

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**HİNDİSTAN CEVİZİ LİFLERİNİN ÖN TERBİYE**  
**İŞLEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MELEK ARPACI GÜNDOĞAN**

**DENİZLİ, HAZİRAN, 2016**

**T.C.**  
**PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**HİNDİSTAN CEVİZİ LİFLERİNİN ÖN TERBİYE**  
**İŞLEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**MELEK ARPACI GÜNDOĞAN**

**DENİZLİ, HAZİRAN, 2016**

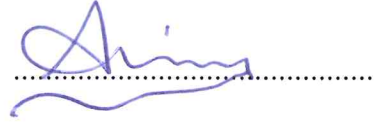
## KABUL VE ONAY SAYFASI

Melek ARPACI GÜNDOĞAN tarafından hazırlanan “HİNDİSTAN CEVİZİ LİFLERİNİN ÖN TERBİYE İŞLEMLERİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 10 Haziran 2016 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / ~~oy çokluğu~~ ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

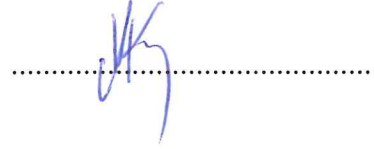
Jüri Üyeleri

İmza

Danışman  
Doç. Dr. Osman Ozan AVİNÇ



Üye  
Doç. Dr. Arzu YAVAŞ  
Pamukkale Üniversitesi  
Üye  
Doç Dr. Aslı DEMİR  
Ege Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 22.06.2016 tarih ve ...75/23...sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Orhan KARABULUT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 2014 FBE 048 nolu proje ile desteklenmiştir.**

**Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.**



**MELEK ARPACI GÜNDOĞAN**

## ÖZET

**HİNDİSTAN CEVİZİ LİFLERİNİN ÖN TERBİYE İŞLEMLERİNİN  
ARAŞTIRILMASI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
MELEK ARPACI GÜNDOĞAN  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. OZAN AVINÇ)  
DENİZLİ, HAZİRAN 2016**

Bu tez çalışmasında hindistan cevizi liflerinin optimum ağartma koşullarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla %100 hindistan cevizi lifinden üretilmiş iplikler yükseltgen (hidrojen peroksit, perasetik asit, potasyum permanganat, sodyum klorit, sodyum hipoklorit, sodyum perborat, sodyum perkarbonat) ve indirgen (tiyoüre dioksit) ağartma malzemeleri ile muamele edilmiştir. Ağartma işlemleri çektirme yöntemine göre yapılmıştır.

İndirgen ve yükseltgen ağartma kimyasalları yanında ağartma işlemlerinde aktivatörlerin ve enzimlerin etkileri incelenmiştir.

Ağartma işlemleri için çektirme yönteminde yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve düşük renk kuvveti ( $K/S$ ) değerlerinin elde edildiği kimyasal (hidrojen peroksit) konsantrasyonları ve proses şartları baz alınarak mikrodalga yönteminin hindistan cevizi liflerinin ağartılmasında kullanılabilirliği de araştırılmıştır.

Ağartma işlemlerine tabi tutulmuş Hindistan cevizi lifi ipliklerinin kolorimetrik renk özellikleri ( $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $L^*$ ), renk kuvveti değerleri ( $K/S$ ), mukavemet ve hidrofilite özellikleri tespit edilmiştir. Metilen mavisi testi ile oksiselüloz oluşumu incelenmiştir. İşlem görmüş hindistan cevizi lifi ipliklerinin SEM mikroskop görüntüleri ve FTIR spektrumları tayin edilmiştir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** selüloz lifleri, hindistan cevizi lifleri, ön terbiye, ağartma

## ABSTRACT

**PRE-TREATMENT OF COCONUT (COIR) FIBERS**  
**MSc THESIS**  
**MELEK ARPACI GÜNDOĞAN**  
**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE**  
**TEXTILE ENGINEERING**  
**(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. OZAN AVINÇ)**  
**DENİZLİ, JUNE 2016**

The main objective of this research was the determination of optimum bleaching conditions of coconut (coir) fibers. For this purpose 100% coir yarn was treated with oxidative (hydrogen peroxide, peracetic acid, potassium permanganate, sodium chlorite, sodium hypochlorite, sodium perborate, sodium percarbonate) and reductive (thiourea dioxide) bleaching agents. Bleaching operations were performed with exhaustion method.

In addition to bleaching with reductive and oxidative agents, enzymes and activators were also studied during the pretreatment processes.

Moreover microwave applications were carried out for selected samples bleached with hydrogenperoxide, according to the highest lightness ( $L^*$ ) and lowest K/S values.

Colorimetric properties of the bleached coconut fiber yarn ( $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $L^*$ ), the color strength values (K/S), tensile strength and water absorbency properties are investigated. Furthermore oxycellulose formation was observed with the methylene blue test. Also SEM microscope images and FTIR spectra of the treated coir fiber yarns were determined.

**KEYWORDS:** cellulosic fibers, coconut (coir)fibers, pre-treatment, bleaching

# İÇİNDEKİLER

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>x</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. HİNDİSTAN CEVİZİ LİFİNİN TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI</b> .....	<b>3</b>
2.1 Hindistan Cevizi Meyvesinden Lif Eldesi .....	3
2.2 Hindistan Cevizi Lifinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri .....	8
2.3 Hindistan Cevizi Lifinin Ekolojik ve Ekonomik Özellikleri .....	15
2.4 Hindistan Cevizi Lifinin Kullanım Alanları .....	16
2.5 Dünyada Hindistan Cevizi Lifi Üretimi .....	19
<b>3. TEKSTİLDE HİDROFİLLEŞTİRME VE AĞARTMA İŞLEMLERİ</b> .....	<b>22</b>
3.1 Hidrofilleştirme .....	26
3.2 Sodyum Hipoklorit Ağartması .....	26
3.3 Sodyum Klorit Ağartması .....	28
3.4 Hidrojen Peroksit Ağartması.....	29
3.5 Potasyum Permanganat Ağartması.....	32
3.6 Perasetik Asit Ağartması .....	33
3.7 Sodyum Perborat Ağartması .....	35
3.8 Sodyum Perkarbonat Ağartması.....	37
3.9 Sodyum Borohidrit Ağartması .....	37
3.10 Tiyoüre Dioksit (TUDO) Ağartması .....	38
3.11 Enzimler İle İşlemler .....	39
3.12 Mikrodalga İle İşlemler .....	47
3.13 Aktivatörler İle İşlemler.....	48
3.14 Hindistan Cevizi Lifinin Ağartılmasına Yönelik Literatür Çalışmaları .....	49
<b>4. MATERYAL VE METOD</b> .....	<b>57</b>
4.1 Materyal .....	57
4.2 Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Yardımcı Maddeler.....	57
4.3 Kullanılan Makinalar .....	58
4.4 Alkali İşlem (Hidrofilleştirme).....	58
4.5 Çektirme Yöntemine Göre Yapılan Ağartma İşlemleri.....	58
4.5.1 Hidrojen Peroksit Ağartmasında Uygulanan Yöntem.....	59
4.5.2 Potasyum Permanganat Ağartmasında Uygulanan Yöntem.....	59
4.5.3 Perasetik Asit Ağartmasında Uygulanan Yöntem .....	59
4.5.4 Sodyum Perborat Ağartmasında Uygulanan Yöntem .....	59
4.5.5 Sodyum Perkarbonat Ağartmasında Uygulanan Yöntem .....	60
4.5.6 Sodyum Klorit Ağartmasında Uygulanan Yöntem.....	60
4.5.7 Sodyum Hipoklorit Ağartmasında Uygulanan Yöntem .....	60
4.5.8 Tiyoüre Dioksit (TUDO) Ağartmasında Uygulanan Yöntem .....	60



4.5.9 Enzimler İle İşlemlerde Uygulanan Yöntem .....	61
4.5.10 Aktivatörler İle İşlemlerde Uygulanan Yöntem .....	65
4.5.11 Kombinasyonlar İle İşlemlerde Uygulanan Yöntem.....	67
4.5.12 Mikrodalga Enerjisi Yardımıyla Yapılan Ağartmalar .....	70
4.6 Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Belirlenmesi .....	70
4.7 Mukavemet Değerlerinin Belirlenmesi.....	71
4.8 Metilen Mavisi Testi.....	71
4.9 Hidrofilite Testi .....	72
4.10 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) ölçümü .....	72
4.11 Taramalı elektron mikroskobu (SEM) analizleri.....	72
<b>5. BULGULAR.....</b>	<b>73</b>
5.1 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen Bulgular .....	73
5.1.1 Hidrojen Peroksit Ağartmasında Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri .....	73
5.1.2 Potasyum Permanganat Ağartmasında Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri.....	81
5.1.3 Perasetik Asit Ağartmasında Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri .....	83
5.1.4 Sodyum Perborat Ağartmasında Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri .....	86
5.1.5 Sodyum Perkarbonat Ağartmasında Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri.....	89
5.1.6 Sodyum Klorit Ağartmasında Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri .....	91
5.1.7 Sodyum Hipoklorit Ağartmasında Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri .....	94
5.1.8 Tiyoüre Dioksit (TUDO) Ağartmasında Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri.....	97
5.1.9 Enzimler İle İşlemlerde Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri.....	102
5.1.10 Aktivatörler İle İşlemlerde Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri .....	127
5.1.11 Kombinasyonlar İle İşlemlerde Elde Edilen Açıklık / Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri .....	142
5.1.12 Mikrodalga Enerjisi Yardımıyla Yapılan İşlemlerde Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri .....	148
5.1.13 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen Metilen Mavisi Testi .....	151
5.1.14 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen Mukavemet ve Hidrofilite Değerleri.....	153
5.1.15 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen FTIR / ATR Ölçümleri.....	156
5.1.16 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen SEM Analizleri .....	158
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>163</b>
<b>7. KAYNAKLAR .....</b>	<b>172</b>
<b>8. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>190</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

