamakla beraber, bitkinin çok olumsuz koşullara dayanıklı olması nedeniyle çok eski devirlerden günümüze kadar gelmiş bir meyve türüdür. Ancak son yıllarda meyve yetiştirme tekniğinde, gıda teknolojisinde, depolama ve taşımacılık alanlarında görülen önemli gelişmeler sonucu daha fazla tanınan, üretimi ve ticareti yıldan yıla artan bir meyve durumuna gelmektedir. Narın meyve ve bitkisinden çok çeşitli ve değerli maddeler (ilaç, boya, mürekkep, yağ, hayvan yemi, tanen, pektin, sirke, sitrik v.b.) elde edilmektedir [75].



Şekil 1.12. Nar meyvesi [76]

Nar kabuğu sarı renkte boyarmadde içermektedir. Bunun yanında farklı mordan maddelerinin uygulanmasıyla koyu kahverengi, haki gibi renkler de elde edilebilir [77]. Boyama için meyvenin kabukları taze veya kurutularak kullanılır. Boyama bitkinin kurutularak öğütülmüş meyvesinin dış kabuğu ile mordanlı boyama yöntemiyle yapılır [78]. Nar kabuğu, yüksek oranda punigalagin, galic asit ve ellagic asit gibi fenolik bileşenleri içerir. Kabuğun ekstraktı antiviral, antibakteriyel ve antihelmintik özellik gösterir [79]. Literatürde boyama ve antibakteriyel amaçlı nar kabuğunun kullanıldığı çalışmalar mevcuttur.

Adeel *et al.* 2009 yılında yaptıkları çalışmada, taze kurutulmuş nar kabuğunda bulunan tannik asitin ekstraksiyonunu kullanarak pamuklu materyallerin boyanabileceklerini bildirmişlerdir [80].

Davulcu *et al.* 2014 yılında yaptıkları çalışmada pamuklu kumaşın doğal boyalardan kekik ve nar kabuğu ile mordan maddesi kullanmadan boyanabileceğini ve mordan kullanılmadan da kekik ve nar kabuğu ile boyanmış pamuklu kumaşların antimikrobiyel özellikler gösterdiğini rapor etmişlerdir [81].

1.4.3. Okaliptüs

Myrtaceae (Mersingiller) familyasının bir cinsi olan okaliptüslerin anavatanı Avustralya'dır. Bu ağaç halk arasında sağlık ağacı, sıtma ağacı, bataklık ağacı, kızıl okaliptüs olarak da bilinmektedir. Yetişmesi çok kolay olan ve yüksekliği yer yer 60-70 metreye ulaşan bu ağacın 700'e yakın türü ve çok sayıda varyasyonu bulunmaktadır [82]. Okaliptüs yapraklarında uçucu yağ, reçine, acı madde ve tanen bulunmaktadır. Rengi veren uçucu yağ ve tanendir. Uçucu yağlar rensiz veya soluk sarı renkli bir sıvı olup *cineol* taşımaktadır. Ayrıca bazı türlerin uçucu yağlarında *cineol* yanında çok miktarda phellandren ve aldehit de bulunmaktadır. Parfümeriden eczacılığa, bataklık kurutmadan inşaat sektörüne kadar çok çeşitli alanlarda kullanılan okaliptüs ağacı, bitkisel boyacılıkta da kullanılmaktadır [83].



Şekil 1.13. Okaliptüs ağacı [84]

Literatürde okaliptüsün doğal boyarmadde olarak kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Etikan ve Kayabaşı, 2006 yılında yün ipliğinde okaliptüs yapraklarını kullanarak mordanlı ve mordansız boyamalar yapmışlar ve boyamalar sonucunda okaliptüs yapraklarından elde edilen renklerin, gerek renk yönünden gerekse haslıkları yönünden el dokuması halı ve kilimlerde kullanılmasının uygun olabileceğini bildirmişlerdir [83].

Mongkholrattanasit *et al.* 2011 yılında yaptıkları çalışmada, okaliptüs yapraklarından ekstrakte ettikleri boyayı, ipek ve yün kumaşların boyanmasında mordan ve mordansız şekilde kullanmışlar ve kumaşların UV koruyucu özelliklerini araştırmışlar. Çalışma sonunda okaliptüs yapraklarında elde edilen boyanın ipek ve yün kumaşlarda kullanılması ile UV koruyucu kumaşların üretilebileceğini rapor etmişlerdir [85].

1.4.4. Yeşil Çay

Dünyada en çok tüketilen ikinci içecek olarak bilinen çay *(Camellia sinensis)* çay bitkisinin genç yapraklarından ve tomurcuklarından yapılmış, *Theaceae* familyasına ait bir bitkidir. Çay, işleme yöntemlerine göre üç ana başlıkta toplanır. Bunlar; siyah çay (tam fermante edilmiş-tam okside edilmiş), yeşil çay (fermante edilmemiş-okside edilmemiş) ve oolong (yarı fermante edilmiş-yarı okside edilmiş) çaydır [86].



Şekil 1.14 Çay bitkisi [87]

Yeşil çayın kimyasal bileşimi taze çay yapraklarıyla hemem hemen benzerdir ve flavonoidler ve fenolik asit dahil olmak üzere polifenoller içerir. Yeşil çayda bulunan polifenollerin çoğu, *kateşin* olarak bilinen flavanollardır. Yeşil çayda bulunan bazı kateşinler *epikataşin, epikataşin gallat, epigallokateşin* ve *epigallokateşin gallat'*dır [88]. Kateşinler, yeşil çayda doğal olarak bulunan kuvvetli antioksidanlardır. Hem suda, hemde aseton gibi organik sıvılarda kolayca çözünebilmektedirler. Bunlar içinde en önemlisi epigallokateşin gallat'tır (EGCG). Bu maddeyi saf elde etmenin zor olması, ayrıca kimyasal stabilitesinin iyi olmaması ve kolayca oksitlenmesi nedeniyle kozmetik pazarında saf EGCG taşıyan cilt bakım ürünü yoktur. Bunun nedeni, EGCG'in saf olarak elde edilmesinin zor olmasıdır. Ayrıca EGCG, kimyasal stabilitesi iyi olmayan ve kolayca oksitlenebilen bir maddedir. Bu nedenle, kozmetik firmaları cilt bakım ürünlerinde bu maddeyi saf olarak kullanmak yerine yeşil çay ekstresini kullanmaktadırlar [89].

2. BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Kullanılan Materyaller ve Cihazlar

2.1.1. Çalışmada Kullanılan Cer ve Özellikleri

Deneysel çalışmalarda Şirikçioğlu Mensucat Sanayi ve Ticaret A.Ş'den temin edilen pamuklu cerler kullanılmıştır. Penye hattına ait cerle ilgili fiziksel özellikler Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. Denemelerde kullanılan cer özellikleri

Elyaf Cinsi	Elyaf İnceliği (micronaire)	Elyaf Ortalama Uzunluğu (mm)	Beyazlık (Stensby)
% 100 pamuk	4.17	29,47	65,89

2.1.2. Kullanılan Kimyasallar, Yardımcı Maddeler ve Boyarmaddeler

Kimyasallar ve Yardımcı Maddeler

Asetik Asit (CH_3COOH): Akkim marka.

Calviron SD: Alfa Kimya'ya ait iyon tutucu.

Unipol USR: Alfa Kimya'ya ait noniyonik/anyonik ıslatıcı.

Scourzyme L: Alfa Kimya'ya ait modifiye edilmiş alkali pektinaz enzimi.

Lipolase 100L: Novozyme firmasına ait lipaz enzimi.

Peroksit Stabilizatörü: Organik Kimya firmasına ait organik stabilizatör.

Sodyum Karbonat (Na_2CO_3): Tekkim marka.

Sodyum Klorür (NaCI): Tekkim marka.

Sodyum Hidroksit (NaOH): Akkim marka.

Hidrojen Peroksit (H_2O_2%50): Tekkim marka

$CuSO_4.5H_2O$: Akkim marka.

$SnCl_2.2H_2O$: Akkim marka.

$FeSO_4.7H_2O$: Akkim marka.

$K_2Cr_2O_7$: Akkim marka.

$KAlSO_4.10H_2O$: Akkim marka.

Bitkisel Boyarmadde Kaynakları

Tez çalışmasında Şekil 2.1'de gösterilen lavanta, okaliptüs, nar kabuğu ve yeşilçay boyarmadde kaynağı olarak kullanılmıştır.

Lavanta: Kuru haldeki lavanta bitkisinin çiçekleri bölgede bulunan aktarlardan temin edilmiştir. Koku kaynağı olan lavanta çiçekleri değirmende öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toz haldeki lavanta çiçekleri boyamalarda kullanılmıştır.

Okaliptüs: Bölgedeki aktarlardan kuru olarak temin edilen okaliptüs yaprakları değirmende öğütülmüş ve toz haline getirilen bu okaliptüs yaprakları boyamalarda kullanılmıştır.

Nar kabuğu: Akdeniz bölgesinde yetiştirilen nar meyvesinin kabukları kullanılmıştır. Meyveden ayrılan kabuklar gölgede kurutulduktan sonra değirmende öğütülmüştür. Boyamalarda toz haline getirilen nar kabukları kullanılmıştır.

Yeşil çay: Bölgede bulunan aktarlardan kuru haldeki yeşil çay yaprakları temin edilmiştir. Kuru çay yaprakları değirmende öğütülerek toz haline getirimiştir. Toz haldeki çay yaprakları boyamalarda kullanılmıştır.



lavanta **okaliptüs** **nar kabuğu** **yeşil çay**

Şekil 2.1. Tez çalışmasında kullanılan boyarmadde kaynakları

2.1.3. Cihaz ve Makineler

Ultrasonik Banyo: Numunelerin klasik ve enzimatik olarak ağartılması ve hidrofilleştirilmesi sırasında 40 kHz frekansa sahip WiseClean marka ultrasonik banyo kullanılmıştır.

Spektrofotometre: Boyalı numunelerin CIE $L^*a^*b^*$ değerlerinin ve renk verimlerinin incelenmesinde, ağartılmış numunelerin beyazlık ölçümlerinde Konika/Minolta 3600d marka spektrofotometre kullanılmıştır.

pH Metre: Inolab WTH marka pH metre.

Su Isıtıcı: Sinbo marka su ısıtıcı.

Analitik Terazi: Pioneer OHAUS marka hassas analitik terazi.

Değirmen: Waring marka öğütücü.

Etüv: Termal marka etüv.

Fulard: Numunelerin nemlendirilmesi sırasında Termal marka fulard kullanılmıştır.

Ozon Jeneratörü: 25 g/sa kapasiteli Prodozon marka ozon jeneratörü kullanılmıştır.

Laboratuvar Tipi Boyama Makinesi: Çalışmalarda Termal marka numune boyama makinesi kullanılmıştır.

SEM Analizi: Ham cer ve ozonlanmış cer arasındaki değişimler LEO 440 marka SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) kullanılarak incelenmiştir.

2.2. Yöntem

Bu tez çalışmasının temel amacı; hem tıbbi hem de kozmetik tekstil ürünü olan hidrofil pamuk üretiminde, ozonun kullanılabilirliğinin araştırılmasının yanında hidrofil pamuk üretiminde alternatif yeni yöntemler geliştirmek ve farklı fonksiyonlara sahip hidrofil pamuk elde etmektir. Bu amaçla çalışma toplamda 4 adımda gerçekleştirilmiştir.

I) Konvansiyonel yöntemle hidrofil pamuk üretiminde ultrason kullanımı

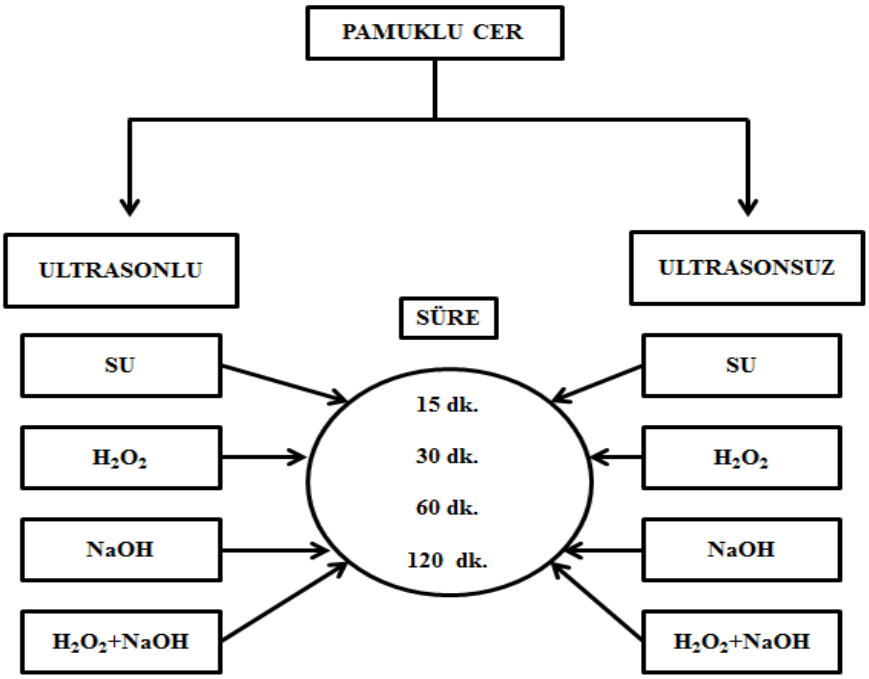
II) Enzimatik yöntemle hidrofil pamuk üretimi

III) Ozonun hidrofil pamuk üretiminde kullanımının araştırılması

IV) Hidrofil pamukların doğal boyalarla renklendirilerek fonksiyonelleştirilmesi

2.2.1. Konvansiyonel Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı

Çalışmanın ilk aşamasında aşağıda verilen deney planı çerçevesinde numunelere konvansiyonel yöntemle hidrofilleştirme ve ağartma işlemleri, ultrasonik banyo içerisinde ultrasonlu ve ultrasonsuz olarak uygulanmıştır. Banyo 2 litre çalışmaya müsait olduğundan iki numuneyle (1'er gram) çalışılmış ve bütün çalışmalarda banyo 2 litreye ayarlanmıştır. Yapılan tüm işlem banyolarında 1 g/l ıslatıcı kullanılmıştır. Deney planının su ile yıkama kısmında numuneler pH 7'de hazırlanan su ile ultrasonlu ve ultrasonsuz olarak 15', 30', 60', 120' sürelerde yıkanmıştır.



Şekil 2.2. İlk aşamaya ait deney planı

Tablo 2.2'de verilen reçetelerin uygulandığı konvansiyonel işlemler esnasında banyolar ayrı ayrı hazırlanmış ve her bir işlemden sonra nötralizasyon/durulama gerekli ise antiperoksit işlemi yapılmıştır. Ayrıca H_20_2'in kullanıldığı ağartma ve hidrofilleştirme işlemlerinde 0.8 g/l stabilizatör kullanımı gerçekleştirilmiştir. Ard işlemler sonunda numuneler normal ortam şartlarında kurumaya bırakılmıştır.

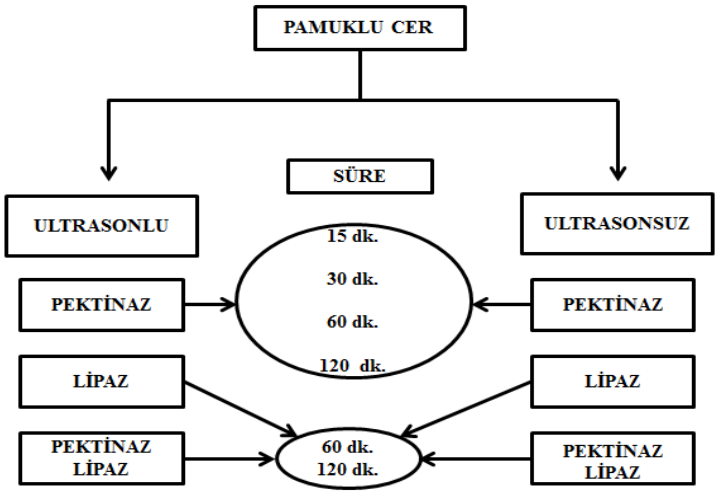
Tablo 2.2. Konvansiyonel ağartma ve hidrofilleştirme

İşlem	**Kullanılan Kimyasal Maddeler**	**Konsantrasyon**	**Sıcaklık (°C) ve pH**
Peroksitle İşlem	H_2O_2	4 ml/l	50-7
Alkali ile İşlem	NaOH	(pH: 11'e ayarlanmıştır)	50-11
Ağartma+Hidrofilleştirme	H_2O_2+ NaOH	4 ml/l+1 g/l	50-banyo pH'ı

Bu aşama sonunda numunelerin beyazlık ölçümleri alınmış ve hidrofiliteleri test edilmiştir. Bu veriler Bölüm 3'de gösterilmiştir.

2.2.2. Enzimatik Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı

Deneysel çalışmanın bu aşamasında 1'er gram olarak ayarlanan numuneler enzimatik yöntemle Şekil 2.3'de verilen deney planı çerçevesinde ultrasonik banyo içerisinde hidrofilleştirilmiştir.