<b>Şekil 2.1:</b> Hindistan cevizi ağacı ve meyvesi.....	4
<b>Şekil 2.2:</b> Hindistan cevizi meyvesi enine kesiti.....	4
<b>Şekil 2.3:</b> Hindistan cevizi meyvesi .....	5
<b>Şekil 2.4:</b> Manuel meyve dış kabuğu uzaklaştırma cihazları.....	6
<b>Şekil 2.5:</b> Motorlu meyve dış kabuğu uzaklaştırma makinası. ....	6
<b>Şekil 2.6:</b> Otomatik meyve dış kabuğu uzaklaştırma makinası çalışma aşamaları .....	7
<b>Şekil 2.7:</b> Farklı tipte sıyrıcılı meyve dış kabuğu uzaklaştırma makinaları .....	7
<b>Şekil 2.8:</b> Hindistan cevizi lifinin mikroskopik görüntüsü .....	10
<b>Şekil 2.9:</b> Hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü .....	10
<b>Şekil 2.10:</b> Ligno selülozik lif matriks yapısı .....	11
<b>Şekil 2.11:</b> Hindistan cevizi lifi kullanım alanları.....	18
<b>Şekil 3.1:</b> Selülozik lif primer hücre duvarı ana bileşenleri .....	42
<b>Şekil 3.2:</b> Su molekülünün polar yapısı.....	47
<b>Şekil 3.3:</b> Su moleküllerinin alternatif elektrik alanda hareketleri.....	48
<b>Şekil 3.4:</b> Ön terbiye işlemlerinin ligno selülozik lif yapısına etkisi .....	51
<b>Şekil 5.1:</b> Hidrojen peroksit ile 30 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	79
<b>Şekil 5.2:</b> Hidrojen peroksit ile 60 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	79
<b>Şekil 5.3:</b> Hidrojen peroksit ile 90 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	79
<b>Şekil 5.4:</b> Hidrojen peroksit ile 120 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	80
<b>Şekil 5.5:</b> Potasyum Permanganat ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	82
<b>Şekil 5.6:</b> Perasetik Asit ile pH 5'te işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	84
<b>Şekil 5.7:</b> Perasetik Asit ile pH 7'de işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	85
<b>Şekil 5.8:</b> Sodyum Perborat ile 60°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	88
<b>Şekil 5.9:</b> Sodyum Perborat ile 80°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	88
<b>Şekil 5.10:</b> Sodyum Perkarbonat ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	90
<b>Şekil 5.11:</b> Sodyum Klorit ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	92
<b>Şekil 5.12:</b> Sodyum Hipoklorit ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	96
<b>Şekil 5.13:</b> Tiyöüre Dioksit (TUDO) ile 30 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	100
<b>Şekil 5.14:</b> Tiyöüre Dioksit (TUDO) ile 60 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	100

<b>Şekil 5.15:</b> Tiyoüre Dioksit (TUDO) ile 90 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	101
<b>Şekil 5.16:</b> Tiyoüre Dioksit (TUDO) ile 120 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	101
<b>Şekil 5.17:</b> Bactosol CA liq. konz. ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	103
<b>Şekil 5.18:</b> Rucolase TDE ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	104
<b>Şekil 5.19:</b> Rucolase PTZ ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	106
<b>Şekil 5.20:</b> Rucolase PTZ ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	106
<b>Şekil 5.21:</b> Lava Cell BFX conc. ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	108
<b>Şekil 5.22:</b> Tana-ZYM CS ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	109
<b>Şekil 5.23:</b> Tana-ZYM NCP ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	111
<b>Şekil 5.24:</b> Tana-ZYM NCP ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	111
<b>Şekil 5.25:</b> Novazime T-DP Super 1 ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	112
<b>Şekil 5.26:</b> Perizyme 69 ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	114
<b>Şekil 5.27:</b> Scourzyme L ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	115
<b>Şekil 5.28:</b> Scourzyme L ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	116
<b>Şekil 5.29:</b> Novalite II S ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	117
<b>Şekil 5.30:</b> Cellsoft NB ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	118
<b>Şekil 5.31:</b> Savinase 16L ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	120
<b>Şekil 5.32:</b> Alcalase 2.5 L ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	121
<b>Şekil 5.33:</b> Papain ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	122
<b>Şekil 5.34:</b> Pepsin ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri.....	124
<b>Şekil 5.35:</b> Perizyme AFW ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	125
<b>Şekil 5.36:</b> Esperase ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	126
<b>Şekil 5.37:</b> Aktivatör A ile 95°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	129
<b>Şekil 5.38:</b> Aktivatör A ile 100°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	130
<b>Şekil 5.39:</b> Aktivatör A ile 110°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	130

<b>Şekil 5.40:</b> Aktivatör A ile 130°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	130
<b>Şekil 5.41:</b> Aktivatör B ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	132
<b>Şekil 5.42:</b> Aktivatör C ile 65°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	135
<b>Şekil 5.43:</b> Aktivatör C ile 75°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	135
<b>Şekil 5.44:</b> Aktivatör D ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	138
<b>Şekil 5.45:</b> Aktivatör E ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	140
<b>Şekil 5.46:</b> Aktivatör F ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	141
<b>Şekil 5.47:</b> Mikrodalga ile işlem görmüş numunelerin açıklık / koyuluk (L*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri .....	150
<b>Şekil 5.48:</b> Ham ve işlem görmüş hindistan cevizi lif numunelerinin FTIR / ATR spektrumları .....	157
<b>Şekil 5.49:</b> İşlem görmemiş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü .....	158
<b>Şekil 5.50:</b> Hidrofilleştirilmiş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü .....	158
<b>Şekil 5.51:</b> Hidrojen peroksit ile işlem görmüş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü .....	159
<b>Şekil 5.52:</b> Aktivatör ardından hidrojen peroksit ile işlem görmüş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü .....	160
<b>Şekil 5.53:</b> Hidrojen peroksit ardından tiyoüredioksit ile işlem görmüş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü .....	161
<b>Şekil 5.54:</b> Mikrodalga yöntemine göre hidrojen peroksit ile işlem görmüş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü .....	162