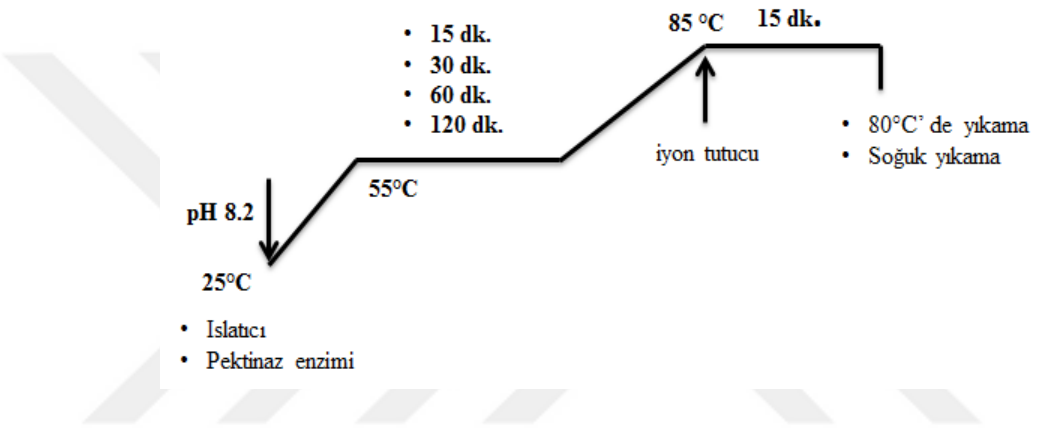


Şekil 2.3. Enzimatik yöntemle hidrofil pamuk üretimine ait deney planı

Numunelere Tablo 2.3'de yer alan reçete uygulanmıştır. İlk aşamada olduğu gibi 1'er gram olan iki numuneyle tek banyoda çalışılmıştır. Enzimatik işlem prosesinde pektinaz enzimi ile pH 8.2'de farklı konsantrasyonlarda, lipaz enzimi ile pH 7'de çalışılmıştır. Şekil 2.4'de gösterilen pektinaz enzimine ait işlem prosesinde pH ve işlem süresi hariç diğer parametreler lipaz enzimi ve pektinaz/lipaz kombinasyonu için de aynıdır. 1 g/l pektinaz ve 1 g/l lipaz enzimi kombinasyonu pH 7 ve pH 8.2'de cerlere uygulanmıştır. Numunelerin beyazlık dereceleri ve hidrofiliteleri ölçülmüştür. Bu sonuçlar Bölüm 3'de yer almaktadır.

Tablo 2.3. Enzimatik Hidrofilleştirme

Pektinaz	**Lipaz**	**Pektinaz/Lipaz**
Islatıcı (1g/l)	Islatıcı (1g/l)	Islatıcı (1g/l)
Pektinaz (0,5;1;3 g/l) 55°C - pH 8,2	Lipaz (1g/l) 50°C - pH 7	(1g/l) Pektinaz (1g/l) Lipaz 55°C - pH 8,2/7
İyon Tutucu (0,5g/l) 85°C - pH 8,2	İyon Tutucu (0,5g/l) 85°C - pH 8,2	İyon Tutucu (0,5g/l) 85°C - pH 8,2

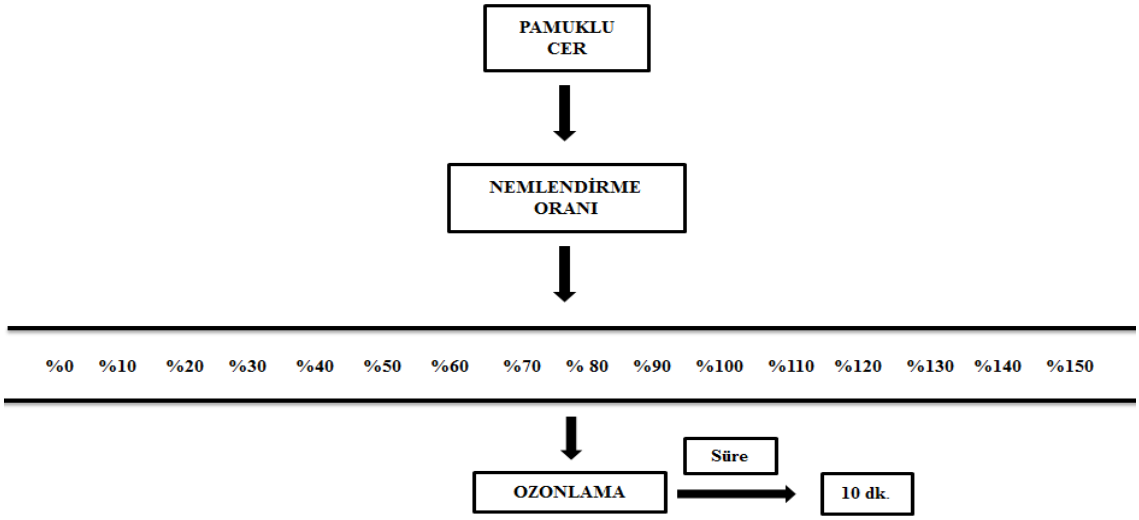


Şekil 2.4. Pektinaz enzimiyle çalışma prosesi

Konvansiyonel yöntemle ağartılan ve hidrofilleştirilen numuneler ile enzimatik yöntemle hidrofilleştirilen numunelere ait sonuçlar incelenerek optimum beyazlık ve hidrofilitenin gözlendiği işlem belirlenmiştir. Ozonlama ve boyama kısmında kulanılmak üzere 1 g/l pektinaz enzimi kullanılarak 30 dakika ultrasonik banyoda ultrason varlığında Şekil 2.4'deki grafiğe göre hidrofilleştirme işlemi seçilmiş ve gerekli numuneler üretilmiştir.

2.2.3. Ozonun Hidrofil Pamuk Üretiminde Kullanımının Araştırılması

Ozon gazının pamuklu cerler üzerinde yapacağı değişim ve etkileşimleri tespit edebilmek için deneysel çalışmanın bu aşamasında numuneler Şekil 2.5'de verilen deney planına göre bölümümüz laboratuvarında bulunan ozon jeneratöründe ozonlanmıştır. Ozonlama işleminde 5 l/dk. besleme hızında ozon gazı kullanılmıştır.

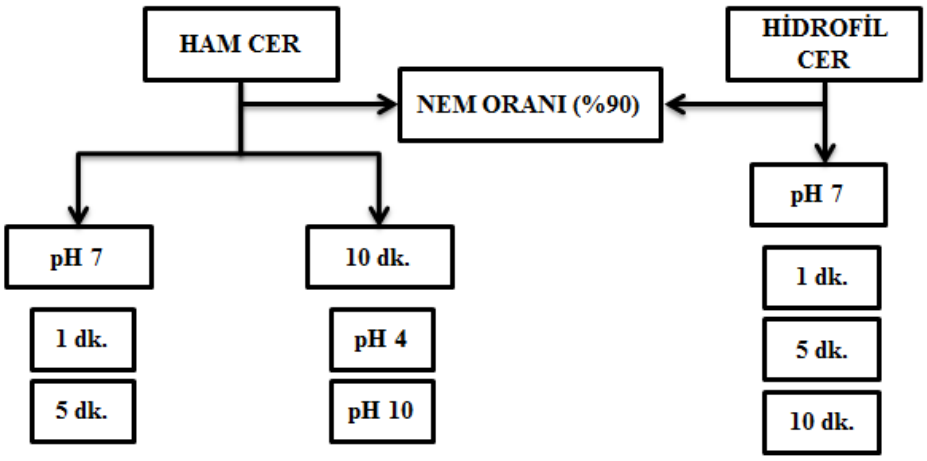


Şekil 2.5. Ozonlama ilk aşama

Ozonlama işleminde belirlenen nem değerleri homojen bir şekilde Termal marka fulard makinesinde ayarlanmıştır.

Ozonlama sonrası pamuklu numuneler sararma eğilimi gösterebilmektedir. Sararmayı engelleyebilen farklı ard işlemler mevcuttur [50]. Ozonlanmış her numune önce 20 sn suda, ardından 5 dk. 45°C'deki su içerisinde yıkanmıştır ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.

Ozonlama işleminin ilk bölümünde herhangi bir işlem görmemiş 16 adet numune pH 7'deki su içerisinde ıslatılarak nemlendirilmiş ve verilen nem oranlarında ozonlandıktan sonra numunelere soğuk-sıcak durulama yapılmıştır. Numuneler ortam şartlarında kurutulmuştur. Farklı nem oranlarında ozonlanan numunelere ait beyazlık ölçümleri Konika/Minolta 3600d marka spektrofotometrede ölçülmüştür. Ozonlama işleminin ikinci adımda ise birinci adıma ait beyazlık ölçümleri değerlendirilerek %90 nem değeri optimum nem değeri olarak belirlenmiştir. Bu nem oranında ham cerler farklı süre ve pH değerlerinde ozonlama işlemine tabi tutulmuştur. Konvansiyonel ve enzimatik yöntemle hidrofilleştirilen numuneler arasından seçilen optimum hidrofilite ve beyazlık değerlerine sahip numuneler (1 g/l pektinaz enzimi ile 30 dakika ultrasonlu işlem görmüş numuneler) %90 nem oranında nemlendirilerek farklı sürelerde ozonlanmıştır. Bu aşamaya ait deney planı Şekil 2.6'da gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Ozonlama ikinci aşama

Ozonlanan numunelerin beyazlık değerleri ve hidrofiliteleri ölçülmüştür. Ayrıca hidrofil cer ve %90 nem varlığında (pH 7) 10 dakika ozonlanan ham cerin bölümümüzde antibakteriyel analizi yapılmıştır. Beyazlık ve hidrofilite ölçümleri ve antibakteriyel analiz sonuçları Bölüm 3'de gösterilmiştir.

2.2.4. Hidrofil Pamukların Doğal Boyalarla Renklendirilerek Fonksiyonelleştirilmesi

Çalışmamızın bu aşamasında pektinaz enzimi ile 30 dakika ultrasonlu işlem yapılarak hidrofilleştirilen numuneler 4 farklı doğal boyarmadde ile 5 farklı mordan maddesi kullanılarak ve mordan kullanılmadan birlikte mordanlı boyama yöntemine göre boyanmıştır. Boyamalar sonucunda farklı özellikte hidrofil pamukların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Boyama Banyosunun Hazırlanması

Boyama banyosunun hazırlanması aşamasında banyo çalışma suyu, pH 7 olarak belirlenmiştir ve tüm boyama adımlarında pH 7'de tutulmuştur. Birlikte mordanlı boyama yöntemiyle yapılan boyamalarda boyama reçetesine göre boyama banyoları hazırlanmış ve laboratuarımızda bulunan numune boyama makinesinde boyama işlemleri yapılmıştır.

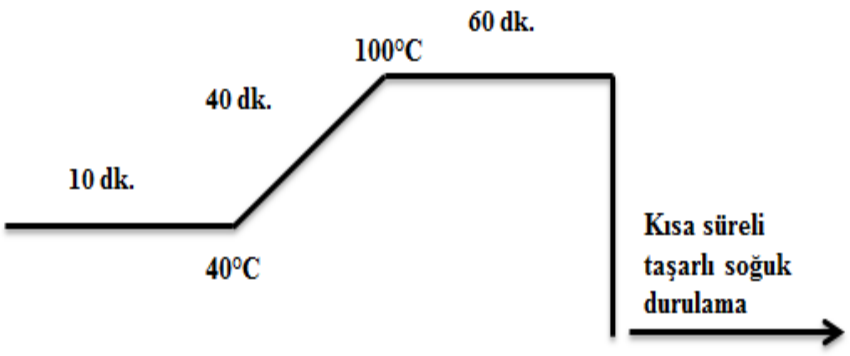
Numunelerin Boyanması

Numunelerin boyanması sırasında kullanılan öğütülmüş doğal boya bitkileri cer üzerinde kalmış ve değerlendirmelerde istenilen sonuçları vermeyeceği düşünülerek öğütülmüş bitkilerin cere yapışmasını engelleme adına bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntemde doğal boyarmaddeler verilen oranlarda tartılmış ve üç kat olacak şekilde çay poşetleri içerisine konularak iki ucundan bağlanmıştır. Bütün boyamalarda bu şekilde hazırlanmış doğal boyarmaddeler kullanılmıştır.



Şekil 2.7. Boyamalarda kullanılan doğal boyarmaddeler için geliştirilmiş bir yöntem

Birlikte mordanlama yöntemiyle mordan maddesiz, 5 farklı mordan maddeli, 4 farklı doğal boyarmadde ve bu doğal boyarmaddelerin çeşitli konsantrasyonlarında boyamalar yapılmıştır. Şekil 2.8'de verilen boyama grafiğine göre boyamalar gerçekleştirilmiştir. Ancak lavanta ve okaliptüs bitkileriyle yapılan boyamalarda 100°C'deki boyama işlemi 1 saat yerine 2 saat gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.8. Doğal boyarmaddelerle yapılan boyama grafiği

Yapılan tüm boyamalarda, doğal boyarmadde, numune ve mordan maddeleri boyama banyosunun içerisine hep birlikte eklenerek Tablo 2.4'deki reçeteye göre boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca mordan maddesiz boyama işlemi de yapılmıştır.

Tablo 2.4. Birlikte mordanlama ve boyama yöntemine ait reçete

Mordan Maddesi	
Bakır Sülfat ($CuSO_4.5H_2O$) / Kalay Klorür ($SnCl_2.2H_2O$) / Demir Sülfat ($FeSO_4.7H_2O$) / Potasyum Dikromat ($K_2Cr_2O_7$)	% 2
Potasyum Alüminyum Sülfat (Şap) ($KAlSO_4.10H_2O$)	%20
Diğer Parametreler	
Flotte oranı	1/80
Materyal/Bitki Ağırlığı	1:0.5, 1:1, 1:2, 1:4
Boyama Sıcaklığı (°C)	100
Ard İşlem	Aksi belirtilmediği sürece taşarlı durulama

2.2.4.1. Kokulu Hidrofil Pamuk Eldesi

2.2.4.1.1. Okaliptüs Kokulu Hidrofil Pamuk

Kokulu hidrofil pamuk üretmek amacıyla numuneler öğütülmüş okaliptüs yaprakları ile farklı mordanlarla ve mordansız olarak boyanmıştır. 1:1 ve 1:4 boyarmadde miktarında okaliptüsle boyanmış numuneler yıkanmadan uygulanan hafif bir sıkma işleminden sonra 110°C'deki etüvde kuruyana kadar bekletilmiştir. Kuruyan numuneler poşetlenerek kaldırılmıştır. Koku analizi için seçilen bir gruba boyanmış numuneler koklatılmıştır. Ayrıca mordan kullanılmadan boyarmadde miktarı 1:1 ve 1:4 olarak boyanmış numunelerin bekletildiği su akredite bir laboratuvarda analiz edilmiştir. Okaliptüs boyalı numunelere ait CIE $L^*a^*b^*$ değerlerinin ve renk verimlerinin (K/S değerleri) sonuçları ve hem grup içerisinde uygulanan hem de Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yaptırılan koku analizlerine ait sonuçlar Bölüm 3'de gösterilmiştir.

2.2.4.1.2. Lavanta Kokulu Hidrofil Pamuk

Kokulu hidrofil pamuk üretmek amacıyla numuneler toz haldeki lavanta bitkisiyle, farklı mordanlarla ve mordansız olarak boyanmıştır. Lavantayla boyanmış numuneler yıkanmadan uygulanan hafif bir sıkma işleminden sonra 110°C' deki etüvde kuruyana kadar bekletilmiştir. Kuruyan numuneler poşetlenerek kaldırılmıştır. Koku analizinde seçilen bir gruba boyanmış numuneler koklatılmış ayrıca lavanta miktarının 1:4 olduğu mordan kullanılmadan boyanmış iki numune analiz edilmiştir. Lavanta boyalı numunelere ait CIE $L^*a^*b^*$ değerleri ve renk verimleri (K/S değerleri) de ölçülmüştür. hem grup içerisinde uygulanan hem de Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'nde yaptırılan koku analizlerine ait sonuçlar ile renk ölçüm sonuçları Bölüm 3'de gösterilmiştir.

2.2.4.2. Antibakteriyel Hidrofil Pamuk Eldesi

Numuneler 5 farklı mordan maddesi kullanılarak ve mordan kullanılmadan nar kabuğuyla boyanmış normal ortam şartlarında kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan numunelerin CIE $L^*a^*b^*$ değerleri ve renk verimleri (K/S değerleri) ölçülmüştür. Nar kabuğu miktarı 1:1 ve 1:4 olarak boyanmış numunelerin ayrıca hidrofil cer ve %90 nem varlığında (pH 7) 10 dakika ozonlanan ham cerin bölümümüzde antibakteriyel analizi yapılmıştır. Nar kabuğu ile boyanmış numunelere ait renk ölçüm değerleri ve antibakteriyel analiz sonuçları Bölüm 3'te gösterilmiştir.

2.2.4.3. Yeşil Çaylı Hidrofil Pamuk Eldesi

Optimum değerde enzimatik olarak hidrofilleştirilen numuneler 5 farklı mordan kullanılarak ve mordan kullanılmadan öğütülmüş yeşil çayla boyanmıştır. Boyanmış numuneler normal ortam şartlarında kurumaya bırakılmıştır. Yeşil çayla boyama işlemine ait CIE $L^*a^*b^*$ değerleri ve renk verimleri (K/S değerleri) ölçülmüştür. Ölçüm sonuçları Bölüm 3'de gösterilmiştir.

2.3. Değerlendirmede Kullanılan Deney ve Test Metodları

2.3.1. Beyazlık Derecesi Tayini

Konvansiyonel ve enzimatik yöntemle ultrasonik banyoda yıkanan numunelerin ayrıca çalışmanın 3. aşamasında ozonlanan numunelerin Stensby formülüne göre beyazlık dereceleri belirlenmiştir. Aynı zamanda bu numunelere ait CIE L^*, a^*, b^* değerleri de ölçülmüştür. Ölçümler Konika/Minolta 3600d marka spektrofotometrede yapılmıştır.

2.3.2. Hidrofilite Testi

Hidrofil pamuk elde etmek amacıyla yapılan konvansiyonel ağartma-hidrofilleştirme ve enzimatik hidrofilleştirme sonrası numunelerin hidrofiliteleri test edilmiştir. Ayrıca farklı sürelerde ozonlanan hidrofilleştirilmiş cerler için de hidrofilite ölçülmüştür. Pamuklu cer bantlarının hidrofilitelerini ölçmek için temelde TS 866 [90] standardı göz önüne alınarak Şekil 2.9'da gösterilen deney düzeneği oluşturulmuştur.



Şekil 2.9. Hidrofilite deney düzeneği

Bu ölçüm metodunda test edilecek numuneden 0.30 g olacak şekilde tutamlar alınıp yüksekliği 18 mm, taban yarı çapı 12 mm, tavan yarı çapı 20 mm, kalınlığı 0,2 mm ve ağırlığı 2,3 g olan plastik kesik koni içerisine yerleştirilmiş, ardından kesik koni içerisindeki numune, oda sıcaklığında 100 ml su bulunan plastik mezurun içerisine bırakılmıştır. Kronometre ile batma süreleri ölçülmüştür. 60 sn sonunda batmayan numuneler hidrofob olarak ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Bölüm 3'de gösterilmiştir

2.3.3. Renk Verimi Tayini (K/S)

Boyanmış numunelere ait CIE $L^*a^*b^*$ değerleri ve renk verimleri (K/S) (Kubelka Munk Denklemi) Konica Minolta 3600d marka spektrofotometrede D65 ışık kaynağı altında ve 10° bakış açısı ile hesaplanmıştır.

2.3.4. Koku Analizi

Lavanta ve okaliptüsla boyanmış numuneler etüvde kurutulduktan sonra poşetlenerek kaldırılmıştır. Duyusal koku analizi için lavantayla ve okaliptüsle boyanmış numuneler bir gruba koklatılmış ve kokular gruplar tarafından 1'den (koku yok) 10'a (bitkinin kokusu) kadar olan sayılarla ifade edilmiştir. Sonuçların ortalaması alınarak değerlendirme yapılmıştır. Akredite bir laboratuvarda yaptırılan koku analizi için ise 1000 ml su bulunan cam beher içerisine mordansız olarak lavanta bitkisi ile 1:4 oranında boyanmış 2 numune konulmuş ve beher parafin filmle kaplanmıştır. Yine aynı şekilde mordansız olarak 1:1 ve 1:4 oranında okaliptüs ile boyanmış iki numune de 1000 ml su dolu cam behere konularak beher filmlenmiştir. 24 saat sonra numuneler beher içerisinden alınarak kalan su şişe içerisinde Aksaray Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü'ne gönderilmiştir. Bölümdeki laboratuvarda hem lavantalı hem de okaliptüslü suyun kokusu SM 2150 B yöntemine göre koku eşik değeri (TON) belirlenmiştir. Bu yöntemde, kokusu incelenecek su örneği 500 ml'lik kokusuz cam erlenmayer şişelere 200, 100, 50, 25, 12.5, 6.3, 3.1, 1.6, 0.8 ml hacimlerde (veya bunlardan bir kaçı) konur ve üzerleri kokusuz su ile tamalanarak kapakları kapatılır. Bu dilüsyonlar sırasıyla 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 Threshold Odor Number (TON) olarak numaralanır. Bir erlenmayere sadece kokusuz su kontrol olarak konur. Analiz için genelde dört farklı dilüsyon alınır. (200, 50, 12.5 ve 3.1) Sabit sıcaklıktaki bir su banyosunda tüm erlenmayerler 60°C'ye kadar ısıtılır ardından numuneler koklanır ve kokunun hissedildiği en son dilüsyon dolayısıyla TON değeri belirlenir [99].

2.3.5. Antibakteriyel Test Yöntemi

1:1 ve 1:4 oranlarında nar kabuğu ile 5 farklı mordan ve mordan kullanılmadan boyanmış 12 numunenin, 1 g/l pektinaz enzimi ile 30 dakika ultrasonlu yıkanarak hidrofilleştirilmiş numunenin ve %90 nem varlığında ozonlanmış numunenin ASTM

E2149-01 [91] standardına göre *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı antibakteriyel özellikleri test edilmiştir.

2.3.6. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntü Analizi

Ozonun lif yüzey özellikleri üzerine etkisini incelemek için seçilen numunelerin (İşlem görmemiş cer ve %90 nem varlığında (pH 7) ozonlanmış ham cer) üniversitemiz yerleşkesindeki Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan LEO 440 marka SEM cihazında görüntüleri alınmıştır. Görüntüler Bölüm 3'de gösterilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Konvansiyonel Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı

Konvansiyonel yöntemle hidrofil pamuk elde etmek amacıyla Bölüm 2.2.1'de verilen deney planı ve reçeteler uygulanarak ağartılan ve hidrofilleştirilen cerlerin beyazlık dereceleri/stensby (B) ve hidrofiliteleri/batma süreleri (H) ölçülmüştür. Cerlerin sadece su ve ıslatıcı kullanılarak yıkanması sonucu oluşan değişimlere ait veriler Tablo 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.1. Cerlerin su ile yıkanması sonucu oluşan değişimlere ait veriler

İşlem	**Süre**	**Su**	
		B (Stensby)	**H (sn)**
Ultrasonlu	**15'**	65,55	Hidrofob
	30'	65,98	Hidrofob
	60'	67,36	Hidrofob
	120'	67.52	Hidrofob
Ultrasonsuz	**15'**	66,77	Hidrofob
	30'	66,28	Hidrofob
	60'	65,93	Hidrofob
	120'	65,15	Hidrofob

Ultrasonik banyoda konvansiyonel yöntemle ağartılan ve hidrofilleştirilen numunelere ait bulgular Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Konvansiyonel yöntemle ağartılan ve hidrofilleştirilen numunelere ait ölçüm sonuçları

İşlem	Süre	H_20_2 (4ml/l)		NaOH (1g/l)		H_20_2 (4ml/l) NaOH (1g/l)	
		B (stensby)	H (sn)	B (Stensby)	H(sn)	B (Stensby)	H (sn)
Ultrasonlu	15'	69,46	Hidrofob	67,38	Hidrofob	68,82	Hidrofob
	30'	70,05	Hidrofob	65,72	Hidrofob	68,72	Hidrofob
	60'	72,26	Hidrofob	65,96	Hidrofob	69,33	Hidrofob
	120'	71.26	Hidrofob	66,58	Hidrofob	73,31	Hidrofob
Ultrasonsuz	15'	68,39	Hidrofob	65,74	Hidrofob	67,77	Hidrofob
	30'	70,98	Hidrofob	65,37	Hidrofob	68,45	Hidrofob
	60'	71,01	Hidrofob	65,6	Hidrofob	69,14	Hidrofob
	120'	69,98	Hidrofob	66,02	Hidrofob	73,19	Hidrofob

3.2. Enzimatik Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı

Enzimatik yöntemle hidrofil pamuk üretmek amacıyla Bölüm 2.2.2'de yer alan deney planı ve reçeteler uygulanarak hidrofilleştirilen cerlerin, beyazlık dereceleri/stensby (B) ve hidrofiliteleri/batma süreleri (H) ölçülmüştür. Farklı konsantrasyonlarda pektinaz enziminin kullanıldığı numunelere ait ölçüm verileri Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3. Farklı konsantrasyonlarda pektinaz enziminin kullanıldığı numunelere ait ölçüm verileri

İşlem	Süre	Pektinaz 0,5 g/l		Pektinaz 1 g/l		Pektinaz 3 g/l	
		B (Stensby)	H (sn)	B (Stensby)	H (sn)	B (Stensby)	H (sn)
Ultrasonlu	15'	72,31	24	72,37	18	72,2	17
	30'	72,59	20	72,94	16	72,09	14
	60'	71,97	17	72,48	15	73,22	10
	120'	72,38	15	73,81	13	73,29	9
Ultrasonsuz	15'	71,69	26	71,70	25	72,69	24
	30'	72,97	22	71,84	21	72,26	20
	60'	71,89	19	71,24	17	73,41	14
	120'	71,81	18	73,3	15	71,12	12

Tablo 3.4. Lipaz enzimi ve farklı pH'larda pektinaz/lipaz kombinasyonlarının uygulandığı numunelere ait ölçüm verileri

İşlem	Süre	Lipaz 1 g/l		Pektinaz 1 g/l + Lipaz 1 g/l			
				pH 7		pH 8,2	
		B (Stensby)	H (sn)	B (Stensby)	H (sn)	B (Stensby)	H (sn)
Ultrasonlu	60'	72,37	21	72,63	13	71,53	11
	120'	72,94	19	72,75	11	71,87	10
Ultrasonsuz	60'	72,45	23	72,54	17	71,34	11
	120'	72,55	22	72,55	15	71,69	13

3.3. Ozonun Hidrofil Pamuk Üretiminde Kullanımının Araştırılması

Hidrofil pamuk üretiminde ozon gazı Bölüm 2.2.3'de verilen deney planlarına göre ham ve hidrofil cerlere uygulanmıştır. pH 7'de farklı oranlarda nemlendirilen ve 10 dakika ozonlanan numunelere ait beyazlık (stensby) ve L^*, a^*, b^*, ölçümleri Tablo 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.5. pH 7'de farklı oranlarda nemlendirilen ve 10 dakika ozonlanan numunelere ait beyazlık (stensby) ve L^*, a^*, b^*, ölçümleri

Nem Oranı %	Beyazlık	L^*	a^*	b^*	H (sn)
İşlemsiz cer	65,89	91,14	0,18	8,5	Hidrofob
0	68,22	91,41	0,11	7,65	Hidrofob
10	68,43	91,05	-0,21	7,07	Hidrofob
20	69,39	91,87	-0,37	6,88	Hidrofob
30	70,13	91,6	-0,24	6,63	Hidrofob
40	72,45	92,33	-0,37	5,9	Hidrofob
50	80,16	93,12	-0,43	3,43	Hidrofob
60	82,77	93,15	-0,43	2,51	Hidrofob
70	82,88	93,83	-0,44	2,75	Hidrofob
80	83,04	93,9	-0,42	2,75	Hidrofob
90	83,89	93,44	-0,46	1,74	Hidrofob
100	83,73	93,52	-0,52	2,24	Hidrofob
110	84,04	93,57	-0,48	2,19	Hidrofob
120	83,87	93,08	-0,44	2,08	Hidrofob
130	83,83	93,01	-0,42	2,09	Hidrofob
140	83,12	93,33	-0,4	2,5	Hidrofob
150	81,58	93,03	-0,37	2,88	Hidrofob

Tablo 3.5'de yer alan verilerin değerlendirilmesi sonucu % 90 nem varlığında (pH 4, 7 ve 10) ham ve hidrofil cerler (**HC**) farklı sürelerde ozanlanmıştır. Elde edilen beyazlık (stensby) ve L^*, a^*, b^*, değerleri ayrıca hidrofil cerlere ait hidrofilite/batma süreleri (sn) (H) sonuçları Tablo 3.6'da gösterilmişitir.

Tablo 3.6. %90 nem varlığında (pH 4, 7 ve 10) ve farklı sürelerde ozonlanan numunelere ait ölçüm sonuçları

Numune	pH	Süre (dk)	Beyazlık (stensby)	L^*	a^*	b^*	H
Ham Cer	**7**	**1**	74,22	91,34	-0,25	4,99	Hidrofob
Ham Cer	**7**	**5**	80,62	93,1	-0,48	3,2	Hidrofob
Ham Cer	**4**	**10**	79,89	93,25	-0,46	3,54	Hidrofob
Ham Cer	**10**	**10**	85,26	93,44	-0,46	1,74	Hidrofob
Ham Cer	**7**	**10**	83,89	93,44	-0,46	1,74	Hidrofob
Hidrofil Cer	**Ozonsuz**		72,94	90,56	0,28	5,72	16
Hidrofil Cer	**7**	**1**	75,15	92,66	-0,15	5,33	21
Hidrofil Cer	**7**	**5**	80,88	94,16	-0,43	3,62	19
Hidrofil Cer	**7**	**10**	83,43	94,37	-0,42	2,81	18

Hidrofilleştirilmiş cer (**HC**) ve %90 nem (pH 7) varlığında 10 dakika ozonlanan cer (**OC**) için yapılan antibakteriyellik testi sonuçları Tablo 3.7'de ve 3.8'de verilmiştir.

Tablo 3.7. HC ve OC numunelerine ait antibakteriyel analiz sonuçları (bakteri: *S.aureus*)

Numune kodu	Başlangıç bakteri sayısı Adet/ml*	3 saat sonra bakteri sayısı Adet/ml*	R(%)
OC	12,1	15,9	-
HC	10,7	11,3	-

Sonuçlar * x1.000.000 olarak değerlendirilecektir.

Tablo 3.8. HC ve OC numunelerine ait antibakteriyel analiz sonuçları (bakteri: *E.coli*).

Numune kodu	Başlangıç bakteri sayısı Adet/ml*	3 saat sonra bakteri sayısı Adet/ml*	R(%)
OC	19,5	8,9	54,3
HC	11,2	10,8	3,5

Sonuçlar * x1.000.000 olarak değerlendirilecektir.

Ozonlanmış numune üzerinde meydana gelen değişimleri gözlemlemek amacıyla ham cer ve %90 nem varlığında (pH 7) ozonlanan cer için SEM analizi yapılmıştır.

3.4. Hidrofil Pamukların Doğal Boyalarla Renklendirilerek Fonksiyonelleştirilmesi

Pektinaz enzimi ile 30 dakika ultrasonlu yıkama yapılarak hidrofilleştirilen numuneler 4 farklı doğal boyarmadde ile 5 farklı mordan maddesi kullanılarak ve mordan kullanılmadan birlikte mordanlı boyama yöntemi ile boyanmıştır.

3.4.1. Kokulu Hidrofil Pamuk Eldesi

Kokulu hidrofil pamuk elde etmek amacıyla hidrofilleştirilmiş cerler okaliptüs ve lavanta bitkileriyle boyanmıştır**.**

3.4.1.1. Okaliptüs Kokulu Hidrofil Pamuk Eldesi

Numuneler toz haldeki okaliptüs bitkisiyle, farklı mordanlarla ve mordansız olarak Bölüm 2.2.4'de verilen reçete uygulanarak boyanmıştır. Tablo 3.9'da numunelere ait CIE L^*, a^*, b^* değerleri ve renk verimleri (K/S değerleri) verilmiştir.

Tablo 3.9. Hidrofil cerlerin okaliptüsle boyanması sonucu elde edilen renklerin CIELab (L*, a*, b*, C*ve h°) ve K/S değerleri

	Boyama Konsantrasyonu	Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
			K/S	L *	a*	b*	C*	h°
Birlikte Mordanlama	1:1	Mordansız	1,66	73,53	0,79	17,19	17,21	87,37
	1:4	Mordansız	2,63	68,84	1,89	19,42	19,51	84,43
	1:1	Bakır II Sülfat	3,89	67,91	2,24	25,56	25,66	85
		Kalay Klorür	1,48	76,91	1,28	17,12	17,17	85,73
		Demir II Sülfat	3,66	63,38	3,16	6,71	7,41	64,79
		Potasyum Dikromat	1,05	78,86	1,13	19,28	19,31	86,66
		Şap	1,93	76,54	0,68	24,63	24,63	88,42
	1:4	Bakır II Sülfat	6,67	62,69	2,73	27,7	27,84	84,37
		Kalay Klorür	5,84	70,2	4,83	25,46	25,91	79,27
		Demir II Sülfat	6,45	62,27	3,22	8,97	9,53	70,27
		Potasyum Dikromat	7,91	63,89	5,7	30,55	30,08	79,42
		Şap	8,1	68,38	4,31	34,21	34,48	82,82

Hidrofil cerler belirtilen boyarmadde miktarında (1:1 ve 1:4) öğütülmüş okaliptüs yapraklarıyla sırasıyla bakır (II) sülfat (**1B)**, kalay klorür (**2K**), demir (II) sülfat (**3D**), potasyum dikromat (**4P**), şap (**5A**) mordanlarıyla ve mordan kullanılmadan (**6O**) boyanmıştır. Gönüllü katılımcıların bulunduğu grup tarafından test edilen numunelere ait ortalama koku değerleri Tablo 3.10'da verilmiştir. Numuneler yukarıda belirtilen mordan sırasına göre kodlanmıştır.

Tablo 3.10. Okaliptüs kokulu numunelere ait koku testi verileri

Boyarmadde Miktarı	1:1						1:4					
	1B	2K	3D	4P	5A	6O	1B	2K	3D	4P	5A	6O
Koku Değeri	3	3	3	2	4	3	6	6	6	7	7	7

Mordan kullanılmadan boyarmadde miktarı 1:1 ve 1:4 olacak şekilde öğütülmüş okaliptüs yapraklarıyla boyanmış iki numunenin bekletildiği suya ait koku analizi verileri Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11. Okaliptüs kokulu suya ait koku analizi sonucu

Örnek	Yöntem	Sonuç Koku Eşik Değeri TON*
Okaliptüs Kokulu Su	SM 2150 B	4

*Threshold Odor Number

3.4.1.2. Lavanta Kokulu Hidrofil Pamuk Eldesi

Numuneler toz haldeki lavanta bitkisiyle, beş farklı mordanla ve mordan kullanılmadan Bölüm 2.2.4'de verilen reçete uygulanarak boyanmıştır. Tablo 3.12'de numunelere ait CIEL*, a*, b* değerleri ve renk verimleri (K/S değerleri) verilmiştir.

Tablo 3.12. Hidrofil cerlerin lavantayla boyanması sonucu elde edilen renklerin CIELab (L*, a*, b*, C*ve h°) ve K/S değerleri

	Boyama Konsantrasyonu	Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
			K/S	L *	a*	b*	C*	h°
Birlikte Mordanlama	1:0,5	Mordansız	0,88	76,12	2,62	13,45	13,7	78,97
	1:1	Mordansız	1,65	71,8	3,15	17,5	17,79	79,79
	1:2	Mordansız	3,81	65,14	4,76	22,89	23,38	78,24
	1:4	Mordansız	1,78	71,96	2,6	17,01	17,21	81,32
	1:0,5	Bakır II Sülfat	1,84	67,9	2,97	18,22	18,46	80,75
		Kalay Klorür	0,62	77,75	1,59	10,6	10,72	81,46
		Demir II Sülfat	2,01	61,96	1,14	10,34	10,4	83,72
		Potasyum Dikromat	0,87	78,33	0,76	17,43	17,45	87,51
		Şap	1,27	77,61	0,48	18,13	18,13	88,48
	1:1	Bakır II Sülfat	2,9	61,24	4,15	18,49	18,95	77,35
		Kalay Klorür	0,87	76,45	2,3	12,93	13,14	79,9
		Demir II Sülfat	2,36	58,07	1,29	9,3	9,39	82,11
		Potasyum Dikromat	2,55	65,12	3,06	21,84	22,05	82,03
		Şap	2,87	68,72	2,19	21,54	21,65	84,19
	1:2	Bakır II Sülfat	2,64	63,57	3,89	16,58	17,04	76,79
		Kalay Klorür	1,57	70,9	2,92	15,89	16,15	79,57
		Demir II Sülfat	4,83	50,3	2,03	12,07	12,24	80,44
		Potasyum Dikromat	4,64	58,26	3,54	23,02	23,29	81,27
		Şap	2,94	69,84	1,66	23,55	23,61	85,96
	1:4	Bakır II Sülfat	4,34	60,48	5,02	21,08	21,67	76,62
		Kalay Klorür	1,6	73,57	2,8	17,28	17,5	80,79
		Demir II Sülfat	3,62	57,46	1,87	13,66	13,78	82,21
		Potasyum Dikromat	3,21	64,38	3,42	21,77	22,04	81,08
		Şap	5	63,51	4,27	25,26	25,62	80,41

Hidrofil cerler belirtilen boyarmadde miktarında (1:0,5, 1:1, 1:2 ve 1:4) öğütülmüş lavanta bitkisiyle, sırasıyla bakır II sülfat (**1B**), kalay klorür (**2K**), demir II sülfat (**3D**), potasyum dikromat (**4K**), şap (**5A**) mordanlarıyla ve mordan kullanılmadan (**6O**)

boyanmıştır. Gönüllü katılımcılardan oluşan bir grup tarafından koklanarak test edilen numunelere ait ortalama koku değerleri Tablo 3.13'de verilmiştir. Numuneler yukarıda belirtilen mordan sırasına göre kodlanmıştır.