/

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1:</b> Hindistan cevizi lifinin ana bileşenleri .....	12
<b>Tablo 2.2:</b> Hindistan cevizi lifinin fiziksel özellikleri .....	14
<b>Tablo 3.1:</b> Yükseltgen (Oksidasyon) Ağartma Malzemeleri molekül yapıları	23
<b>Tablo 3.2:</b> İndirgen ( Redükta ) Ağartma Malzemeleri molekül yapıları .....	25
<b>Tablo 3.3:</b> Tekstil sektöründe kullanılan enzimler ve özellikleri .....	40
<b>Tablo 4.1:</b> Çalışmalarda kullanılan kimyasal maddeler, yardımcı maddeler ve üretici firmalar .....	57
<b>Tablo 4.2:</b> Çalışmada kullanılan makineler.....	58
<b>Tablo 4.3:</b> Denemelerde kullanılan enzimler ve kullanım yerleri .....	61
<b>Tablo 4.4:</b> Denemelerde kullanılan aktivatörlerin numaralandırılması, kimyasal içerikleri ve iyonitesi.....	65
<b>Tablo 4.5:</b> İki adımlı kombinasyon ağartmalar .....	69
<b>Tablo 5.1:</b> Hidrojen Peroksit ile uygulanan ağartma reçeteleri .....	73
<b>Tablo 5.2:</b> Hidrojen Peroksit ile ağartma sonucu elde edilen değerler .....	75
<b>Tablo 5.3:</b> Potasyum Permanganat ile uygulanan ağartma reçeteleri .....	81
<b>Tablo 5.4:</b> Potasyum Permanganat ile ağartma sonucu elde edilen değerler ...	81
<b>Tablo 5.5:</b> Perasetik Asit ile uygulanan ağartma reçeteleri.....	83
<b>Tablo 5.6:</b> Perasetik Asit ile pH 5'te ağartma sonucu elde edilen değerler ....	83
<b>Tablo 5.7:</b> Perasetik Asit ile pH 7'de ağartma sonucu elde edilen değerler ....	84
<b>Tablo 5.8:</b> Sodyum Perborat ile uygulanan ağartma reçeteleri .....	86
<b>Tablo 5.9:</b> Sodyum Perborat ile ağartma sonucu elde edilen değerler.....	86
<b>Tablo 5.10:</b> Sodyum Perkarbonat ile uygulanan ağartma reçeteleri.....	89
<b>Tablo 5.11:</b> Sodyum Perkarbonat ile ağartma sonucu elde edilen değerler ....	89
<b>Tablo 5.12:</b> Sodyum Klorit ile uygulanan ağartma reçeteleri .....	91
<b>Tablo 5.13:</b> Sodyum Klorit ile ağartma sonucu elde edilen değerler .....	92
<b>Tablo 5.14:</b> Sodyum Hipoklorit ile uygulanan ağartma reçeteleri.....	94
<b>Tablo 5.15:</b> Sodyum Hipoklorit ile ağartma sonucu elde edilen değerler.....	95
<b>Tablo 5.16:</b> Tiyoüre Dioksit (TUDO) ile uygulanan ağartma reçeteleri.....	97
<b>Tablo 5.17:</b> Tiyoüre Dioksit (TUDO) ile ağartma sonucu elde edilen değerler .....	98
<b>Tablo 5.18:</b> Bactosol CA liq. conz. ile uygulanan enzim reçeteleri .....	102
<b>Tablo 5.19:</b> Bactosol CA liq. conz. ile işlem sonucu elde edilen değerler ....	102
<b>Tablo 5.20:</b> Rucolase TDE ile uygulanan enzim reçeteleri.....	103
<b>Tablo 5.21:</b> Rucolase TDE ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	104
<b>Tablo 5.22:</b> Rucolase PTZ ile uygulanan enzim reçeteleri .....	105
<b>Tablo 5.23:</b> Rucolase PTZ ile hamdan işlem sonucu elde edilen değerler ....	105
<b>Tablo 5.24:</b> Rucolase PTZ ile işlem sonucu elde edilen değerler.....	106
<b>Tablo 5.25:</b> Lava Cell BFX conc. ile uygulanan enzim reçeteleri.....	107
<b>Tablo 5.26:</b> Lava Cell BFX conc. ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	107
<b>Tablo 5.27:</b> Tana-ZYM CS ile uygulanan enzim reçeteleri .....	108
<b>Tablo 5.28:</b> Tana-ZYM CS ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	109
<b>Tablo 5.29:</b> Tana-ZYM NCP ile uygulanan enzim reçeteleri .....	109
<b>Tablo 5.30:</b> Tana-ZYM NCP ile hamdan işlem sonucu elde edilen değerler	110
<b>Tablo 5.31:</b> Tana-ZYM NCP ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	110
<b>Tablo 5.32:</b> Novazime T-DP Super 1 ile uygulanan enzim reçeteleri .....	112
<b>Tablo 5.33:</b> Novazime T-DP Super 1 ile işlem sonucu elde edilen değerler .	112

<b>Tablo 5.34:</b> Perizyme 69 ile uygulanan enzim reçeteleri .....	113
<b>Tablo 5.35:</b> Perizyme 69 ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	113
<b>Tablo 5.36:</b> Scourzyme L ile uygulanan enzim reçeteleri.....	114
<b>Tablo 5.37:</b> Scourzyme L ile hamdan işlem sonucu elde edilen değerler.....	115
<b>Tablo 5.38:</b> Scourzyme L ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	115
<b>Tablo 5.39:</b> Novalite II S ile uygulanan enzim reçeteleri .....	116
<b>Tablo 5.40:</b> Novalite II S ile işlem sonucu elde edilen değerler.....	117
<b>Tablo 5.41:</b> Cellsoft NB ile uygulanan enzim reçeteleri.....	117
<b>Tablo 5.42:</b> Cellsoft NB ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	118
<b>Tablo 5.43:</b> Savinase 16L ile uygulanan enzim reçeteleri .....	119
<b>Tablo 5.44:</b> Savinase 16L ile işlem sonucu elde edilen değerler.....	119
<b>Tablo 5.45:</b> Alcalase 2.5 L ile uygulanan enzim reçeteleri .....	120
<b>Tablo 5.46:</b> Alcalase 2.5 L ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	121
<b>Tablo 5.47:</b> Papain ile uygulanan enzim reçeteleri.....	121
<b>Tablo 5.48:</b> Papain ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	122
<b>Tablo 5.49:</b> Pepsin ile uygulanan enzim reçeteleri .....	123
<b>Tablo 5.50:</b> Pepsin ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	123
<b>Tablo 5.51:</b> Perizyme AFW ile uygulanan enzim reçeteleri .....	124
<b>Tablo 5.52:</b> Perizyme AFW ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	125
<b>Tablo 5.53:</b> Esperase ile uygulanan enzim reçeteleri.....	125
<b>Tablo 5.54:</b> Esperase ile işlem sonucu elde edilen değerler .....	126
<b>Tablo 5.55:</b> Aktivatör A ile uygulanan ağartma reçeteleri.....	127
<b>Tablo 5.56:</b> Aktivatör A ile ağartma sonucu elde edilen değerler .....	127
<b>Tablo 5.57:</b> Aktivatör B ile uygulanan ağartma reçeteleri .....	131
<b>Tablo 5.58:</b> Aktivatör B ile ağartma sonucu elde edilen değerler .....	132
<b>Tablo 5.59:</b> Aktivatör C ile uygulanan ağartma reçeteleri .....	133
<b>Tablo 5.60:</b> Aktivatör C ile ağartma sonucu elde edilen değerler .....	134
<b>Tablo 5.61:</b> Aktivatör D ile uygulanan ağartma reçeteleri.....	136
<b>Tablo 5.62:</b> Aktivatör D ile ağartma sonucu elde edilen değerler .....	137
<b>Tablo 5.63:</b> Aktivatör E ile uygulanan ağartma reçeteleri .....	138
<b>Tablo 5.64:</b> Aktivatör E ile ağartma sonucu elde edilen değerler .....	139
<b>Tablo 5.65:</b> Aktivatör F ile uygulanan ağartma reçeteleri .....	140
<b>Tablo 5.66:</b> Aktivatör F ile ağartma sonucu elde edilen değerler.....	141
<b>Tablo 5.67:</b> Ağartma kombinasyonlarında uygulanan reçeteler.....	142
<b>Tablo 5.68:</b> Ağartma kombinasyonlarında elde edilen değerler.....	146
<b>Tablo 5.69:</b> Mikrodalga yönteminde uygulanan ağartma reçeteleri .....	149
<b>Tablo 5.70:</b> Mikrodalga yöntemi ile ağartma sonucu elde edilen değerler ....	149
<b>Tablo 5.71:</b> Denemeler sonucu metilen mavisi testi görüntüleri.....	151
<b>Tablo 5.72:</b> Denemeler sonucu elde edilen mukavemet ve uzama değerleri .	153
<b>Tablo 5.73:</b> Denemeler sonucu elde edilen batma ve hidrofilite değerleri ....	154

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez konusunun belirlenmesinde, araştırma aşamasında, yön tayininde ve tamamlanmasında desteklerini esirgemeyen değerli tez danışmanım Doç.Dr. Osman Ozan Avinç ve değerli hocam Doç.Dr. Arzu Yavaş'a,

Yüksek lisansa başlama aşamasında ve tez süresince değerli desteklerinden dolayı Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı Doç.Dr. Sema Palamutçu'ya,

Tez süresince deneylerin yapılış aşamasında katkılarından dolayı Yrd.Doç.Dr. Ali Serkan Soydan ve Yrd.Doç.Dr. Buket Arık'a,

Testlerin yapılış aşamasında katkılarından dolayı Arş.Gör. Kenan Yılmaz, Tufan Topal, Gülizar Onaran ve Erkan Yıldız'a,

Çalışma süresince yardımlarını esirgemeyen çok sevgili arkadaşlarım, Halime Gökçin Sevgisunar, Fatma Filiz Yıldırım ve Arş.Gör. Ece Kalaycı'ya,

Tezdeki denemelerin yapımında kullanılan kimyasal maddelerin numunelerini gönderen kimyasal üretici firmalarına ve temsilcilerine,

Beni yüksek lisans yapmam konusunda teşvik eden, her daim yanımda olan, deneylerin ve testlerin yapılması aşamasında sonsuz sabrıyla desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Akay Gündoğan'a,

Ve son olarak hayatım boyunca varlığıyla beni destekleyen hayatımın her aşamasında yanımda olan canım anneme çok teşekkür ederim.

# 1. GİRİŞ

Palmiyegiller (Arecaceae) familyasına mensup olan hindistan cevizi (Cocos nucifera) tropik bölgelerde yetişen ve meyvesi yenen bir palmye türüdür (Tr.wikipedia 2014<sup>a</sup>). Esas yetiştiği yer Seylan Adaları, Hindistan ve Pakistan olmakla birlikte günümüzde tüm dünyada tropikal bölgelere yayılmıştır (Yazıcıoğlu, 1999 ve Başer). Meyvesi yenen ve lifleri muhtelif tekstil ve süs eşyalarının üretiminde kullanılan hindistan cevizi ağacı 7-13 yaşları arasında meyve vermeye başlar, 60 yıl kadar ürün verir ve 90-100 yıl kadar yaşar (Tr.wikipedia 2014<sup>a</sup>).

Son yıllarda çevre dostu ve geri dönüşebilir kaynakların kullanımının artmasıyla birlikte doğal tekstillere olan rağbet artma eğilimindedir. Ucuz ve bol miktarda erişilebilir olması ve doğada biyolojik olarak bozunabilmesi sebebiyle sentetik malzemeler yerine hindistan cevizi liflerinin kullanımı iyi bir alternatif oluşturmaktadır.

Ancak bilindiği üzere doğal lifler genellikle yapılarında bulunan pigmentler sebebiyle sarı veya açık kahverengi renktedir. Tekstil lifleri taşınması, işlenmesi, paketlenmesi gibi işlemler esnasında toz, yağ, kir benzeri maddeler ile kirlenebilmektedir. Ağartma işleminin temel amacı life renk veren bu doğal ya da kirlilikleri parçalayıp uzaklaştırarak lifin en az zararla en yüksek beyazlatma değerini elde etmektir. Bu amaçla yükseltgen ve indirgen malzemeler kullanılabilir (Karmakar 1999, Aniş 2005).

Hindistan cevizi lifinin özellikleri göz önüne alındığında, bu lifin üretim süreci optimizasyonu, üretimdeki sıkıntıların aşılması ve nihai ürün kalitesinin sağlanması açısından hayati önem taşımaktadır. Ön terbiye işlemleri lif cinsi ve kullanım yerine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Bu işlemler gerek lif yapısına gerekse atık su yüküyle çevreye zarar verebilmektedir. Öte yandan her ne kadar bu işlemler ekzotermik reaksiyonlar olsa dahi aktivasyon enerjileri yüksek olduklarından işlemler esnasında ciddi bir enerji tüketimi de yapılmaktadır.

Bu çalışmada hindistan cevizi lifinin ağartılması incelenmiştir. Bu amaçla, hindistan cevizi lifinden üretilmiş olan iplikler çeşitli yükseltgen veya indirgen



ağartıcı maddeler ile muamele edilmiş, lif hasarı dikkate alınarak elde edilebilecek en yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) derecelerine ulaşılmaya çalışılmış ve optimum ağartma süreçleri, reçeteleri araştırılmıştır. Ancak lifin kendisi çok koyu bir kahverengi renkte olduğundan yapılan ağartmalar sonucunda renk beyazlık değerleri Stensby ya da Berger gibi beyazlık formülleri açısından ölçülebilir olamamaktadır. Bu nedenle ağartma performansının tespiti için, ölçülen açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), renk kuvveti (K/S) değerleri esas alınmıştır. Bu optimizasyon çalışmaları sırasında konvansiyonel yöntemlerin yanı sıra çevreye verilen zararı azaltmaya yönelik enzimler, enerji tasarrufu ve zaman kazandıracak aktivatörler ve mikrodalga yöntemi gibi yeni teknikler de araştırılmıştır.

Hindistan cevizi lifleriyle ilgili yapılan literatür araştırması sırasında yapılmış çok fazla çalışma bulunmadığı tespit edilmiş ve çalışmada bu konuyla ilgili literatüre katkıda bulunmanın yanı sıra ileride yapılabilecek olan çalışmalara da ışık tutmak amaçlanmıştır.

## 2.HİNDİSTAN CEVİZİ LİFİNİN TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI

### 2.1 Hindistan Cevizi Meyvesinden Lif Eldesi

Doğal lifler orjinlerine göre bitkisel, hayvansal ya da mineral olarak alt sınıflara ayrılırlar. Tüm bitki lifleri selülozdan, hayvanlardan elde edilen lifler ise proteinden (ipek ve yün) oluşurlar. Bitki lifleri sak (sap), yaprak, tohum, meyve içermektedirler. Hindistan cevizi lifi ise Cocos Nucifera bitkisinin meyvesinden elde edilen bir bitkisel lifdir (John ve Thomas 2008, Das 2012, Rouette 2000, Blackburn 2005, Miraftab ve Horrocks 2007).

Hindistan cevizi lifi aslında hindistan cevizi üretiminin düşük değerli bir yan ürünüdür. Bir çok ülkede atık olarak dikkate alınmaz, bazen yakıt olarak kullanılır. Nadiren ürüne dönüştürülür (Van Dam 2002).

Öte yandan doğal lifler yenilebilir kaynaklardan elde edilen hammaddelerdir (Silva ve diğ. 2000).

Doğal lifler tarihin eski zamanlarından beri muhtelif amaçlarla kullanılmaktadır. Günümüzde bu lifler biyo bozunurluk ve yenilenebilirlik özelliklerinden dolayı çevre açısından doğru malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Bunun ötesinde ligno selülozik lifler karbondioksit emisyonu açısından nötr kabul edilmekte ve kyoto protokolüne uyumlu bulunmaktadır (Monteiro ve diğ. 2008).

Hindistan cevizi lifi hindistan cevizi meyvesinin dış kabuğundan ekstrakte edilmektedir. Genel ismi ingilizce coir olan hindistan cevizi lifinin Şekil 2.1’de görülen, bitkisi Cocos Nucifera, Arecaceae adı verilen palmye ailesinin bir üyesidir (Ali 2011, Collier ve Tortora 2001, Houck 2009).



Şekil 2.1: Hindistan cevizi ağacı ve meyvesi (Ali 2011, Helpgrowlanka 2015)

Hindistan cevizi ağacı dallanmadan 39 metreye kadar yükselebilmektedir. Hindistan cevizleri ağacın üst kısmında bulunurlar. Meyvenin kabuk kısmı ekzokarp, mezokarp ve endokarptan oluşur. Şekil 2.2’de görüldüğü gibi ekzokarp parlak, sert ve kaygan dış kabuk, mezokarp lifin bulunduğu orta kısım, endokarp ise iki-üç mm kalınlığındaki kemiksi iç kabuktur (Yazıcıoğlu 1999).



- Lifli dış kısım
- Meyve dış yüzeyi
- Meyvenin kabuğu
- Meyvesi

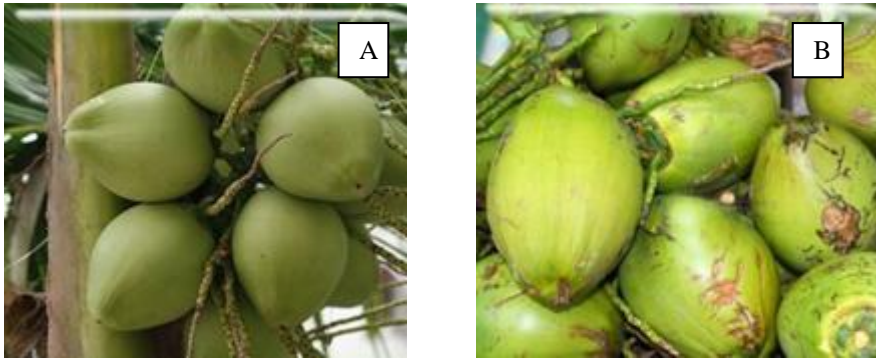
Şekil 2.2: Hindistan cevizi meyvesi enine kesiti (Agritech.tnau.ac.in 2014).

Pamuk lifi pamuğun çekirdeğini korurken hindistan cevizi lifi ise meyveyi mekanik ve mikrobiyel zararlardan korumaktadır (Lewin 2007).

Hindistan cevizi lifleri, meyvenin etrafında gözenekli ve elastik mantar gibi bir doku olan kısa tüycüklerin içinde yerleşmiş olarak bulunmaktadır. Meyve dış çeperi olan bu kısım açıldığında daha açık renk olmakta hava ile temas ettikçe hızlı bir şekilde kararmaktadır. Doğal olarak liflerin selüloz içeriği onu çevreleyen tüycüklerden daha fazla olmaktadır. Hindistan cevizi ağacında olgunlaştıkça dış çeperin ve liflerin içerdiği lignin miktarı artmaktadır (Van Dam ve diğ. 2004).

Beyaz lifleri içeren yeşil hindistan cevizleri ağaçtan 6-8 ay sonunda hasat edilirken, kahverengi lifin elde edildiği tam olgun hindistan cevizinin yetiştirilmesi meyve ve dış çeperin olgunluğuna bağlı olarak 10-12 aydır (En.wikipedia 2014, Brigida ve diğ. 2010).

Hindistan cevizi lifi Şekil 2.3'te görüldüğü gibi olgunlaşmamış hindistan cevizi meyvesinden elde edildiğinde beyaz, olgunlaşmış olandan elde edildiğinde ise kahverengi hindistan cevizi olarak adlandırılır ( Defoirdt ve diğ.2010, Ali 2011). Uzun zaman güneş ışığı etkisi altında kaldığında içerdiği lignin sebebi ile renginde koyulaşma olabilir (Özcan1978). Lifin rengi aynı zamanda hindistan cevizi ağacının cinsine, lifin elde edilme metoduna ve havuzlama ile ekstrakte etme arasındaki süreye bağlıdır (Defoirdt ve diğ.2010, Wei ve Gu 2009).



Şekil 2.3: Hindistan cevizi meyvesi Ham (A) Olgun (B) (Agritech.tnau.ac.in 2014).

Şekil 2.4'te görülen lifin geleneksel olarak hindistan cevizi meyvesi dış çeperinden ekstrakte edilmesi işlemi emek yoğun ve zaman alan bir süreçtir (Van Dam 2002). Bıçaklarla liflerin sıyırılması tehlikeli ve zahmetli bir işlemdir (Yazıcıoğlu 1999).