Tablo 3.13. Lavanta kokulu numunelere ait koku testi verileri

Boyarmadde Miktarı	**1:0,5**						**1:1**					
	1B	**2K**	**3D**	**4P**	**5A**	**6O**	**1B**	**2K**	**3D**	**4P**	**5A**	**6O**
Koku Değeri	2	2	2	2	2	2	3	2	4	4	4	4
Boyarmadde Miktarı	**1:2**						**1:4**					
	1B	**2K**	**3D**	**4P**	**5A**	**6O**	**1B**	**2K**	**3D**	**4P**	**5A**	**6O**
Koku Değeri	4	5	5	5	5	5	5	6	6	5	6	6

Mordan kullanılmadan boyarmadde miktarı 1:1 ve 1:4 olacak şekilde öğütülmüş lavantayla boyanmış iki numunenin bekletildiği suya ait koku analizi verileri Tablo 3.14'de verilmiştir.

Tablo 3.14. Lavanta kokulu suya ait koku analizi sonucu

Örnek	**Yöntem**	**Sonuç Koku Eşik Değeri TON***
Lavanta Kokulu Su	SM 2150 B	8

*Threshold Odor Number

3.4.2. Antibakteriyel Hidrofil Pamuk Eldesi

Hidrofilleştirilen cerler öğütülmüş nar kabuğu ile 1:1 ve 1:4 oranlarında boyanmış ve numunelere ait CIELab değerleri ve renk verimleri (K/S değerleri) ölçülmüştür. Sonuçlar Tablo 3.15'de verilmiştir.

Tablo 3.15. Hidrofil cerlerin nar kabuğuyla boyanması sonucu elde edilen renklerin CIELab (L*, a*, b*, C*ve h°) ve K/S değerleri

	Boyama Konsantrasyonu	Mordan Tipi		CIE L*a*b (D65)				
			K/S	L *	a*	b*	C*	h°
Birlikte Mordanlama	1:1	Mordansız	1,31	79,76	1,75	17,83	17,92	84,4
	1:4	Mordansız	2,22	76,29	5,52	21,65	22,34	75,69
	1:1	Bakır II Sülfat	4,68	64,86	1,74	25,9	25,9	86,15
		Kalay Klorür	2,42	76,02	0,4	22,78	22,79	88,99
		Demir II Sülfat	2,83	57,08	2,31	8,41	8,73	74,64
		Potasyum Dikromat	2,26	72,53	1,68	28,12	28,17	86,59
		Şap	4,08	76,26	-2,12	36,88	36,94	93,29
	1:4	Bakır II Sülfat	5,21	66,07	4,83	26,31	26,71	80,02
		Kalay Klorür	3,07	77,5	4,12	22,78	23,15	79,75
		Demir II Sülfat	3,69	55,98	2,3	9,5	9,78	76,4
		Potasyum Dikromat	3,29	71,79	1,94	27,24	27,31	85,93
		Şap	4,91	70,1	3,02	28,73	28,89	90,15

Nar kabuğuyla boyanmış numunelerin antibakteriyel özellikte olup olmadığı yapılan antibakteriyellik testiyle araştırılmıştır.

$$R = \frac{Başlangıçtaki\ bak.sayısı - 3\ saat\ sonraki\ bak.\ sayısı}{Başlangıçtaki\ bak.sayısı} * 100$$

Numuneler 1'den 12'ye kadar mordan kullanım sırasıyla (Bakır II Sülfat, Kalay Klorür, Demir II Sülfat, Potasyum Dikromat, Şap ve Mordansız şekildedir) kodlanmıştır. İlk 6 numune 1:1, son 6 numune 1:4 boyarmadde miktarında nar kabuğuyla boyanmıştır.

Tablo 3.16. Nar kabuğuyla boyanmış numunelerin antibakteriyel analiz sonuçları (bakteri: *S.aureus*)

Numune kodu	Başlangıç bakteri sayısı Adet/ml*	3 saat sonra bakteri sayısı Adet/ml*	R(%)
N1	8,6	18,1	-
N2	9,0	9,9	-
N3	9,2	21,7	-
N4	8,8	19,3	-
N5	7,9	19,8	-
N6	8,5	21,3	-
N7	9,0	19,2	-
N8	8,6	10,6	-
N9	8,9	2,1	76,4
N10	9,2	6,9	25,0
N11	9,5	7,7	18,9
N12	9,0	1,9	78,8

Sonuçlar * x1.000.000 olarak değerlendirilecektir.

Tablo 3.17. Nar kabuğuyla boyanmış numunelerin antibakteriyel analiz sonuçları (bakteri: *E.coli*).

Numune kodu	Başlangıç bakteri sayısı Adet/ml*	3 saat sonra bakteri sayısı Adet/ml*	R(%)
N1	8,1	19,1	-
N2	7,7	18,6	-
N3	7,6	17,8	-
N4	8,1	20,3	-
N5	8,2	19,0	-
N6	8,0	20,5	-
N7	7,5	21,0	-
N8	7,9	20,4	-
N9	8,3	18,6	-
N10	9,0	17,9	-
N11	8,4	18,6	-
N12	8,2	7,1	13,4

Sonuçlar * x1.000.000 olarak değerlendirilecektir.

3.4.3. Yeşil Çaylı Hidrofil Pamuk Eldesi

Hidrofilleştirilen cerlerfarklı mordanlarla ve mordansız olarak Bölüm 2.2.4'de verilen reçete uygulanarak öğütülmüş yeşil çay yapraklarıyla boyanmıştır. Tablo 3.18'de boyama işlemine ait CIELab değerleri ve renk verimleri (K/S değerleri) belirtilmiştir.

Tablo 3.18. Hidrofil cerlerin yeşil çay yapraklarıyla boyanması sonucu elde edilen renklerin CIELab (L*, a*, b*, C*ve h°) ve K/S değerleri

	Boyama Konsantrasyonu	Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
			K/S	L *	a*	b*	C*	h°
Birlikte Mordanlama	1:0,5	Mordansız	1,39	68,92	4,75	15,74	16,44	73,2
	1:1	Mordansız	1,56	62,8	6,2	17,44	18,51	70,43
	1:2	Mordansız	1,77	67,12	5,58	15,65	16,62	70,37
	1:4	Mordansız	3,03	55,11	5,82	14,62	15,73	68,28
	1:0,5	Bakır II Sülfat	3,21	55,94	6,65	16,05	17,37	67,5
		Kalay Klorür	0,86	75,17	3,98	13,6	14,17	73,68
		Demir II Sülfat	1,81	63,55	4,82	13,93	14,75	70,91
		Potasyum Dikromat	1,39	70	4,12	17,59	18,07	76,82
		Şap	0,84	75,71	3,33	15,95	16,29	78,21
	1:1	Bakır II Sülfat	3,23	55,88	6,31	16,55	17,71	69,12
		Kalay Klorür	1,36	69,81	6,85	15,31	16,77	65,91
		Demir II Sülfat	2,15	61,73	5,38	14,28	15,26	69,37
		Potasyum Dikromat	2,13	62,88	5,39	16,51	17,37	71,93
		Şap	1,13	72,94	4,27	17,76	18,27	76,48
	1:2	Bakır II Sülfat	3,43	55,62	7,06	17,42	18,8	67,93
		Kalay Klorür	1,12	72,56	6,47	15,49	16,79	67,34
		Demir II Sülfat	2,23	58,71	5,42	11,81	13	65,36
		Potasyum Dikromat	2,17	64,19	5,64	18,72	19,56	73,23
		Şap	1,45	70,27	4,23	18,82	19,29	77,33
	1:4	Bakır II Sülfat	4,18	54,5	6,89	18,08	19,35	69,15
		Kalay Klorür	1,23	72,25	7,19	16,06	17,59	65,89
		Demir II Sülfat	3,29	53,21	6,14	12,13	13,59	63,16
		Potasyum Dikromat	1,57	67,98	5,04	17,69	18,4	74,09
		Şap	1,75	69,48	4,5	20,28	20,77	77,48

4. BÖLÜM

TARTIŞMA –SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Konvansiyonel Yöntemle Hidrofil Pamuk Eldesinde Ultrason Kullanımı

Pamuklu cerler konvansiyonel yöntemle ultrasonik banyoda ultrason varlığında ve ultrason yokken sadece su ile yıkanmış, hidrofilleştirilmiş ve ağartılmıştır. Bu işlemler sonunda cerler üzerinde Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de belirtilen değişimler meydana gelmiştir. Bu tablolara göre aşağıdaki sonuçları çıkarmak mümkündür.

Beyazlık Değişimi:

Pamuklu ham cer doğal yapısı nedeniyle sarımtırak bir renkte görünmektedir. Ayrıca harmandan itibaren kolay işlenebilmesi için çeşitli yağların varlığı da söz konusudur. Yapılan yıkama, ağartma ve hidrofilleştirme işlemleriyle başta sarılığın sebebi olan yapısal/renkli pigmentlerin uzaklaştırılması hedeflenmiş, ayrıca yapıda bulunan ve sonradan gelen safsızlıkların da giderilmesi planlanmıştır.

Pamuklu ham cerin beyazlığı spektrofotometrede ölçülmüş ve ortalama beyazlık 65,89 Stensby olarak tespit edilmiştir. Bu değer referans alınarak diğer çalışmaların karşılaştırılmasında kullanılmıştır. Numunelerin sadece su ile 120 dakika yıkanması sonunda en yüksek beyazlık değeri 67,52 Stensby olarak ölçülmüştür. Su ve ıslatıcıyla yıkanan bu cerde en yüksek beyazlığın görülmesinde ultrasonik enerjinin varlığı ve çalışma süresinin uzun olmasının etken faktörler olduğu düşünülmektedir.

Öte yandan cerlere uygulanan konvansiyonel ağartma ve hidrofilleştirme işlemlerinde en yüksek beyazlık değerinin 120 dakika ultrason kullanılmadan NaOH ve H_20_2 kombinasyonu ile ağartılan ve hidrofilleştirilen numunede görülmüş ve 73,31 Stensby olarak tespit edilmiştir. Bu beyazlığın elde edilmesinde işlemin ve işlem süresinin uzun olmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Hidrofilite:

Deneysel çalışmada kullanılmak üzere temin edilen ham pamuklu cerler hidrofob yapıda oldukları için uygulanan ön terbiye işlemleriyle hidrofil hale getirilmeye çalışılmıştır. Geliştirilen hidrofilite ölçüm metoduna göre test edilecek numuneden 0,30 g alınarak plastik kesik koni içerisine yerleştirilmiş ve numunenin bulunduğu koni 100 ml su bulunan mezur içerisine bırakılmıştır. Kronometre yardımıyla batma süreleri ölçülmüştür.

Su ve ıslatıcı kullanılarak yıkanan numunelerde hidrofilite görülmemiştir. Bunun nedeni bu işlemlerle hidrofob yapıların uzaklaştırılamamasıdır.

Cerlere uygulanan konvansiyonel ağartma ve hidrofilleştirme işlemleri sonunda geliştirdiğimiz hidrofilite ölçüm metodunda yapılan ölçümler sonucunda konvansiyonel olarak ağartılan ve hidrofilleştirilen numunelerde hidrofilite gözlenmememiştir. Bu ölçüm metoduna göre cerlerde batma gerçekleşmemiş fakat ıslanma meydana gelmiştir. Bunun temel sebebinin ise numunelere uygulanan hidrofilleştirme işlem sıcaklığının (50°C) yetersiz olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

4.2. Enzimatik Yöntemle Hidrofil Pamuk Üretiminde Ultrason Kullanımı

Hidrofil pamuk üretiminde alternatif yöntemler araştırmak amacıyla pamuklu cerler çevre dostu yöntemlerden biri olan enzimatik yöntemle ultrasonik banyoda ultrason varlığında ve ultrason yokken pektinaz, lipaz ve pektinaz/lipaz kombinasyonu ile hidrofilleştirilmiştir. Bu işlemler sonunda cerlerin beyazlık ve hidrofilite değerlerindeki değişimler gözlemlenmiştir.

Beyazlık Değişimi:

Tablo 3.3'de yer alan beyazlık değerleri incelendiğinde en yüksek beyazlık değeri 120 dakika ultrason varlığında 1 g/l pektinaz enzimi ile işlem görmüş numunede elde edilmiştir. Beyazlık değeri 73,81 Stensby olarak ölçülmüştür. Bu sonucun elde edilmesinde pektinaz enziminin yanında ultrasonik enerjinin varlığı da beyazlık derecesini artırmıştır. Kullanılan pektinaz enzimi miktarı arttıkça beyazlık değeri de genellikle artmıştır. Fakat kayda değer bir artış gözlenmemiştir. Her iki işlem tipinde de

(ultrasonlu/ultrasonsuz) işlem süresindeki artışın beyazlık değerlerini genellikle artırdığı görülmüştür.

Tablo 3.4'deki beyazlık değerleri incelendiğinde en yüksek beyazlık değeri 120 dakika lipaz enzimiyle işlem görmüş numunede 72,94 Stensby olarak ölçülmüştür. Beklenti pektinaz/lipaz enzim kombinasyonu işlemine ait beyazlık değerlerinin yüksek olması yönünde olsa da beyazlıklarda çok büyük farklılıklar görülmemiştir. Fakat pH 7'de pektinaz/lipaz kombinasyonuna ait beyazlık değerleri pH 8.2'deki beyazlık değerlerinden daha yüksek çıkmıştır. Bu düşüşün lipazın pH 8.2'deki etkinliğinin az olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İşlem sürelerindeki artış beyazlık değerlerini olumlu yönde etkilemiştir.

Hidrofilite:

Tablo 3.3'de verilen hidrofilite değerleri incelendiğinde farklı konsantrasyonlarda pektinazla yapılan işlemler sonucunda en iyi hidrofilite değeri 9 sn olup 120 dakika ultrason varlığında 3 g/l pektinazla işlem görmüş numunede ölçülmüştür. Kullanılan pektinaz miktarındaki artış hidrofiliteyi artırmıştır. İşlem süresinin artması ve ultrasonik etkinin varlığı numunelerin hidrofilite değerlerinde artışa sebep olmuştur.

Tablo 3.4'de belirtilen hidrofilite değerleri, lipaz enziminin de numunelere hidrofilite kazandırdığını göstermektedir. Pamuklu cerde bulunan yağların lipazla parçalanmasının buna sebep olabileceği düşünülmektedir. Farklı pH'larda kullanılan pektinaz/lipaz kombinasyonuna ait hidrofilite verileri incelendiğinde ise hidrofilite değerlerinde çok fazla değişiklik olmadığı görülse de pH 8,2'de ultrasonlu ve ultrasonsuz işlemlerde hidrofilite değerleri yüksek çıkmıştır. En iyi hidrofilite değeri 10 sn olup 120 dakika ultrasonlu pH 8,2'de pektinaz/lipaz kombinasyonunun kullanıldığı işlemde elde edilmiştir. Ultrasonik enerjinin varlığı hidrofiliteleri olumlu etkilese de bu çalışma koşulu için çok değiştirmemiştir. İşlem sürelerinin hidrofilitelere etkisine bakıldığında çok fazla değişiklik görülmemiştir. Diğer bir ifade ile pamuktaki hidrofob yapıların uzaklaştırılmasında enzimlerin daha belirgin bir şekilde etkili olduğu anlaşılmıştır.

Genel bir sonuç çıkarmak gerekirse konvansiyonel ve enzimatik yöntemlerle ağartılan ve hidrofilleştirilen numunelerin beyazlık değerleri ve hidrofilite ölçümleri incelendiğinde, ultrason kullanımının değişimler üzerinde genellikle olumlu etki

gösterdiği tespit edilmiştir. Zaman, enerji ve ekonomiklik faktörleri gözönüne alınarak belirlenen optimum sonuçları içeren işlem ise 30 dakika ultrason varlığında 1 g/l pektinaz enziminin kullanıldığı adım olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, bundan sonraki çalışma ayağında yani ozonlama ve renklendirme aşamalarında, elde edilen bu reçete ile ultrasonik ortamda hidrofil hale getirilen cerler kullanılmıştır.

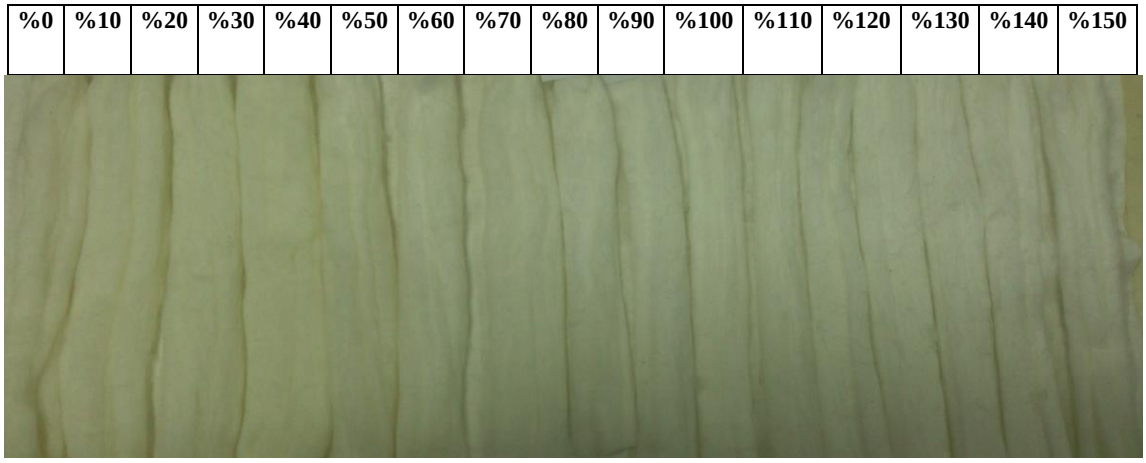
4.3. Ozonun Hidrofil Pamuk Üretiminde Kullanımının Araştırılması

Tez çalışmasının amaçlarından biri olan ozon gazının hidrofil pamuk üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması amacıyla numuneler Şekil 2.5'de ve 2.6'da verilen deney planları çerçevesinde ozonlamıştır. Tablo 3.5 ve 3.6'da numunelere ait değişimler incelenmiştir.