Geleneksel yöntem



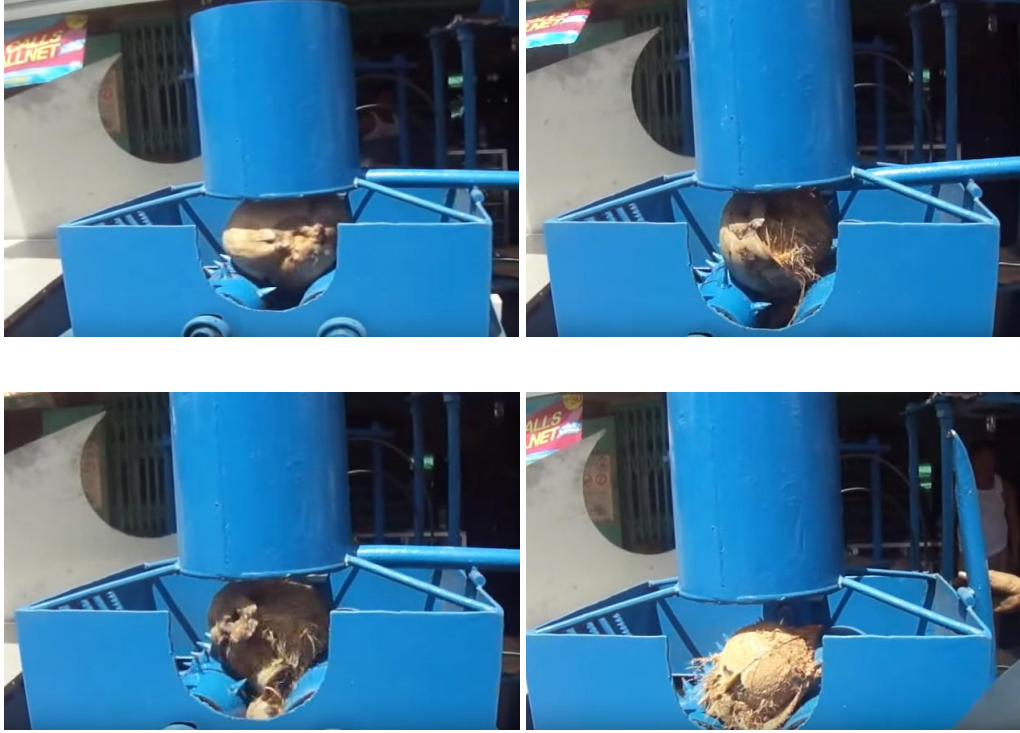
Mekanik aparat

Şekil 2.4: Manuel meyve dış kabuğu uzaklaştırma cihazları (Mechengg.net 2016).

Meyvenin lifli kısmı sert kabuktan manuel olarak meyveyi Şekil 2.5'te motorlu bir hızar benzeri ayırıcıya ittirerek ya da Şekil 2.6'da görülen otomatik meyve dış kabuğu uzaklaştırma makinalarında ya da Şekil 2.7'deki farklı tipte sıyrıcılarla yapılır. Burada operatör manuel olarak günde 2000 adet hindistan cevizini işleyebilmektedir. Ancak günümüzde tüm meyveyi parçalayarak lifi ayıran makinalar neredeyse bir saatte aynı üretimi gerçekleştirebilmektedirler (En.wikipedia 2014).



Şekil 2.5: Motorlu meyve dış kabuğu uzaklaştırma makinası (Youtube 2008).



Şekil 2.6: Otomatik meyve dış kabuğu uzaklaştırma makinası çalışma aşamaları (Youtube 2013).



Şekil 2.7: Farklı tipte sıyrıcı meyve dış kabuğu uzaklaştırma makinaları (Youtube 2017, Youtube 2012).

Mekanik olarak lifin ayrılması işlemi en az 10 gün suda bekletilen hindistan cevizinin makine tamburlarında liflerinin kısa tüycüklerden ayrılması ile yapılır (Van Dam 2002).

Olgunlaşmamış meyve dış çeperleri bir nehir veya su dolu çukurda 10 ay kadar bekletilirler. Bu zaman zarfında mikroorganizmalar lifleri bir arada tutan bağları parçalar buna havuzlama denir. Dış çeperin katmanlarına elle vurularak uzun



lif ayrılır, kurutulur ve temizlenir (En.wikipedia 2014, Van Dam 2002). Temizlenen lif elle veya çukrukla iplik eğrilebilir. Burada çevreyi kirletmeden enzimler vasıtası ile havuzlama daha ekolojik bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (En.wikipedia 2014). Bu işlem 3-5 günlük bir havuzlama süresi ile yüksek kalitede lif üretimi sağlamaktadır (Van Dam 2002).

Olgun hindistan cevizi meyvesi dış çeperleri suda 5 ay bekletilir buna havuzlamak denir. Bu kabuktaki özü kısmen parçalar ve lif kolayca uzaklaştırılabilir. Havuzlama sonrasında dış kısımlar bir çekiç yardımıyla çırpılır. Hindistan cevizi lifleri ayrılır ve bir tarak vasıtası ile birbirinden ayrılır. Oda sıcaklığında kurumanın ardından lifler bir pamuk tarağında defalarca taranır. Kısa lif bir elek vasıtası ile ayıklanır (Wei ve Gu 2009).

Lifi içeren meyve dış kısmı bir çukur içinde veya ağ içinde yavaş hareket eden bir su kütlesi içinde şişirilir ve lifler yumuşatılır. Ceviz dış çeperi altındaki uzun lifler kısa liflerden ayrılır bu prosese yaş işlem denir. Kısa lifler pislik ve kirlerin uzaklaşması için elekten geçirilir, güneşte kurutulur ve balyalanır. Burada eğer iplikler eğrilecekse lif biraz nemli olarak bırakılır. İplik eğirme ise halat halindeki iplik çilesinin makine veya elle bükülmesi yolu ile yapılır. Uzun lif temiz suda yıkanır ve çilelere sarılmadan önce kurutulur. Daha sonrasında temizlenebilir veya küçük lif parçalarını uzaklaştırmak ve lifleri düzleştirmek için çelik taraklarla taranabilir. Uzun lifler değişik renkler elde etmek amacı ile ağartılıp boyanabilirler (En.wikipedia 2014).

Ticari olarak hindistan cevizi lifleri kullanım yerindeki ihtiyaca göre 3 şekilde bulunmaktadır: Sert (uzun lif), döşemelik (kısmen kısa) ve karışık (Ali 2011, Ali ve diğ. 2012, Başer 2002).

## **2.2 Hindistan Cevizi Lifinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri**

Hindistan cevizi lifinin fiziksel ve mekanik özellikleri değişken olabilmekle birlikte genel olarak lif boyutları ağacın türüne, yerine ve bitkinin olgunluğuna, esneklik ve mukavemeti lifin uzunluk/çap oranına, lümen şekli ve büyüklüğü ise

hücre duvarı kalınlığına ve lifin kaynağına bağlıdır. Bu etkenler lif boyutlarını, esneklik ve mukavemet değerlerini ve izolasyon özelliklerini doğrudan etkilemektedirler (Ali 2011).

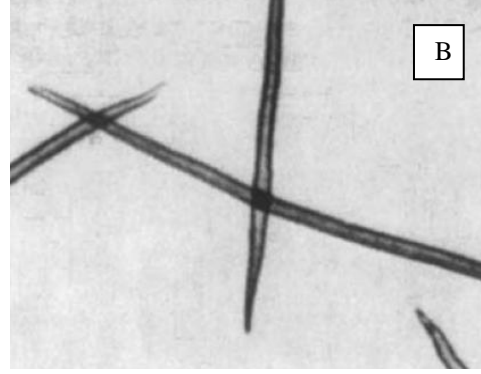
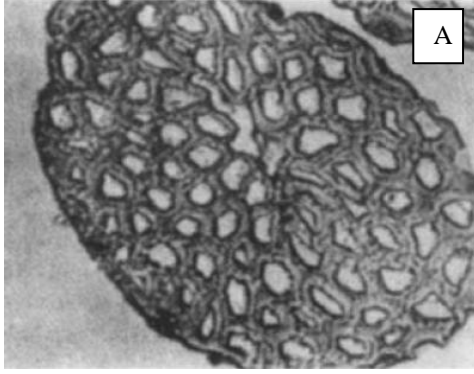
Hindistan cevizi lifinin boyutları 20-150 mm uzunluk ve 10-50 mikrometre çap şeklindedir (Satyanarayana ve diğ. 2009). Ancak uzunlukların 337 mm ye kadar yükselebildiği görülmektedir. 145 mm uzunluğa kadar lifin inceliğinin yaklaşık 20 tex 155-255 mm arasında 40 tex civarına yükseldiği görülmektedir. Uzun liflerin daha geniş çaplı olduğu görülmektedir (Wei ve Gu 2009).

Genelde lifin %56-65 i uzun (150-350 mm), %5-8 i ise kısa (50 mm altı) liften oluşmaktadır (Van Dam 2002). Mukavemeti 12-15 cN /tex, uzaması ise %25-30 kadardır (Rouette 2000). Yaş mukavemeti kuru haline göre %20 düşmektedir (Lewin 2007).