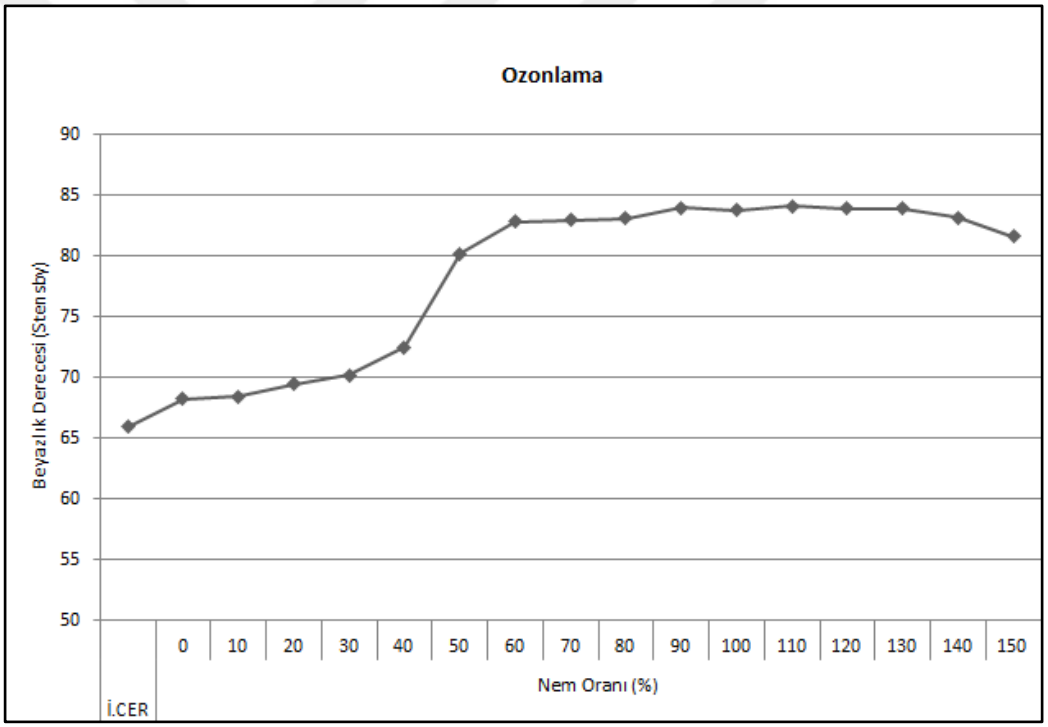
Beyazlık Değişimi:

Hidrofil pamuk üretiminde istenilen beyazlık derecelerinin elde edilmesinde hidrojen peroksit kullanılmaktadır. Buna alternatif olarak, tez kapsamında ozon gazının oksidatif özelliğinden faydalanarak beyaz hidrofil pamuk üretimi amaçlanmıştır. Bu amaçla ham cerler önce pH 7'de hazırlanan su ile fulard kullanılarak farklı oranlarda (%0, %10, %20, %30, %40, %50, %60, %70, %80, %90, %100, %110, %120, %130, %140 ve %150) nemlendirilmişler ve 10 dakika ozonlanmışlardır. Ozonlanmış her numune önce 20 sn suda, ardından 5 dk. 45°C'deki su içerisinde yıkanmıştır ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmışlardır. Kurumanın ardından beyazlık ölçümü yapılmış ve bu adıma ait optimum koşullar belirlenmiştir. Ozonlama işleminin ikinci adımında ise birinci adımda belirlenen optimum koşulda (%90 nem) ozonlama işlemi Şekil 2.6'da da belirtildiği gibi ham ve hidrofil cerlere uygulanmıştır.

Ozonlama işleminin birinci aşamasına ait numunelerin beyazlık değişimlerinin yer aldığı görüntü Şekil 4.1'de verilmiştir. İlk aşamaya ait Tablo 3.5'de yer alan beyazlık değişimleri incelendiğinde en yüksek beyazlık değeri 84,04 Stensby olarak ölçülmüş ve bu beyazlık %110 nem varlığında 10 dakika ozonlama işlemi sonunda elde edilmiştir. 10 dakika boyunca ozon gazına maruz kalmış farklı neme sahip cerlerin beyazlık değişimini gösteren grafik Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Farklı neme sahip cerlere 10 dakika ozon gazı uygulaması sonrasında meydana gelen beyazlık değişimlerine ait görüntü



Şekil 4.2. Farklı neme sahip cerlerde 10 dakika ozon gazı uygulama sonrasında meydana gelen beyazlık değişimi

Şekil 4.2 incelendiğinde işlemsiz cerin (**İ.CER**, ham cerin ozonlanmamış hali) beyazlığı 65,89 Stensby olarak ölçülmüştür. Kuru halde ozonlanan cerin beyazlığı 68,22 Stensby'dir. Selülozik materyaller belli bir nem değerine kadar ozon gazı ile işleme tabi tutulduğunda beyazlık derecelerinde artış meydana gelmektedir [27]. Çünkü selülozda bulunan su, selülozun ozonla etkileşimi sırasında, reaksiyonu farklı şekillerde etkileyebilir. Su ozon gazı için katalizör veya çözücü olarak etki gösterebilir,

selülozdaki hidroksil grupları hidrolize edebilir ve hidrojen peroksit oluşturabilir [92]. Cer üzerindeki nem değeri %110 olana kadar beyazlık derecelerinin arttığı, %120 nem değeri ve sonraki nem değerlerinde ise beyazlık derecelerinin düştüğü görülmektedir. En fazla beyazlık değişimi %50 nemin bulunduğu numunede görülmüştür. %40 nem değerinde beyazlık 72,45 Stensby iken %50 nem değerinde 80,16 stensby beyazlık derecesine ulaşılmıştır. Su içeriği %15'in altına düştüğünde selülozun oksidasyonunun zorlaşmakta, %45-50'ye doğru arttıkça oksidasyon da hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Ayrıca fazla su içeren selüloz liflerinde, su ozon gazına bariyer etkisi oluşturmaktadır [27].

Grafikte de görüldüğü gibi %60 - %110 nem oranlarında ozonlanan numunelerin beyazlık değerleri birbirinden büyük farklılık göstermemiştir. Bundan dolayı %90 nem çalışma koşulları açısından optimum nem değeri olarak kabul edilmiş ve diğer aşamada bu nem değerinde ozonlama gerçekleştirilmiştir. İşletme şartlarında ozonlama işlemi gerçekleştirilirken, materyal üzerinde %90 nemi sağlamanın daha kolay olacağı düşünülmüştür. Çünkü işletme koşullarında genelde yüksek aplikasyon oranlarında çalışılmaktadır. Bu oranları düşürmenin ya da bu oranların üzerinde çalışmanın ortam nemi, materyalin nemi, sıkma silindirlerinin basıncı, gibi parametrelerin ayarlanması sırasında işletme koşullarını zorlayacağı düşünüldüğü için elde edilen beyazlık değeri yanında optimum çalışma şartları da göz önüne alınarak %90 nem değeri seçilmiştir.

Tablo 3.6'da %90 nem varlığında (pH 4, 7 ve 10) ve farklı sürelerde ozonlanan numunelere ait ölçüm sonuçları incelendiğinde pH 10'da 10 dakika ozonlanan numunenin en yüksek beyazlık değerine sahip olduğu görülmektedir ve beyazlık değeri 85,26 Stensby'dır. pH 7'de ham cer ve hidrofil cer için gerçekleştirilen süre denemelerinde ozonlama süresinin artması beyazlık değerlerini artırmıştır.

Hidrofilite:

Tablo 3.5'de görüldüğü üzere ham cerler hidrofobdur. Ozonlama öncesinde hidrofilite testinde batmayan ham cerler ozonlama işlemi sonrasında da batmamıştır. Tablo 3.6'da verilen hidrofil cerlere ait sonuçlar incelendiğinde, hidrofil cerlerin ozonlandıktan sonra hidrofilitelerinde çok fazla değişiklik görülmemiştir. 1, 5 ve 10 dakika pH 7'de %90 nem varlığında ozonlanan hidrofil cerlerde hidrofilite sırasıyla 21 sn, 19 sn ve 18 sn ölçülmüştür. Ozonlanmamış hidrofil cerin hidrofilitesi 16 sn'dir. Ozonlanan hidrofil

cerlerle karşılaştırdığımızda hidrofilitenin (batma süresinin) az da olsa arttığı görülmüştür. Bu durumun, suyun polar yapıda olması sebebiyle ortaya çıkan zeta potansiyelinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Zeta potansiyeli taneler arası itme veya çekme değeri ölçümüdür. Belli bir yükteki tane, süspansiyon içerisindeki karşı yükteki iyonları çeker, sonuç olarak yüklü tanenin yüzeyinde güçlü bir bağ yüzeyi oluşur ve daha sonrada yüklü tanenin yüzeyinden dışa doğru yayılmış bir yüzey ortaya çıkar. Yayılmış yüzey içerisinde kayma yüzeyi olarak adlandırılan bir sınır bulunur. Kayma yüzeyine kadar olan kısım tek bir parça olarak hareket eder. Bu kayma yüzeyindeki potansiyel zeta potansiyeli olarak isimlendirilir ve hem tanenin yüzey yapısından hem de içinde bulunduğu sıvının içeriğinden etkilenir. Tanelerin polar sıvılar içerisindeki davranışlarını yüzeylerindeki elektrik yükü değil, zeta potansiyel değerleri belirler [93]. Bu bilgilerden yola çıkarak polar yapılı su molekülü içerisinde ozonlanmış numunenin kazanmış olduğu yapının, hidrofiliteyi olumsuz etkileyebileceği düşünülmektedir.

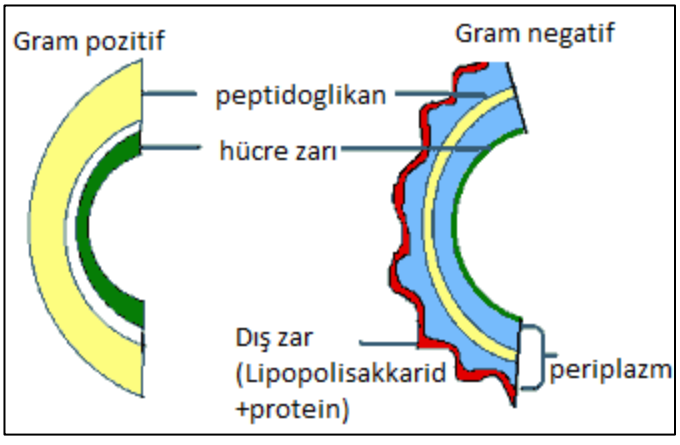
Antibakteriyellik:

Antibakteriyel özellikte tekstil yapılarının elde edilmesi için içeriğinde antimikrobiyal bileşen bulunan sentetik liflerden elde edilen yüzeyler ve özel yardımcı kimyasallar kullanılarak bitim işleminden geçirilmiş yüzeyler kullanılmaktadır. Antimikrobiyal maddelerin mikroorganizmaları öldürmek veya çoğalmalarını engelleme mekanizmaları çeşitlidir. Bu mekanizmalar şu yöntemlerle çalışmaktadır;

- ✓ Mikroorganizmaların hücre duvarlarına zarar vermek,
- ✓ Hücre duvarı sentezine engel olmak,
- ✓ Hücre zarının kalıcı olarak zarar görmesi,
- ✓ Protein ve nükleik asit sentezlerinin engellenmesi,
- ✓ Enzim hareketlerinin engellenmesi [94].

Hidrofilleştirilmiş cere (**HC**) ve %90 nem (pH 7) varlığında 10 dakika ozonlanan cere (**OC**) antibakteriyellik analizi yapılmıştır. Antibakteriyellik test sonuçlarını içeren Tablo 3.7 ve 3.8 incelendiğinde *S.aureus* bakterisine karşı her iki numunenin de antibakteriyel

etki göstermediği, *E.coli* bakterisine karşı ise ozonlanmış cerin %54,3 olan R değeri göz önüne alınarak orta seviyede antibakteriyel özellik taşıdığı görülmektedir. Ayrıca ozonlanmamış hidrofil cerde de %3,5 R değeri görüldüğünden çok hafif de olsa antibakteriyel etkiden bahsedebilmek mümkündür. Ozon, oksidasyon gücü çok yüksek olan bir gaz ve bilinen en kuvvetli dezenfektandır. Yüksek oksidasyon kuvveti, ozonun bakterilerin tahribatında etkin bir rol oynamasına sebep olur [40]. Ozonla karşılaşan mikroorganizmalarda gözlenen hücre tahribatının ana mekanizması hücre duvarı ve membran üzerindeki fiziksel etkilerdir. Kısa süreli ozon gazı maruziyeti; hücre duvarı hasarı, zar geçirgenliğinde değişim ve hücre bütünlüğünün bozulması gibi değişimlere neden olmaktadır [95]. Gerçekleştirdiğimiz antibakteriyellik analizi sonucunda ozonlanmış numune, gram-negatif bakterilerinden olan E.coli'ye karşı antibakteriyel etki gösterirken, gram-pozitif bakterilerinden S.aureus'a karşı antibakteriyel etki göstermemiştir. Gram pozitif ve gram negatif bakterilerinin hücre duvar yapıları farklıdır (Şekil 4.3). Burada ozonlanmış numunedeki ozon varlığının, yalnızca yüzey dezenfeksiyonuna sebep olarak E.coli'de bulunan dış zarı daha kolay etkilemiş olabileceği (ozonun etkileyebileceği yapılar mevcut lipit, polisakkarit ve protein) bu sebeple bakteriyel etkiyi inaktive edebileceği düşünülmektedir.

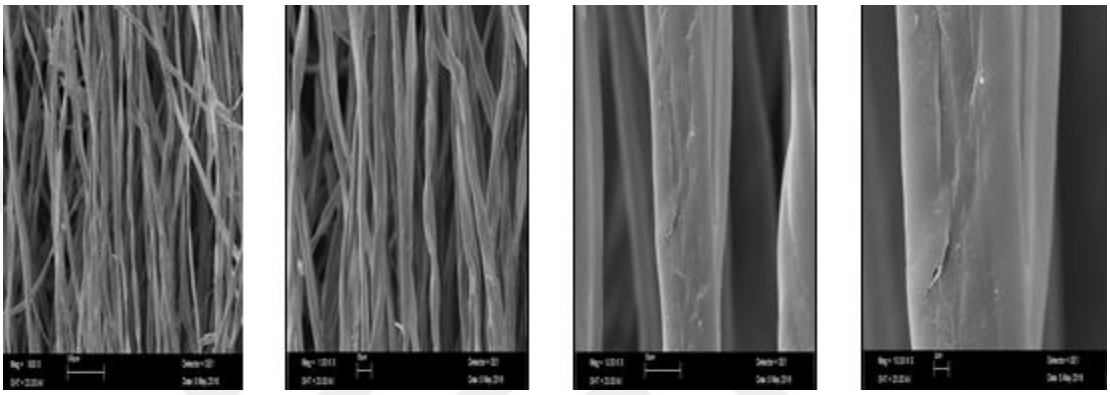


Şekil 4.3. Gram- negatif ve gram-pozitif bakterilerin hücre duvarı kesiti [96]

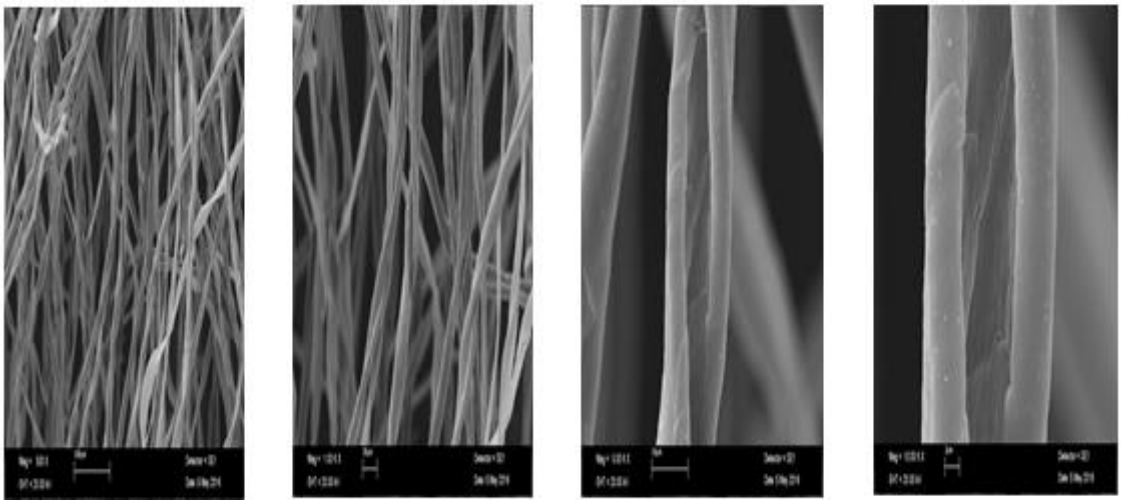
Çeşitli bakterilerin ozon gazı ve/veya negatif iyona duyarlılıklarının araştırıldığı doktota tez çalışmasında *E.coli* bakterisi *S. aureus*'a kıyasla ozon gazı karşısında daha yüksek oranda azalma göstermiş bu durumun, Komanapalli ve Lau'nun ozonun proteinleri lipidlerden daha kolay, daha hızlı etkilediği gram pozitiflerin ozona daha duyarlı olduğu düşüncesiyle çeliştiği belirtilmiştir [95].

SEM Analizi

Herhangi bir işlem görmemiş cer ile %90 nem varlığında (pH 7) 10 dakika ozonlanmış cer için SEM analizi yapılmış ve sonuçlar Şekil 4.4'de ve 4.5'de verilmiştir. Görüntüler incelendiğinde işlem görmemiş cer ile ozonlanmış cer üzerinde değişim görülmemiştir. Diğer bir ifade ile ozonlamanın lif yüzeyinde önemli belirgin bir dönüşüme neden olmadığı anlaşılmıştır.



Şekil 4.4. İşlem görmemiş cere ait SEM görüntüleri



Şekil 4.5. %90 nem varlığında (pH7) ozonlamış cere ait SEM görüntüleri

4.4. Hidrofil Pamukların Doğal Boyalarla Renklendirilerek Fonksiyonelleştirilmesi

Farklı özellikler kazandırmak istenilen hidrofil numuneler 4 farklı boyarmadde ile 5 farklı mordan kullanılarak ve mordan kullanılmadan boyanmış, renklendirilen her numunenin CIELab (L*, a*, b*, C* ve h°) ve K/S değerleri ölçülmüştür. Ayrıca hidrofil

cerlere kazandırılmak istenilen özelliklerle ilgili gerekli analizler de numuneler üzerinden yapılmış ve sonuçlar Bölüm 3'de verilmiştir.

Boyanmış numunelerin renklerini analiz etmek için CIE L*a*b* değerleri ölçülmüştür. "L*" değeri rengin açıklığını gösterir. Bu değer siyah için sıfır, ideal beyaz için 100'dür. "a*" kırmızı-yeşil eksenini, "b*" sarı-mavi eksenini, "C" rengin doygunluğunu ve "h°" rengin tonunu (cinsini) (h= 0° Kırmızı, h= 90° Sarı, , h= 270° Mavi) ifade eder [97].

Renk verimleri (K/S) çalışmada kullanılan doğal boyarmadde kaynaklarının boyamacılıkta kullanılabilirlikleri açısından önemlidir. Boyamalar sonrasında kullanılan doğal boya kaynaklarının hidrofil cerleri renklendirdiği fakat elde edilen renk verimlerinin farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada farklı mordan maddeleri ile farklı renk tonları elde edilmiştir. Bu amaçla yürütülen boyama işlemleri doğal boya kaynağı bazında ayrı ayrı incelenmiştir.

4.4.1. Kokulu Hidrofil Pamuk Eldesi

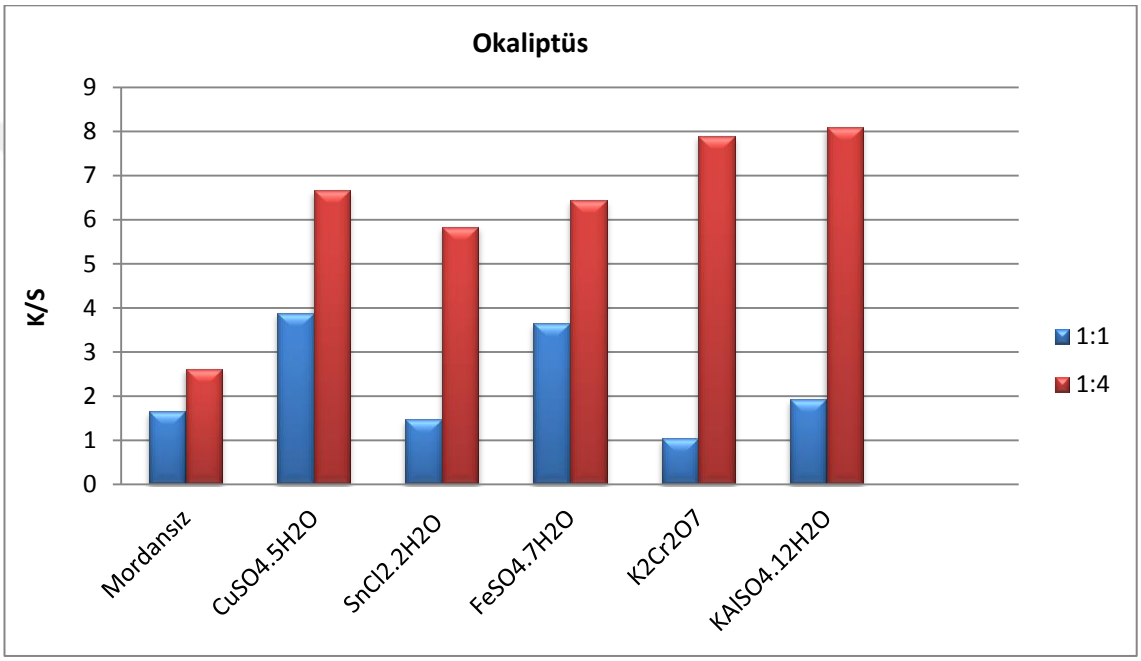
4.4.1.1. Okaliptüs ile Boyanmış Hidrofil Pamuk

CIELAB (L*, a*, b*, C* ve h°) ve K/S değerleri:

Okaliptüs 1:1					
$CuSO_4.5H_2O$	**$SnCl_2.2H_2O$**	**$FeSO_4.7H_2O$**	**$K_2Cr_2O_7$**	**$KAlSO_4.10H_2O$**	**Mordansız**
					
Okaliptüs 1:4					
$CuSO_4.5H_2O$	**$SnCl_2.2H_2O$**	**$FeSO_4.7H_2O$**	**$K_2Cr_2O_7$**	**$KAlSO_4.10H_2O$**	**Mordansız**
					

Şekil 4.6. Okaliptüs ile boyanmış hidrofil cerler

Şekil 4.6 incelendiğinde okaliptüs yapraklarıyla yapılan boyamalar sonucu bej ve kahve tonlarında renkler gözlemlenmiştir. Kullanılan mordana bağlı olarak renk tonları farklılık göstermektedir. Okaliptüs ile yapılan boyamalara ait Tablo 3.9'da yer alan "L" değerleri incelendiğinde en açık renk (L:78.86) 1:0.5 boyama konsantrasyonunda potasyum dikromat mordanının kullanıldığı boyamada, en koyu renk (62,27) ise 1:4 boyama konsantrasyonunda demir (II) sülfat mordanının kullanıldığı boyamada elde edilmiştir.



Şekil 4.7. Okaliptüsle boyama işlemine ait K/S değerleri

Okaliptüs yapraklarıyla yapılan boyamalara ait *K/S* değerleri incelendiğinde ise en yüksek *K/S* değeri (8,1) 1:4 boyama konsantrasyonunda şap mordanının kullanıldığı boyama işleminde, en düşük *K/S* değeri ise (1,05) 1:1 boyama konsantrasyonunda potasyum dikromat mordanının kullanıldığı boyama işleminde elde edilmiştir.

Koku Analizi:

Ultrason enerjisi kullanılarak 30 dakika 1g/l pektinazla hidrofilleştirilmiş cerler belirtilen boyarmadde miktarında (1:1 ve 1:4) öğütülmüş okaliptüs yapraklarıyla sırasıyla bakır (II) sülfat, kalay klorür, demir (II) sülfat, potasyum dikromat, şap mordanlarıyla ve mordan kullanılmadan boyanmıştır.

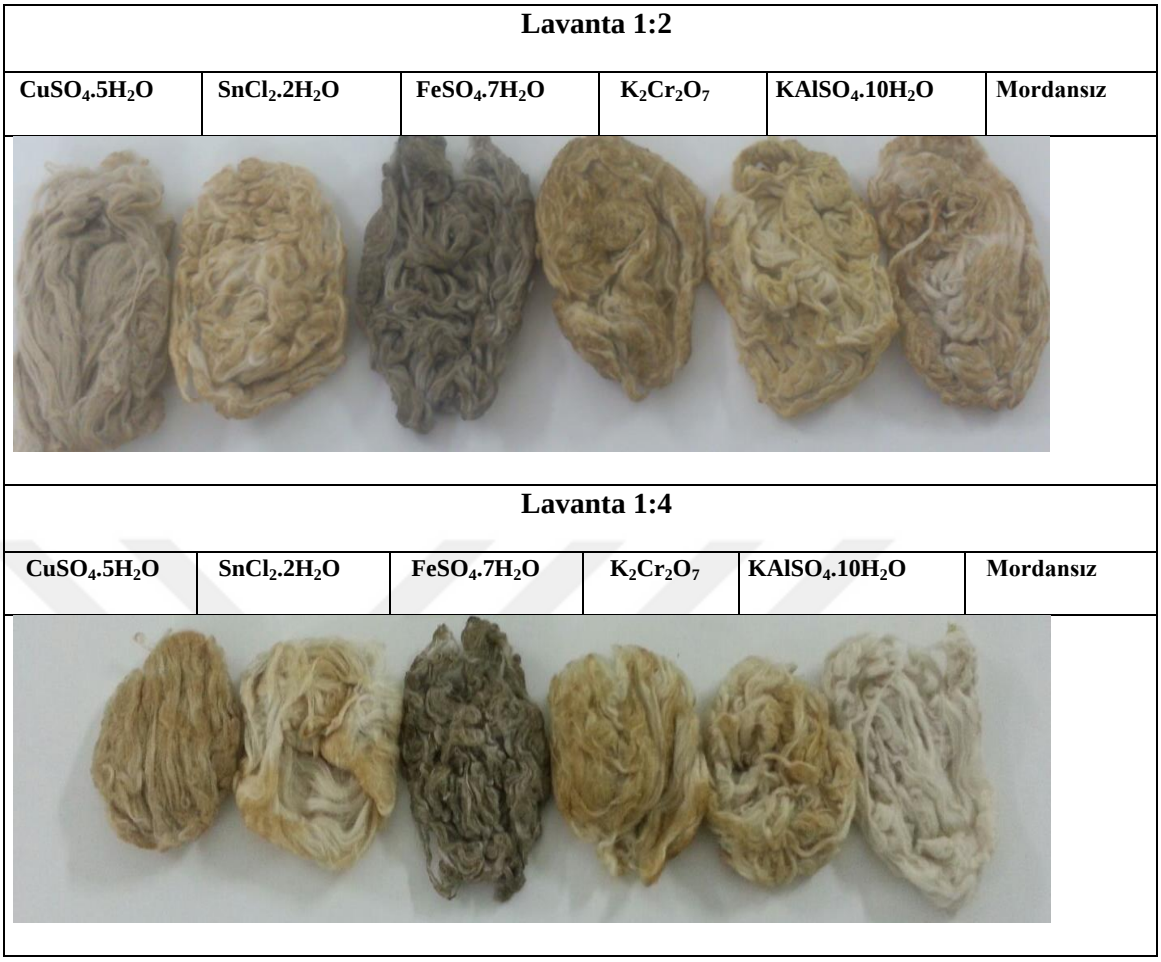
Grup tarafından kokuları değerlendirilen numunelere ait sonuçlar (Tablo 3.10) incelendiğinde, sadece hidrofilleştirilen cerin kokusu (1), koku amaçlı kullanılan bitkinin kokusu (10) olarak değerlendirilmiştir. 1-10 arası değerlendirme yapılması istenen okaliptüs yapraklarıyla boyanmış cerlerde, en yüksek ortalama koku değeri 7 olup, bu değerin 1:4 boyarmadde miktarıyla boyanmış potasyum dikromat mordanının kullanıldığı **(4P)**, şap mordanının kullanıldığı (**5A)** ve mordan kullanılmadan boyanmış **(6O)** numunelere verildiği görülmüştür. Okaliptüs miktarındaki artışın, kokunun yoğunluğunu artırdığı sonucuna varılmıştır.

Mordan kullanılmadan boyarmadde miktarı 1:1 ve 1:4 olacak şekilde öğütülmüş okaliptüs yapraklarıyla boyanmış iki numunenin bekletildiği suya ait Tablo 3.11'de gösterilen SM 2150 B [98, 99] yöntemine göre yapılan koku analizinde koku eşik değeri 4 olarak tespit edilmiştir. Analiz edilen okaliptüs kokulu suyun (4 TON) ise bu veriler ışığında hafif kokulu olarak nitelendirilmesi mümkündür.

4.4.1.2. Lavanta ile Boyanmış Hidrofil Pamuk

CIELAB (L*, a*, b*, C* ve h°) ve K/S değerleri:

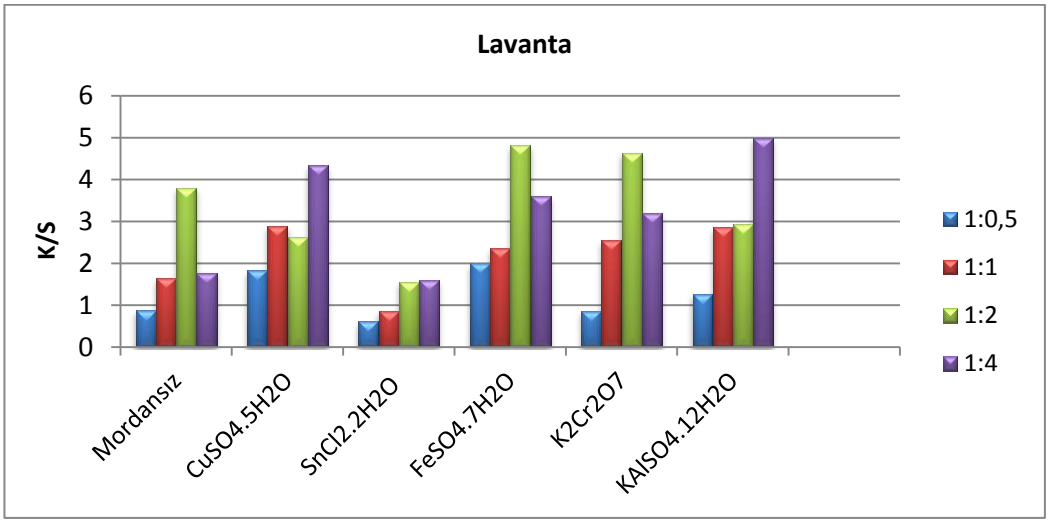
Lavanta 1:0,5					
$CuSO_4.5H_2O$	**$SnCl_2.2H_2O$**	**$FeSO_4.7H_2O$**	**$K_2Cr_2O_7$**	**$KAlSO_4.10H_2O$**	**Mordansız**
					
Lavanta 1:1					
$CuSO_4.5H_2O$	**$SnCl_2.2H_2O$**	**$FeSO_4.7H_2O$**	**$K_2Cr_2O_7$**	**$KAlSO_4.10H_2O$**	**Mordansız**
					



Şekil 4.8. Lavanta ile boyanmış hidrofil cerler

Şekil 4.8 incelendiğinde ekru ve kahverengi tonlarında renkler gözlemlenmiştir. Renk tonları kullanılan mordana göre farklılık göstermektedir. Lavantayla yapılan boyamalara ait Tablo 3.12'de yer alan "L" değerleri incelendiğinde en açık renk (L:78,33) 1:0,5 boyama konsantrasyonunda potasyum dikromat mordanının kullanıldığı boyamada, en koyu renk (L:50,3) ise 1:2 boyama konsantrasyonunda demir (II) sülfat mordanının kullanıldığı boyamada elde edilmiştir.

Lavantayla yapılan boyamalara ait *K/S* değerleri incelendiğinde ise en yüksek *K/S* değeri (5) 1:4 boyama konsantrasyonunda şap mordanının kullanıldığı boyama işleminde, en düşük *K/S* değeri ise (0,62) 1:0,5 boyama konsantrasyonunda kalay klorür mordanının kullanıldığı boyama işleminde elde edilmiştir.



Şekil 4.9. Lavanta ile boyama işlemine ait K/S değerleri

Koku Analizi:

Hidrofil cerler belirtilen boyarmadde miktarında (1:0,5, 1:1, 1:2 ve 1:4) öğütülmüş kuru lavanta bitkisi ile sırasıyla bakır (II) sülfat, kalay klorür, demir (II) sülfat, potasyum dikromat, şap mordanlarıyla ve mordan kullanılmadan boyanmıştır.

Grup tarafından kokuları değerlendirilen numunelere ait sonuçlar (Tablo 3.13) incelendiğinde, en yüksek ortalama koku değeri 6 olup 1:4 boyarmadde miktarıyla boyanmış kalay klorür mordanıyla (**2K),** demir (II) sülfat mordanıyla **(3D),** şap mordanıyla (**5A)** ve mordan kullanılmadan **(6O)** boyanmış numunelere verildiği görülmüştür. Lavanta miktarındaki artışın, kokunun yoğunluğunu artırdığı sonucuna varılmıştır. Mordan çeşitlerinin de koku algısında etken faktör olabileceği düşünülmektedir.

Mordan kullanılmadan boyarmadde miktarı 1:1 ve 1:4 olacak şekilde öğütülmüş kuru lavantayla boyanmış iki numunenin bekletildiği suya ait Tablo 3.14'de gösterilen SM 2150 B [98, 99] yöntemine göre yapılan koku analizinde koku eşik değeri (8) olarak tespit edilmiştir. Bu değer okaliptüse ait su ile kıyaslandığında, lavantanın bulunduğu suyun daha yoğun koktuğu görülmüştür.