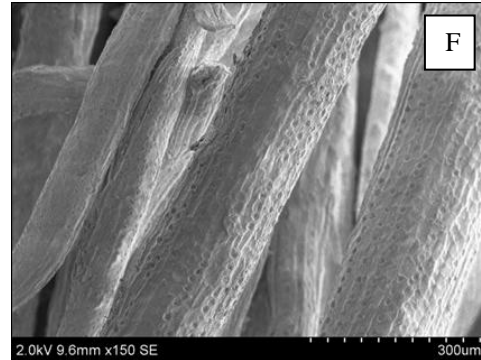
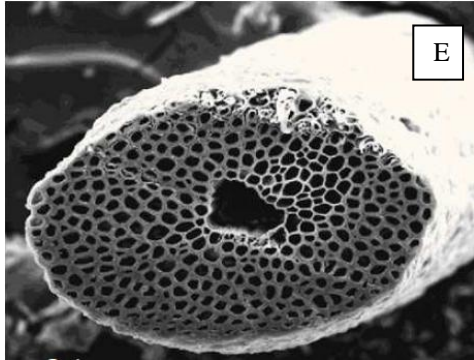
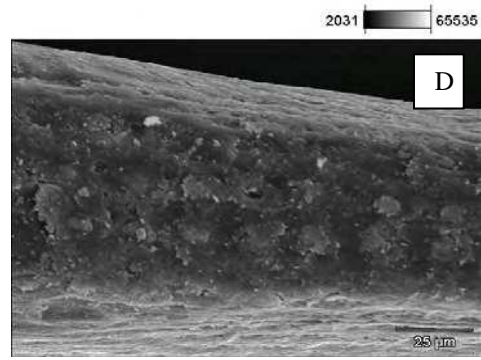
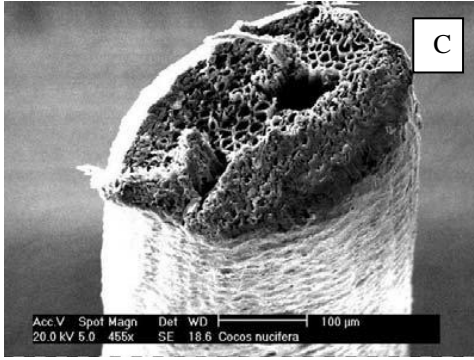
Meyveden elde edilen hindistan cevizi liflerinin mukavemeti rami, keten, kenevir gibi sak liflerine göre daha düşük olmaktadır (Blackburn 2005, Miraftab ve Horrocks 2007).

Yoğun kırılğan, çok koyu kahverengi büyük ve kaba görüntüsüyle, belirgin enine kesit yapısı ile hindistan cevizi mikroskop incelemesinde kolayca ayırt edilebilmektedir (Houck 2009). Hindistan cevizi lifinin enine kesiti ve boyuna görüntüsü, mikroskobik ve SEM görüntüsü olarak Şekil 2.8 ve Şekil 2.9'da görülmektedir. Hindistan cevizi lifinin enine kesiti poligonel ile yuvarlak arasında bir şekildedir. Ancak literatürde lifin çapı genelde yuvarlak olarak kabul edilmektedir (Silva ve diğ. 2000).





Şekil 2.8: Hindistan cevizi lifinin mikroskopik görüntüsü A)Enine kesiti B)Boyuna görüntüsü (Lewin 2007).

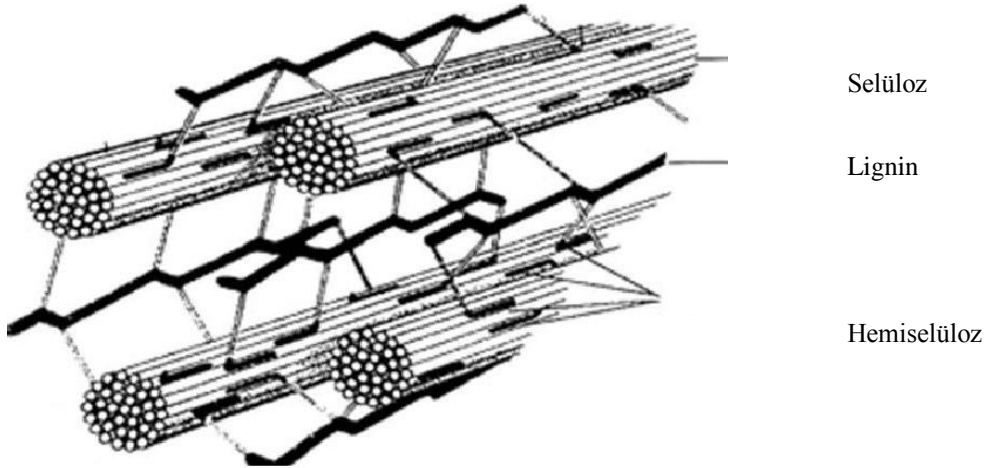


Şekil 2.9: Hindistan cevizi lifinin SEM görüntüsü C, E) Enine kesiti (Ramírez ve diğ. 2010, Fidelis ve diğ. 2013) D, F)Boyutsal olarak lif yüzeyinin görüntüsü (Kodama ve Giovedi 2016, Mukkulath ve Thampi 2012).

Liflerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkileri açısından bakıldığında selülozik polimer yapının ve bu polimer zincirler arasındaki hidrojen bağlarının lifin mukavemetine ve nem alımına etki ettiği, hemiselülozun biyo parçalanabilirlik,

termal parçalanma ve nem alımını etkilediği, ligninin ise termal stabilite ve UV parçalanabilirliğini kontrol ettiği bilinmektedir. Bu yüzden hindistan cevizi lifinin biyolojik parçalanabilme özelliği sak liflerine göre daha düşük olmaktadır (Blackburn 2005).

Hindistan cevizi lifi ana kompozisyonu selüloz, hemiselüloz ve lignindir. Bu kompozisyon lifin değişik özelliklerini etkiler. Bu kompozisyon oranları değişmekle birlikte esas bileşen olan selülozu lignin ve hemiselüloz oranları izler (Ali 2011). Selüloz kısım kristalin, lignin ise amorf yapıdadır. Bu lignin-selüloz kompleks yapısı lifin yapısal ve termal özelliklerinde önemli bir rol oynar (Abraham ve diğ. 2013). En bol bulunan ikinci doğal polimer olan lignin, selülozu çevreleyen bir matriks oluşturur (Ravindranath ve Sarma 2014). Hindistan cevizi lifinin ligno selülozik lif matriks yapısı Şekil 2.10'da görülmektedir.



Şekil 2.10: Ligno selülozik lif matriks yapısı (Kadokawa 2013).

Bitkisel doğal lif lignin matriksi içine gömülü selüloz fibrillerinden oluşan bir doğal kompozit olarak düşünülebilir (Satyanarayana ve diğ. 2009, Silva ve diğ. 2000). Selüloz fibrilleri lifin içinde boyuna olarak uzanmış bir şekilde sıralandıklarından maksimum mukavemet ve bükülme dayanımı yanı sıra rijitlik sağlamaktadırlar. Bitkisel lifin ana bileşenleri alfa selüloz, hemiselüloz, lignin,

pektinlerdir (John ve Thomas 2008). Hindistan cevizinin ana bileşenleri Tablo 2.1’de görülmektedir.

Tablo 2.1: Hindistan cevizi lifinin ana bileşenleri

Selüloz	Hemiselüloz	Lignin	Pektin	Nem	Kaynak
(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
36-43	0.15-0.25	41-45	3-4	2.22	(Lewin 2007)
46	0.3	45	4	-	(Kalia ve Avérous 2011)
36-43	0.2-0.3	41-45	3-4	-	(Blackburn 2005)
43.77	-	45	-	-	(Satyanarayana ve diğ. 2009)
33.2	31.1	20.5	-	-	(Ramakrishna ve Sundararajan 2005 <sup>a</sup> )
35-60	15-28	20-48	-	-	(Agopyan ve diğ. 2005)
43	-	45	-	-	(Satyanarayana 1990)
68.9	16.8	32.1	-	-	(Asasutjarit ve diğ. 2007)
36-43	0.15-0.25	41-45	-	-	(Corradini ve diğ. 2008)
43.44	-	45.84	-	-	(Das 2012)

Ham pamuğun %65 bağıl nemde alacağı nem %7-8 civarında iken hindistan cevizi için bu değer %10 olmaktadır (Lewin 2007).

Ligno selüloz için bilinen bir reaksiyon ( $I_2 + H_2SO_4$ ) çözeltisi ile açık sarı renk vermesidir (Özcan 1978, Lewin 2007). Anilin sülfatla ise daha yoğun sarı bir renk elde edilmektedir (Lewin 2007).