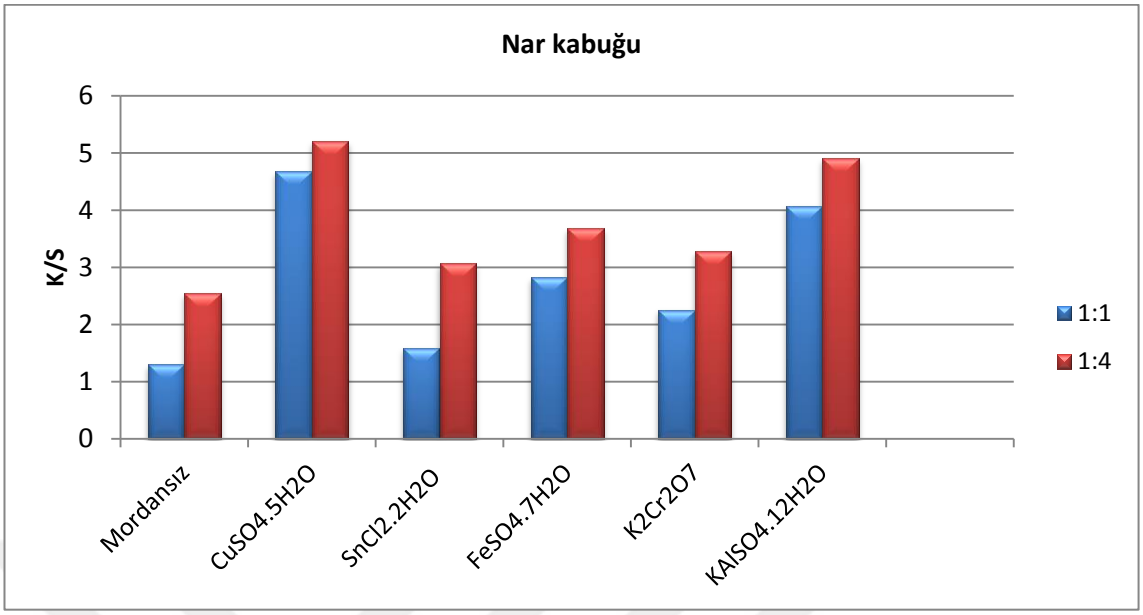
4.4.2. Nar Kabuğu ile Boyanmış Antibakteriyel Hidrofil Pamuk

CIELAB (L*, a*, b*, C* ve h°) ve K/S değerleri:

Nar kabuğu 1:1					
$CuSO_4.5H_2O$	$SnCl_2.2H_2O$	$FeSO_4.7H_2O$	$K_2Cr_2O_7$	$KAlSO_4.10H_2O$	Mordansız
					
Nar kabuğu 1:4					
$CuSO_4.5H_2O$	$SnCl_2.2H_2O$	$FeSO_4.7H_2O$	$K_2Cr_2O_7$	$KAlSO_4.10H_2O$	Mordansız
					

Şekil 4.10. Nar kabuğu ile boyanmış hidrofil cerler

Nar kabuğu kullanılarak yapılan boyamalarda Şekil 4.10'da görüldüğü gibi sarı, haki, yavru ağzı ve kahverengi tonlarında renkler elde edilmiştir. Nar kabuğu ile yapılan boyamalara ait Tablo 3.12'de yer alan "L" değerleri incelendiğinde en açık renk (L:77,5) 1:4 boyama konsantrasyonunda kalay klorür mordanı ile yapılan boyamada, en koyu renk (L:55,98) ise 1:4 boyama konsantrasyonunda demir (II) sülfat mordanının kullanıldığı boyamada gözlenmiştir.



Şekil 4.11. Nar kabuğu ile boyama işlemine ait K/S değerleri

Nar kabuğu ile yapılan boyamalara ait *K/S* değerleri incelendiğinde ise en yüksek *K/S* değeri (5,21) 1:4 boyama konsantrasyonunda bakır (II) sülfat mordanının kullanıldığı boyama işleminde, en düşük *K/S* değeri (1,31) ise 1:1 boyama konsantrasyonunda mordansız ile yapılan boyama işleminde elde edilmiştir.

Antibakteriyel Analiz

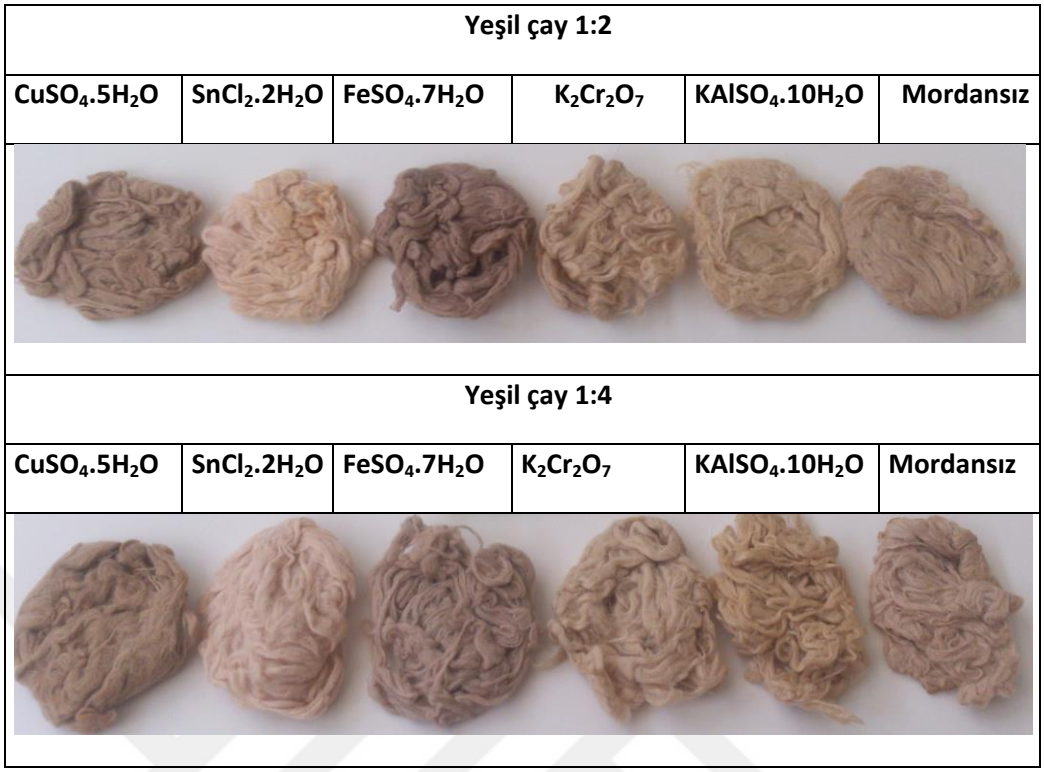
İlk 6 numune 1:1, son 6 numune 1:4 boyarmadde miktarında nar kabuğuyla boyanmış ve 1'den 12'ye kadar mordan kullanım sırasıyla (bakır II sülfat, kalay klorür, demir II sülfat, potasyum dikromat, şap ve mordansız şekildedir) kodlanmıştır. (Tablo 3.16 ve 3.17) Numunelere antibakteriyel analiz yapılmıştır. Antibakteriyellik test sonuçlarını içeren Tablo 3.16 ve 3.17 incelendiğinde **N9** (demir (II) sülfat mordanı kullanılarak boyanmış numune), **N10** (potasyum dikromat mordanı kullanılarak boyanmış numune) ile **N11** (şap mordanı kullanılarak boyanmış numune) ve **N12** (mordansız boyanmış numune) kodlu numunelerin *S.aureus* bakterisine karşı *R* değerleri sırasıyla %76,4 %25,0 %18,9 %78,8 dir. Demir (II) sülfat mordanıyla ve mordan kulanılmadan 1:4 boyarmadde miktarında nar kabuğuyla boyanmış numunelerde antibakteriyellik daha yüksek seviyede görülmüştür. *E.coli* bakterisine karşı ise sadece **N12** (mordansız boyanmış) kodlu numunenin %13,4 R değeri ile orta-az seviyede antibakteriyellik özellik taşıdığı görülmüştür. Nar kabuğunun yapısındaki fenolik bileşiklerin

antibakteriyel etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, %13 ellagic asit içeren nar kabuğunun gram pozitif bakterilerinden *S.aureus*'e karşı inhibitör etki gösterdiği, gram negatif olan *E.coli* bakterisine karşı inhibitör etki göstermediği ifade edilmiştir [100]. Aromatik ve fenolik bileşikler antimikrobiyel etkilerini sitoplazmik zarın yapı ve fonksiyonunu değiştirerek göstermektedir. Sitoplazmik zardaki seçici geçirgenliğin kaybolması, hücrenin ölüm nedenidir [101]. Bu sayede nar kabuğu ile boyanmış cer içerisindeki etken bileşenlerin mikroorganizma zar yapısını bozduğu bakterileri öldürdüğü veya çoğalmalarına engel olduğu yani antibakteriyel etki gösterdiği düşünülmektedir.

4.4.3. Yeşil Çay ile Boyanmış Hidrofil Pamuk

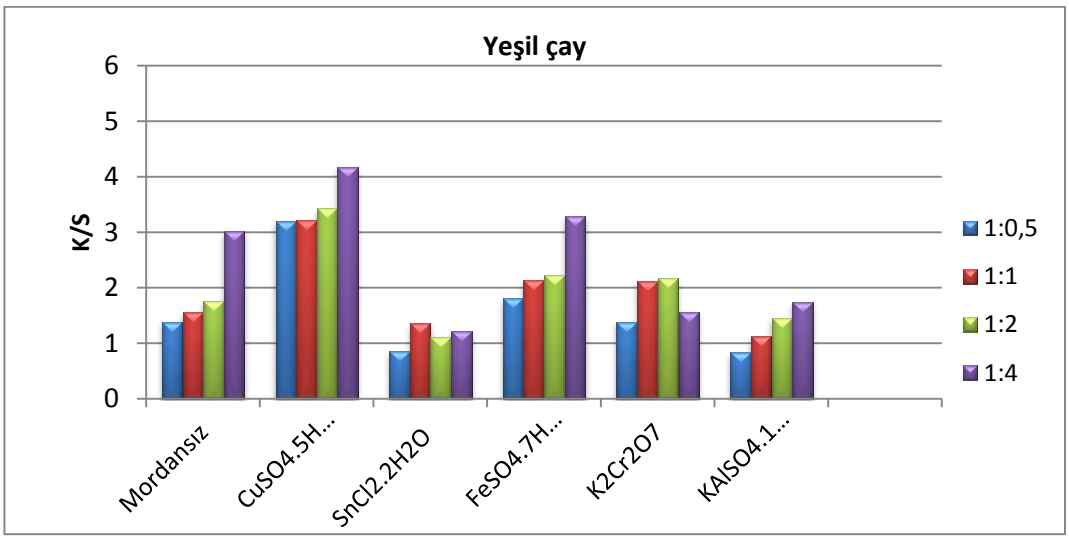
CIELAB (L*, a*, b*, C* ve h°) ve K/S değerleri:

Yeşil çay 1:0,5					
$CuSO_4.5H_2O$	**$SnCl_2.2H_2O$**	**$FeSO_4.7H_2O$**	**$K_2Cr_2O_7$**	**$KAlSO_4.10H_2O$**	**Mordansız**
					
Yeşil çay 1:1					
$CuSO_4.5H_2O$	**$SnCl_2.2H_2O$**	**$FeSO_4.7H_2O$**	**$K_2Cr_2O_7$**	**$KAlSO_4.10H_2O$**	**Mordansız**
					



Şekil 4.12. Yeşil çay ile boyanmış hidrofil cerler

Bu boyamada ekru ve kahverengi tonları görülmüştür. Kullanılan mordan tipine bağlı olarak da renk tonlarında değişimler gözlemlenmiştir. Öğütülmüş kuru yeşil çay yapraklarıyla yapılan boyamalara ait Tablo 3.18'de yer alan "L" değerleri incelendiğinde en açık renk (L:75,71) 1:0.5 boyama konsantrasyonunda şap mordanının kullanıldığı boyamada, en koyu renk (L:53,21) ise 1:2 boyama konsantrasyonunda demir (II) sülfat mordanının kulanıldığı boyamada elde edilmiştir.



Şekil 4.13. Yeşil çayla boyama işlemine ait K/S değerleri

Boyamalara ait *K/S* değerleri incelendiğinde ise en yüksek *K/S* değeri (4,18) 1:4 boyama konsantrasyonunda bakır (II) sülfat mordanının kullanıldığı boyama işleminde, en düşük *K/S* değeri ise (0,84) 1:0,5 boyama konsantrasyonunda şap mordanının kullanıldığı boyama işleminde elde edilmiştir.

Kateşinler, yeşil çayda doğal olarak bulunan kuvvetli antioksidanlardır [89]. Tez çalışmasında yeşil çayın bu özelliğinden yararlanmak amacıyla hidrofil cerler boyanmış fakat cerlerin antioksidan özellik taşıyıp taşımadığı var olan laboratuvar şartlarında tespit edilememiştir.

4.5. Genel Sonuç ve Öneriler

Tez çalışmasının amaçları doğrultusunda hidrofil pamuk üretiminde alternatif yeni yöntemler geliştirilmiş ve farklı fonksiyonlara sahip hidrofil pamuk elde edilmiştir.

Konvansiyonel kimyasallarla fakat düşük sıcaklıkta (50°C) cerlerin hidrofilleştirilmesinde; hidrofiliteleri ölçülen cerlerin ıslandığı fakat geliştirilen hidrofilite ölçüm metoduyla batma olayının gerçekleşmediği görülmüştür. Cerlerin konvansiyonel olarak ağartılmasında ise ideal beyazlık değerleri elde edilmiş ayrıca ultrasonik enerji kullanımıyla beyazlık derecelerinin kısmen gelişebileceği gözlemlenmiştir.

Cerlerin enzimatik yöntemlerle hidrofilleştirilmesinde; ultrasonik enerji kullanımının hidrofiliteyi olumlu etkilediği tespit edilmiştir.

Ozon gazının hidrofil pamuk üretiminde kullanılması hususunda; ozonun beyaz hidrofil pamuğun elde edilmesinde, ozonlanmış cerlerin orta seviyede de olsa antibakteriyel özellik taşımasından ötürü antibakteriyel hidrofil pamuk üretiminde kullanılabileceği görülmüştür. Burada antibakteriyel etkinin işlem süresinin uzatılmasıyla artırılabileceği de düşünülmektedir.

Kokulu hidrofil pamuk elde etmek amacıyla okaliptüs ve lavanta bitkileriyle yapılan boyamalar neticesinde her iki bitkinin de koku amacıyla kullanılabileği görülmüştür. Grup değerlendirmesinde okaliptüs kokusu, lavanta kokusundan daha yoğun hissedilmiştir. Kokulu sularda ise en yüksek TON değeri lavantada elde edilmiştir.

Antibakteriyel hidrofil pamuk eldesinde ise antibakteriyel özellik gösterdiği bilinen nar kabuğu kullanılmıştır. Demir sülfat mordanıyla ve mordansız yapılan boyamalara ait cerlerin *S.aureus* bakterisine karşı antibakteriyel etkilerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. E.coli bakterisine karşı ise sadece 1:4 boyarmadde miktarında, mordansız boyanmış cerin hafif seviyede antibakteriyel etkisi tespit edilmiştir.

Bu bilgiler ışığında tıbbi tekstil uygulamalarında ozon gazının kullanılabileceği, tıbbi ve kozmetik tekstil ürünü olan hidrofil pamuk üretiminde; başta ozon olmak üzere enzim teknolojisinden ve ultrason teknolojisinden yararlanılabileceği ayrıca doğal boyarmaddelerin hidrofil pamukların renklendirilerek fonksiyonelleştirilmesinde, kullanılabileceği görülmüştür.

Beyaz hidrofil pamuk için hidrojen peroksit kullanımı yerine, kısa sürede yüksek beyazlık derecelerinin elde edildiği, konvansiyonel yöntemlere göre daha çevreci ve ekonomik olan ozon teknolojisinden faydanılabilineceği bulunmuştur. Hidrofil cerin beyazlığı 72,94 Stensby iken, 10 dakika %90 nem miktarında (pH 7'de hazırlanmış su ile) ozonlama işlemi sonunda 83,43 Stensby olarak ölçülmüştür. Bu verilerden yola çıkarak beyaz hidrofil pamuk üretiminde ozon gazı kullanımı ciddi bir alternatif olarak önerilmektedir.

Hidrofil cerler, kurutulmuş okaliptüs, lavanta, nar kabuğu ve yeşil çay bitkileriyle boyanmış ve renklendirmenin yanında farklı özelliklerde hidrofil pamukların elde edilebileceği görülmüştür.

Tez kapsamında araştırılan ve önerilen alternatif yöntemlerin tıbbi tekstil ve kozmetik tekstil üreticileri tarafından uygulanması halinde ürün çeşitliliğinin artacağı, tüketicilerin taleplerinin karşılanabileceği, ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.14. Fonsiyonel hidrofil cerler

Daha sonra yürütülecek çalışmalarda ozonun tıbbi tekstilde kullanılan diğer lifler için kullanılabilirliğinin araştırılması, daha hidrofil hacimli ve yumuşak hidrofil pamuk üretimi için farklı işlemlerin denenmesi ve farklı özelliklere sahip farklı doğal boyarmadde kaynaklarının hidrofil pamuk üretiminde kullanımının araştırılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Oğlakcıoğlu, N., 2009. Tıbbi Çorapların Kompresyon ve Konfor Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 69 s.

2. Byrne, C., 2000. Teknik tekstillerin piyasası, pp. 1-27. *In:* Teknik Tekstiller El Kitabı (Eds: A. R. Horrocks, S. C. Anand). The Textile Institute, İstanbul.

3. Mecit, D., Ilgaz, S., Duran, D., Başal, G., Gülümser, T., Tarakçıoğlu, I., 2007. Teknik tekstiller ve kullanım alanları. **Tekstil ve Konfeksiyon, 3** : 154-161.

4. http://www.geyichina.com/en/simpledetail.aspx?sid=17 (Erişim Tarihi: Temmuz 2016)

5. Ersoy, Y., Duran, M., Tayyar, A. E., 2015. Tıbbi tekstiller ve yara örtüsü. **Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3** : 451-458.

6. Yılmaz, E., Öndoğan, Z., Fonksiyonel tekstillerde yükselen trend kozmetik tekstiller, 146-150. XIII. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, 2-5 Nisan 2014, İzmir.

7. Singh M. K., Varun V. K., Behera B. K., 2011. Cosmetotextiles: state of art. **Fibres and Textiles in Eastern Europe 19**, (4): 27-33.

8. Tursun, N., Datta, A., Tuncel, E., Kantarcı, Z., Knezevic, S., 2015. Nitrogen application influenced the critical period for weed control in cotton. **Crop Protection, 74**: 85-91.

9. Zaheer R, Niazi, M.F.K., Nizami, U., 2015. Cotton export potential: a case study of Pakistan. **Journal of Economics and Sustainable Development, 6** (5): 134-139.

10. Alkaya, E., Demirer, G.N., 2014. Sustainable textile production: a case study from a woven fabric manufacturing mill in Turkey. **Journal of Cleaner Production, 65**: 595-603.

11. Rouette, H.K. 2000. Encyclopedia of Textile Finishing, Springer, (CD).

12. Karmakar, S.R., 1999. Chemical Technology in the pre-treatment processes of textiles. pp.1-44, First edition, *In*: Textile Science and Technology Series, Vol. 12. Amsterdam, Netherlands.

13. Aniş, P., 1998. Tekstil Ön Terbiyesi, Alfa Aktüel Yayınları, Bursa, 204 s.

14. **http://www.scientificpsychic.com/fitness/carbohydrates2.html**, (Erişim tarihi: Mayıs 2016).

15. Sarıışık, M., 2001 Tekstil Terbiye İşlemlerinde Enzimler. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 286. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, İzmir, 190 s.

16. Wakelyn, P. J., N. R. Bertoniere, A. D., French, D. P., Thibodeaux, B. A., Triplett, M. A., Rousselle, W. R., Goynes, Jr., Edwards, J.V., Hunter, L., McAlister, D. D., Gamble, G. R., 2007. Cotton Fibers. pp. 521-666, *In* :Handbook of Fiber Chemistry, (3rd ed.), (ed. M. Lewin), CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, USA.

17. Benli, H., 2015. Selüloz Esaslı Tekstil Materyalleri İçin Çevre Dostu Terbiye Proseslerinin Oluşturulması: Yeşil Fabrika. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri, 264 s.

18. Tavcer, P. F., 2011. Dyeing of environmentally friendly pretreated cotton fabric, pp**.** 78-88. *In*: Textile Dyeing, (Ed. P. J., Hauser), InTech, Croatia.

19. Duygal, A., 2016.Tekstilci gözüyle pamuk**, http://pamukcalistayi.ksu.edu.tr/ sunular** (Erişim tarihi: Mayıs 2016)

20. İzgü, E., Dikmen, N.,Evren, N., 1975. Türkiye'de imal edilen hidrofil pamuk ve cerrahi ipek ipliklerin kaliteleri üzerinde araştırma. **Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 5** (1): 144-170.

21. Abdulla, G., Kodaloğlu, M., 2009. Tıbbi amaçlı pamuk üretimi için rulo sarım makinesi tasarım ve üretimi. **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3** (1): 25-29.

22. **http://www.afturhijyenik.com.tr/?sf=hakkimizda** (Erişim tarihi: Mayıs 2016)

23. **http://www.fizik.net.tr/site/ses-ve-ozellikleri/** (Erişim Tarihi: Temmuz 2016)

24. **https://en.wikipedia.org/wiki/Ultrasound** (Erişim Tarihi: Temmuz 2016)

25. Duran, K., Bahtiyari, M.İ., Ekmekçi Körlü, A., Dereli, S., Özdemir, D., 2006. Ultrason Teknolojisi. **Tekstil ve Konfeksiyon, 3**:155-158.

26. Koıvula, T**.,** 2000, On Cavitation in Fluid Power, Tampere University of Technology, Institute of Hydraulics and Automation, PhD Thesis, Tampere, 371-382.

27. Perincek, S.D., 2006. Ozon, UV, Ultrason Teknolojileri ve Kombinasyonlarının Ön Terbiye işlemlerinde Uygulanabilirliğinin Araştırılması, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 220 s.

28. Mohalkar, V. S., Nierstasz, V. A., Warmoeskerken, M. M. C. G., 2003. Intensification of mass transfer in wet textile processes by power ultrasound. **AUTEX Research Journal, 3** (3): 130-138.

29. Duran, K., Perinçek, D. S., Ekmekçi Körlü, A., Bahtiyari, M. İ., 2007. Ultrason teknolojisinin tekstilde kullanım olanakları. **Tekstil ve Konfeksiyon, 17** (3): 162-166.

30. Yachmenev, V.G., Blanchard, E. J., Lambert, A.H., 2004. Use of ultrasonic energy for intensification of the bio-preparation of greige cotton. **Ultrasonics, 42** (1-9): 87-91.

31. Perinçek S., Duran K., Körlü A., Bahtiyari M.İ., 2009. Tekstil terbiye işlemleri sırasında ultrason cihazı ile çalışmada işlem verimliliğine etki edebilecek faktörlerin incelenmesi. **Tekstil ve Konfeksiyon, 1**: 70-76.

32. Bahtiyari, M.İ., Duran, K., 2013. A study on the usability of ultrasound in scouring of raw wool. **Journal of Cleaner Production, 41**: 283-290.

33. Benli, H., Bahtiyari, M. İ., 2015. Use of ultrasound in biopreparation and natural dyeing of cotton fabric in a single bath. **Cellulose, 22** (1): 867–877.

34. Streng, A.G., 1961. Tables of ozone properties. **Journal of Chemical and Engineering Data, 6** (3): 431-436.

35. Gülümser, T., Akca, C., Bahtiyari, M.İ., 2009. Yün terbiyesinde ozonla işlemin beyazlık derecesine etkisinin araştırılması. **Tekstil ve Konfeksiyon Dergisi, 1**: 52-55.

36. Rakovsky, S., Anachkov, M., Zaikov, G., 2009. Fields of ozone applications. **Chemistry and Chemical Technology, 3,** (2): 139-161.

37. Guzel-Seydim, Z. B., Greene, A. K., Seydim, A.C., 2004. Use of ozone in the food industry. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, 37** (4): 453-460.

38. Yıldırım, A., Ö., 2009. Bazı Reaktif Boyarmaddelerin İleri Oksidasyon Yöntemleriyle Parçalanmasının İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Adana, 120 s.

39. Atav, R., Yurdakul, A., 2011. Effect of the ozonation process on the dyeability of mohair fibres. **Coloration Technology**, **127** (3): 159-166.

40. **http://www.opalsu.com.tr/ozon.php?ozon=ozonuretimi&menu=ozonmenu** (Erişim Tarihi: Temmuz 2016).

41. **https://isaoakridgeblog.files.wordpress.com/2014/02/molecules.png?w=474** (Erişim Tarihi: Temmuz 2016).

42. **http://www.ozoneapplications.com/images/ozoneformation.gif** (Erişim Tarihi: Temmuz 2016).

43. Öztürk, D., Eren, H. A., 2010. Tekstil terbiyesinde ozon kullanımı. **Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 15** (2): 37-51.

44. Prabaharan, M., Rao, J.V., 2003. Combined desizing, scouring and bleaching of cotton using ozone. **Indian Journal of Fibre and Textile Research, 28** (4): 437- 443.

45. Perincek, D.S., Duran, K., Körlü, A.E., Bahtiyari, M. İ., 2007. An investigation in the use of ozone gas in the bleaching of cotton fabrics. **Ozone: Science and Engineering, 29** (5): 325–333.

46. Perincek, S., Bahtiyari, M.İ., Körlü, A.E., Duran, K., 2007. Ozone bleaching of jute fabrics. **AATCC, 7** (3): 34-39.

47. İnkaya, T., Eren, H.A., Aniş, P., 2008. Pamuk ağartılmasında lakkaz/mediatör sistemlerinin oksijen ve ozon ile kombine edilmesi. **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14** (1): 77-82.

48. Perincek, S., Bahtiyari, M.İ., Körlü, A.E., Duran, K., 2008. Ozone treatment of angora rabbit fiber. **Journal of Cleaner Production, 16**: 1900-1906.

49. Ozdemir, D., Duran, K., Bahtiyari, M. İ., Perincek, S., Körlü, A. E., 2008. Ozone bleaching of denim fabrics. **AATCC, 8** (9): 40-44.

50. Perincek, S., Bahtiyari, M. İ., Duran, K., Körlü, A. E., 2009. Yellowing tendency of ozonated cotton fabric and ways to prevent this undesirable side effect. **Journal of the Textile Institute, 100** (8): 738 -746.

51. Eren, H. A., Ozturk, D., 2011. The evaluation of ozonation as an environmentally friendly alternative for cotton preparation. **Textile Research Journal, 81** (5): 512-519.

52. Benli, H., Bahtiyari, M, İ., 2015. Combination of ozone and ultrasound in pretreatment cotton fabrics prior to natural dyeing. **Journal of Cleaner Production, 89**: 116-124.

53. Perinçek, S., Duran, K., Körlü, E., A., 2015. The bleaching of soybean fabric by different treatments combined with ozonation. **Ozone Science and Engineering, 37** (3): 195-202.

54. Jenkins, R. O., 2003. Enzymes, pp. 1-40. *In*: Textile Processing with Enzymes, (Eds. A. C. Paulo, G. M. Gübitz).Woodhead publishing Ltd., CRC Press, Boca Raton.

55. Davulcu, A., 2008. Pamuklu Kumaşların Ön Terbiye Proseslerinin Enzimatik Yöntemlerle Kombine Edilmesi Üzerine Bir Araştırma. Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa, 160 s.

56. Kıran, Ö., E., Çömlekçioğlu, U., Dostbil, N., 2006. Bazı mikrobiyal enzimler ve endüstrideki kullanım alanları. **Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 9** (1): 12-19.

57. Sancar, B., Paksoy, N., Balcı, O., Kurtoğlu, N., 2012. Pamuklu dokuma kumaşların boyamaya hazırlık işlemlerinde enzim kullanım olanaklarının incelenmesi ve kombine proses geliştirilmesi. **Tekstil ve Mühendis, 19** (86): 7-13.

58. Kumar, V. S., Meenakshisundaram, S., Selvakumar, N., 2008. Conservation of cellulase enzyme in biopolishing application of cotton fabrics. **Journal of the Textile Institute, 99** (4): 339-346.

59. Mehraj Pasha, K., Anuradha, P., Subbarao D., 2013. Applications of pectinases in industrial sector. **International Journal Pure and Applied Sciences and Technology, 16** (1): 89-95.

60. Karaca, B., 2011. Poliester Kumaşların Yeni Yöntemlerle Modifikasyonu. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, 100 s.

61. Singh, A. K., Mukhopadhyay, M., 2012. Overview of fungal lipase: A review. **Applied Biochemistry Biotechnology, 166**: 486-520.

62. Şahinbaşkan, B., 2010. Selülozik Elyaf İçeren Materyallerin Çevre Dostu Yöntemlerle Boyanması. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul, 369 s.

63. Gübitz, G. M., Cavaco-Paulo, A., 2003. New substrates for reliable enzymes: Enzymatic modification of polymers. **Current Opinion in Biotechnology, 14**: 577-592.

64. Yurdakul, A., Atav, R., 2006. Boya Baskı Esasları, Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını, Bornova-İzmir, 148 s.

65. Ali, S., Nisar, N., Hussain, T. 2007. Dyeing properties of natural dyes extracted from eucalyptus. **Journal of the Textile Institute, 98** (6): 559-562.

66. Samanta, K.A., Konar, A., 2011. Dyeing of textiles with natural dyes, pp. 29-56. *In*: Natural Dyes (Eds. Kumbasar, E. P. A.). InTech, Croatia. (ISBN 978-953-307-783-3).

67. Siva, R. 2007. Status of natural dyes and dye yielding plants in India, **Current Science, 92** (7): 916-925.

68. Bechtold,T., Mussak, R., 2009. Natural colorants in textile dyeing, pp. 315-335. *In*: Handbook of Natural Colorants (Eds: T. Bechtold, R. Mussak). John Wiley and Sons, Ltd., United Kingdom.

69. Deveoğlu, O., Karadağ, R., 2011. Genel bir bakış: Doğal boyarmaddeler. **Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 23** (1): 21-32.

70. **http://www.tarimkutuphanesi.com/Lavanta_Yetistiriciligi__00314.html** (Erişim Tarihi: Temmuz 2016).

71. https://tr.wikipedia.org/wiki/Lavanta#/media/File:Topped_lavender02.jpg (Erişim Tarihi: Temmuz 2016).

72. Arslancan, H., Sarıbaş R.,2011. Lavanta yetiştiriciliği, **http://arastirma.tarim.gov.tr/marem/Belgeler/Yeti%C5%9Ftiricilik%20Bilgileri/Lavanta%20Yeti%C5%9Ftiricili%C4%9Fi.pdf** (Erişim Tarihi: Haziran 2016).

73. Cavanagh, H., Wilkinson, J., 2002. Biological activities of lavender essential oil. **Phytotherapy Research, 16** (4): 301-308.

74. Özkal, N., Dinç, S., 1993. *Punica granatum L.* (nar) bitkisinin kimyasal bileşimi ve biyolojik aktiviteleri. **Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi, 22**: 39-59.

75. Polat, H., Özer, M. S., 2000. Harran Ovasında Yetiştirilebilecek Nar Çeşitleri. T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Şanlıurfa Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Şanlıurfa. 12 s.

76. **http://www.agac.gen.tr/nar-agaci.html** (Erişim Tarihi: Temmuz 2016).

77. Acar, G., 2013. Doğa ve İnsan Sağlığı ile Uyumlu Doğal Boyalı Kumaş Geliştirme. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 110 s.

78. Karadağ, R. 2007. Doğal Boyamacılık, Geleneksel El Sanatları ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü Yayınları, Ankara. 126 s.

79. Bele, A. A., Jadhav, V. M., Nikam, S. R., Kadam, J. V., 2009. Antibacterial potential of herbal formulation. **Research Journal of Microbiology, 4** (4): 164-167.

80. Adeel, S., Ali, S., Bhatti, I. A., Zsila, F., 2009. Dyeing of cotton fabric using pomegranata *(punica granatum)* aqueous extract. **Asian Journal of Chemistry, 21** (5): 3493-3499.

81. Davulcu, A., Benli, H., Şen, Y., Bahtiyari, M.İ., 2014. Dyeing of cotton with thyme and pomegranate peel. **Cellulose, 21** (6): 4671-4680.

82. Özgün, C. 2013. Osmanlı ağaç kültüründe yeni ve egzotik bir tür: Okaliptüs. **Çağdaş Türkiye Tarihi Araştırmaları Dergisi, 13** (26): 5-29.

83. Etikan, S., Kayabaşı, N., 2006. Okaliptüs *(Eucalyptus Camaldulensis Dehnhardt)* ağacının yapraklarından elde edilen renkler ve bu renklerin bazı haslıkları üzerine bir araştırma. **Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10** (2): 153-161.

84. **https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/77/Eucalyptus_flowers2.jpg** (Erişim Tarihi: Temmuz 2016).

85. Mongkholrattanasit, R., Krystufek, J., Wiener, J., Vikova, M., 2011. UV protection properties of silk fabric dyed with eucalyptus leaf extract. **Journal of The Textile Institute, 102** (3): 272– 279.

86. Üstün, Ç., Demirci, N., 2013. Çay bitkisinin *(Caellia sinensis l.)* tarihsel gelişimi ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. **Lokman Hekim Journal, 3** (3): 5-12.

87. http://www.yesilcay.info/2013_02_01_archive.html (Erişim tarihi : Mayıs 2016)

88. Munkhtar, H., Katiyar, S. K., Agarval, R., 1994. Green tea and skin-anticarcinongenic effects. **Journal of Investigative Dermotology, 102** (1): 3-7.

89. Tırnaksız, F., 2008. Antioksidanların cilt bakım ürünlerinde kullanımı, **http://eski.teb.org.tr/images/upld2/ecza_akademi/makale/20110113035937kozmetik2.pdf** (Erişim Tarihi: Mart 2016).

90. TS 866: Kasarlı pamuklu tekstil mamullerinin su emme özelliğinin tayini.

91. ASTM E-2149-01: Standard Test Method for Determining the Antimicrobial Activity of Antimicrobial Agents Under Dynamic Contact Conditions.

92. Doree, C., Healey A. C., 1938. The action of ozone on cellulose and modified cellulose. **Journal of the Textile Institute Transaction, 29** (3): T27-T42.

93. **http://merlab.metu.edu.tr/zeta-potansiyel-ve-mobilite-oelcum-cihazi** (Erişim tarihi: Temmuz 2016).

94. Palamutcu, S., Keskin, R., Devrent, N., Sengül M., Hasçelik, B., 2009. Fonksiyonel tekstiller II: Antimikrobiyal tekstiller. **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3** (3): 95-108.

95. Gürsoy, N. C., 2009. Negatif İyon ve Ozon Uygulamasının Çeşitli Bakteriler Üzerine Etkilerinin incelenmesi, Soğutma Kulesi ve Hastane Atık Sularının Dezenfeksiyonunda Kullanımının Değerlendirilmesi. İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Malatya, 102 s.

96. **http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/sites/default/files/bilgipaket/canlilar/monera/poznegfark.htm** (Erişim tarihi: Temmuz 2016).

97. Duran, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma. E.Ü Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını No: 17. Bornova / İzmir, 308 s.

98. SM 2150 B: Threshold Odour Test.

99. Oğur, R., Tekbaş, Ö. F., 2005. Temel su analiz teknikleri, GATA Halk sağlığı A.D., Aydın matbacılık, Ankara, 64 s.

100. Panichayupakaranant, P., Tewtrakul, S., Yuenyongsawad, S., 2010. Antibacterial, antiinflammatory and anti-allergic activities of standardised pomegranate rind extract. **Food Chemistry, 123**: 400-403.

101. Evren, M., Tekgüler, B., 2011. Uçucu yağların antimikrobiyel özellikleri. **Elektonik Mikrobiyoloji Dergisi, 9** (3): 28-40.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Ayşegül ERDEM
Uyruğu: Türkiye (TC)
Doğum Tarihi ve Yeri: 9 Ağustos 1989, Darende / MALATYA
Medeni Durumu: Bekâr
Tel: +90 537 483 38 77
email: aysgulerdem@gmail.com
Yazışma Adresi: Mevlana Mh. Anayurt Cd. Ebru Apt. No:6, 38039 Talas / KAYSERİ

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü	2016
Lisans	EÜ Tekstil Mühendisliği	2013
Lise	Özel Birgül Lisesi, Malatya	2007

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2012	YATAŞ (Kayseri)	Planlama/Stajyer
2012	Merkez çelik A.Ş (Kayseri)	Kalite/Stajyer
2011	Orta Anadolu T.A.Ş (Kayseri)	İndigo/ Stajyer
2011	Beşler Tekstil A.Ş (Kayseri)	İplik/Stajyer

YABANCI DİL

İngilizce