Beyaz hindistan cevizi liflerinin yoğunlukları kahverengi hindistan cevizi liflerinin yoğunluğuna göre daha düşük olmaktadır. Hindistan cevizi lifinin yoğunluğu 0.67 ile 1.6 g/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Lif mukavemeti açısından bakıldığında test uzunluğuna bağlı olarak beyaz hindistan cevizinin mukavemet değerleri kahverengi hindistan cevizine göre daha düşük olmaktadır. Hindistan cevizi lifleri hindistan cevizinin ağaçtan koparak düşmesi anında kırılmalarını önlemesi açısından lifin mukavemeti vurma anındaki enerji absorpsiyonu kadar önem taşımamaktadır. Lifin düşük selüloz içeriği (%32-53) ve yüksek mikro fibriller açısı

(30-49 derece) nispeten düşük mukavemete, düşük elastisite modülüne ve yüksek kopma uzamasına (kopma anında daha yüksek enerji) sahip olmaktadır (Defoirdt ve diğ.2010, Blackburn 2005, Kalia ve Avérous 2011). Öte yandan yüksek mikrofibril açısı (neredeyse diğer doğal liflerin 3 katı) yüksek kopma uzamasına (doğal lifler içinde en yüksek) neden olmaktadır. Lifin yaklaşık uzaması %15 ile 40 arasında değişmektedir (Silva ve diğ. 2000). Hindistan cevizi lifinin fiziksel özellikleri Tablo 2.2'de görülmektedir.

Hindistan cevizi lifleri sert, kırılğan ve düşük termal iletkenliğe sahiptirler. Küf ve mantar dayanımı, güve dayanımı, sıcaklık ve ses yalıtımı, kolay yanmaması, güç-tutuşur olması, nem ve ıslanmadan etkilenmememesi, sağlam ve dayanıklı olması, esnek, antistatik ve kolay temizlenebilir olması hindistan cevizi lifinin genel avantajlarıdır (Ali 2011, Ali ve diğ. 2012, Elsasser 2005, Mather ve Wardman 2011, Joseph 1977, Rouette 2000).

Bu dış hava koşullarına, bakterilere ve mantarlara yüksek dayanım lifin yüksek lignin içeriği ile sağlanmaktadır. Yine aynı sebepten lif sert ve kırılğan olmaktadır (Silva ve diğ. 2000). Lignin aynı zamanda yüksek molekül ağırlığı ve üç boyutlu polimer yapısı ile lifin rijit olmasına sebep olmaktadır (Justiz Smith ve diğ. 2008, Joseph 1977, Hudson ve diğ. 1992).

Hindistan cevizi lifinin suya dayanımı olduğu gibi tuzlu suya dayanıklı birkaç doğal liften birisidir (En.wikipedia 2014).

Kimyasal dayanımı açısından bakıldığında su, kireç ve sodyum hidroksit gibi kimyasallarla 60 gün bekletme sonucunda yapılan testlerde sisal, jüt, kenaf liflerinden mukavemet testi açısından daha üstün olduğu görülmüştür (Ali 2011).

Kahverengi hindistan cevizi liflerinin selüloz içeriği yaklaşık %35 ve lignin içeriği yaklaşık %32 dir. Bu diğer selülozik lifa göre yüksek lignin, düşük selüloz oranı diğer bitkisel lifler için uygulanan ağartma yöntemlerinin hindistan cevizi lifine kolayca uygulanmasına engel olur (Van Dam 2002).

Tablo 2.2: Hindistan cevizi lifinin fiziksel özellikleri

Çap ( $\mu\text{m}$ )	Uzunluk (mm)	Yoğunluk ( $\text{g/cm}^3$ )	Mukavemet (MPa)	Kopma Uzaması (%)	Nem Alımı (%)	Kaynak
100-450	-	1.5-1.6	287-800	7-8	-	(Kalia ve Avérous 2011)
100-450	-	-	-	16	-	(Lewin 2007)
-	150-300	1.25	220	15-25	10	(Blackburn 2005)
100-400	60-250	-	15-327	75	-	(Ramakrishna ve Sundararajan 2005a)
210	-	1.104-1.370	107	37.7	-	(Agopyan ve diğ.2005)
300	-	1.14	69.3	-	-	(Paramasivam ve diğ. 1984)
-	-	1	50.9	17.6	-	(Ramakrishna ve Sundararajan 2005 <sup>b</sup> )
100-450	-	1.15	106-175	17-47	-	(Satyanarayana 1990)
73-270	50+-10	-	142±36	24±10	10	(Li ve diğ. 2007)
110-530	-	0.67-1	108-252	13.7-41	-	(Toledo ve diğ. 2005)
120±0.5	-	0.87	137±11	-	-	(Munawar ve diğ. 2007)
-	-	1.15	500	-	11.4	(Rao ve Rao 2007)
-	-	1.2	175	30	-	(Femandez 2002)
100-400	-	-	174	10-25	-	(Reis 2006)
100-450	-	1.15	106-175	17-47	-	(Aggarwal 1992)
100-450	30-100	-	-	-	-	(Smole ve diğ. 2013)
-	-	-	90±35	18.8±9.1	-	(Brigida ve diğ. 2010)
160	-	1.40	-	30	-	(Das 2012)

Genelde paspas, fırça ve çuval yapımında kullanılan kahverengi lifin keten ve pamuk gibi liflere göre daha fazla lignin ve daha az selüloz içermesinden dolayı, kalın, mukavim, daha az elastik ve yüksek aşınma dayanımlıdır.

Paspas veya halatlarda kullanılmak üzere iplik olarak eğrilen beyaz lif ise hindistan cevizleri olgunlaşmadan önce yapılan hasattan elde edildiğinden renkleri daha açık, daha düz ve ince ancak daha zayıf olurlar (En.wikipedia 2014, Ali ve diğ. 2012, Collier ve Tortora 2001, Houck 2009, Elsasser 2005, Mather ve Wardman 2011, Joseph 1977, Hudson ve diğ. 1992, Özcan 1978, Rouette 2000).

### **2.3 Hindistan Cevizi Lifinin Ekolojik ve Ekonomik Özellikleri**

Hindistan cevizi ağaçları dünyanın tropik bölgelerinde özellikle de Asya'da yetişmektedirler (Madehow 2015). Asya'nın ıslak tropik bölgesi içinde yer alan Endonezya, Filipinler, Hindistan, Srilanka, Malezya ve Tayland dünya hindistan cevizi üretiminin %86.7 sini yapmaktadırlar (Van Dam 2002).

Hindistan cevizi üretimi yaygın olarak Endonezya, Filipinler, Hindistan ve Srilankada genellikle küçük ve düşük gelirli milyonlarca çiftçi tarafından endosperminin (copra) yüksek yağ içeriği yüzünden gıda ve gıda dışı endüstrilerde kullanılmak üzere (margarin, sabun v.b) yapılmaktadır. Eğer hindistan cevizi lifine talep olursa ek bir gelir sağlamaları mümkün olacaktır (Van Dam 2002).

Olgun hindistan cevizlerini ağırlıkça %50'lik kısmı su iken %30-40'ı kadar yağ olmaktadır. Bu yüzden çekirdek kısmı kurutulup mekanik olarak preslendiğinde yaklaşık %65-70 kadar yağ çıkmaktadır (Slade 1998). Yağdan yemeklik yağ ve kozmetik ürünler için faydalanılabilir (Yazıcıoğlu 1999).

Bu yağlardan seperatör ve dekantörlerde saflaştırma sonrası yüksek basınç ve sıcaklık altındaki buhar yardımıyla trigliseridler yağ asitleri ve gliserollere parçalanır ve daha sonrasında bu ürünlerden non-iyonik yüzey aktif maddeler elde edilebilmektedir (Smulders 2002).

Hindistan cevizi lifi dünya üzerindeki talebini çevre dostu doğasına borçludur. Tamamen çevre dostu olabilmesi için boya ve baskıda kanserojenik sentetik boya olmayan doğal boyaların kullanımı ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Hindistan cevizi lifi ligno selülozik bir lif olduğu için doğal boyalara affinitesi olup iyi haslıklarla geniş bir renk gamı eldesi mümkündür (Gulrajani ve diğ. 2003).

Biyo bozunabilir doğal yapılarından dolayı doğal lifler endüstriyel uygulamalarda sentetik polimerlerin yerlerini almaktadırlar. Diğer doğal liflerin içinde hindistan cevizi kompozit yapılarda kullanım açısından büyük bir potansiyel göstermektedir. Bu lifler doğada 20-30 yılda dekompoze olabilmektedirler (Wei ve Gu 2009, Blackburn 2005).

Bu liflerin sentetiklere kıyasla üstünlükleri düşük deri tahrişi, hava geçirgenliği, iyi geri dönüşüm, kolay tedarik, düşük maliyet, düşük yoğunluk, zehirleyici olmama ve biyo çözünürlük olarak sayılabilir. Polimer matriksinde destekleyici olarak kullanımı maliyet uygunluğu, atık düzenli depolama alanlarında birikmeyi önlemesi ve kompozit malzemelerin mekanik özelliklerini iyileştirmesi açısından önemlidir. Bu lifler polyester, polipropilen, polietilen v.b polimerler içinde destekleyici olarak kopma mukavemeti ve kopma anındaki uzama gibi mekanik özellikleri değiştirdiklerinden dolayı kullanılmaktadırlar (Carvalho ve diğ. 2010).

#### **2.4 Hindistan Cevizi Lifinin Kullanım Alanları**

Hindistan cevizi meyvesinin etrafındaki tabakadan elde edilen hindistan cevizi lifi hint okyanusu adalarına özgüdür. Avrupa halat imalatçılarına ilk sunulan sert lif olan bu lif kenevire kıyasla hacimliliği, esnekliği ve deniz suyuna dayanımı ile öne çıkmıştır. Yakın zamanlara kadar hindistan cevizi lifinden elde edilen halatlar limanlarda sıkça ani çekmelere karşı dayanımlarından dolayı kullanılmaktaydı (Lewin 2007).

Yine ilk erozyon kontrolüne yönelik geliştirilmiş ticari kumaş jüt lifi yanı sıra hindistan cevizi lifinden mamul yüzeyleri bir arada tutan poliolefin liflerinden oluşmaktaydı (Wang 2006).

Hindistan cevizi ağacının yapraklarından sepet ve küfe yapılabilir, damları örtmek için kullanılabilir. Yaprak sapları bahçelerde parmaklık, süpürge sapı ve hayvanlar için boyunduruk yapımında kullanılabilir. Kütüğünden ise direk çatı, değirmen taşı ve kayık yapılabilir (Yazıcıoğlu 1999).

Hindistan cevizi lifi daha çok dekoratif ürünler için kullanılmaktadır. Örneğin zemin kaplamaları, kapı paspasları v.b. (Gulrajani ve diğ. 2003).

Ligno selülozik lif bazlı biyo-bozunabilir kompozit üretiminde hindistan cevizi meyvesi dış çeperi ve yan ürünleri çatı kaplama ve briket malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu şekilde kompozit malzemenin mukavemet ve elastikiyet özelliklerinde iyileşme sağlanabilmektedir (Satyanarayana ve diğ. 2009). Bu lifler kompozit üretiminde destekleyici malzeme olarak kullanılabilir (Wei ve Gu 2009).

Akustik termal ve antistatik özelliklerinden dolayı gevşek kilimlerde kullanımı avantaj sağlayabilir (Cooper 2001). Hindistan cevizi liflerinin yüksek spesifik yüzey alanına sahip olmalarından dolayı biyo-filtrasyon işlemlerine uygundur (Gabriel ve diğ. 2007).

Kahverengi tipi daha çok fırça paspas ve döşeme dolgusu olarak kullanılırken, beyaz olanı daha olgunlaşmadan elde edildiğinden daha yumuşak ve kahverengi olanına göre mukavemeti daha düşük olduğundan paspasların içine ve bükülecek ipliklerin içine konmaktadır (Wei ve Gu 2009).

İplik, halat, paspas, döşek (şilte), fırça, çuval, kilim, jeo tekstiller, izolasyon panelleri, bot izolasyonu ve paketleme gibi genel kullanım alanları yanı sıra hindistan cevizi lifi diğer mühendislik teknolojilerinde kompozit olarak kurşun geçirmez yelek, motorsiklet kaskı, araba parçaları (gövde yalıtımı, zemin ve kapı iç kaplamaları) üretiminde kullanılabilir (Ali 2011, Houck 2009, Elsasser 2005, Mather ve Wardman 2011). Hindistan cevizi lifi kullanım alanları Şekil 2.11'de görülmektedir.





Şekil 2.11: Hindistan cevizi lifi kullanım alanları A- Kapı paspası B- Organik bitki yetiştirme ortamı C- Döşeme dolgusu D- Fırça E- Jeotekstiller F- Saksılar G- Halat H- İplik I- Fide yetiştirme viyolu J- Dekoratif ürünler K- İzolasyon paneli L- Çuval M- Merdiven kilimi N- Balık Ağı O- Ağ malzemesi (cobaeurope.com 2016, naturesfootprint.com 2015, upholsteredfurniture 2007, usesofcoconut.com 2016, dir.indiamart.com 2016, freshops.com 2016, sweethomecity.com 2014, coirindia.net 2016, soa.utexas.edu 2016, exportersindia.com 2014, cocomatsmore.com 2016, Wang 2006).

Ayrıca zirai amaçlı olarak kahverengi lif yer karosu, bakteri ve mantar dayanımından dolayı torf malzemesi olarak, mantar yetiştirme ortamı olarak, sürüngenler için akvaryum malzemesi olarak, kauçuk lateksle beraber kompozit olarak otomobil endüstrisinde döşemelik dolgusu, izolasyon ve paketleme amaçlı, beyaz lif ise daha ince fırça, iplik, halat ve balık ağı yapımında kullanılmaktadır (En.wikipedia 2014).

Lif eldesinin atığı olarak bir birim ağırlık lif eldesi için iki birim tüycük ortaya çıkmaktadır (Van Dam 2002).

Meyve dış kabuklarının lif eldesi sonrası kalan kısımları toprak iyileştirme amaçlı olarak kullanılabilen bu durumda toprağın su tutma özelliği artmakta mineraller açısından zenginleşmektedir (Santhirasegaram 1965). Ayrıca ağırlığının %50 sinden fazlasını su olarak tutabilen bu tüycükler toprağın pH, elektrik iletkenliği ve element bileşimini iyileştirmektedir (Van Dam 2002).

Jeo tekstil üretimi için hindistan cevizi lifi talebi her geçen gün artmakla birlikte kompozit malzemelerin, lif plakalarının ve benzer inşaat izolasyon malzemelerinin üretimi için talep gelişen teknoloji ile beraber artmaktadır (Van Dam 2002).

Genellikle ham halde koyu kahverenginde kullanılan lif, koyu renklere doğrudan boyanabilir ancak eğer açık ve farklı renklere kullanılmak isteniyorsa ağartılması gerekmektedir (Joseph 1977, Hudson ve diğ. 1992).

## **2.5 Dünyada Hindistan Cevizi Lifi Üretimi**

Hindistan cevizi endüstrisi özellikle Hindistanın batı ve doğu kıyılarında yayılmıştır. Hindistan cevizi dış kabuğu hindistan cevizi endüstrisi için temel hammadde olup hindistan cevizi lifi bu meyve dış çeperinden havuzlama yöntemi ile ekstrakte edilir (Gulrajani ve diğ. 2003, Hudson ve diğ. 1992).

Hindistan cevizi lifinin ve ürünlerinin ihracatı 90'lı yılların başına kadar düşük seyretmesine rağmen 2000'li yılların başından itibaren jeo-tekstillerde doğal

ürünlerin kullanımının artması ile ikiye katlamıştır. Aynı zamanda ihracat birim fiyatları da 2-3 katına çıkmıştır (Gulrajani ve diğ. 2003).

Hindistan cevizi meyvesinden elde edilebilecek lif miktarı coğrafi bölge ve ağacın türüne bağlıdır. Örneğin Güney Hindistan ve Sirilanka'da bir meyve dış çeperinden 80-90 gr en iyi kalitede lif elde edilebilirken Karayipler'de 150 gr ancak nispeten kalın lif elde edilebilmektedir. Dış çeperlerin yaklaşık kuru ağırlıkça %70'i kısa tüycük kalan %30'luk kısmı ise lif olmaktadır. Lifin ise kendi içinde dağılımı yaklaşık %60 uzun, %30 orta ve %10 kısa lifli olmaktadır. Bu durumda yıllık yapılabilecek üretim tüm dünyada toplam 5-6 milyon ton olarak tahmin edilmektedir (Van Dam 2002). Ancak Hindistan ve Sirilanka başta olmak üzere Tayland, Vietnam, Filipinler ve Endonezya da yıllık toplam üretim 500.000 ton olmaktadır. Bunun yarısı ham lif formunda üretilip ihraç edilmektedir (Ali ve diğ. 2012).

Dünyada yıllık olarak yaklaşık 55 milyar hindistan cevizi hasat edilmekte ancak bunların meyve dış kısımlarının sadece %15 i kullanılabilir. Bunlar doğaya terk edilmekte ve doğal kaynakların kaybı ve çevresel kirliliğe sebep olmaktadır. Dünya üzerindeki ana hindistan cevizi lifi üreticileri Sirilanka ve Hindistandır. Çinde üretilen hindistan cevizi lifinin çoğu ise subtropikal bölgelerde yetişmektedir (Wei ve Gu 2009).

Genel olarak bakıldığında ise hindistan cevizi ekimi Asya'nın ve Doğu Afrika'nın tropikal kuşaklarında yoğunlaşmaktadır (Ali 2011). Ayrıca Güney Amerika'da Brezilya'nın kuzey kısmında hindistan cevizi üretimi yapılmakta ve genellikle ham halde toplanarak lif elde edilmektedir (Satyanarayana ve diğ. 2007).

Hindistan cevizi lifi bol bulunan, çok yönlü, yenilenebilir, ucuz ve biyo bozunabilir ligno-selülozik bir lif olduğundan geniş bir kullanım alanı vardır (Rosa ve diğ. 2009).

Düşük maliyetli biyolifler kompozitler de kullanımı artmış, uzay, otomotiv, elektronik, paketleme ve inşaat alanlarında cam lifi gibi sentetik lifin yerini almaya başlamıştır. Polimerik matris içerisinde destekleyici olarak arzu edilen özelliklere

örneğin mukavemet, sertlik, düşük yoğunluk, ses yalıtımı, çevre dostu ürün ve kompozitlerde tekstüre v.b ulaşılabilmesini sağlamaktadırlar (Kalia ve Avérous 2011, Miraftab ve Horrocks 2007).

### 3. TEKSTİLDE HİDROFİLLEŞTİRME VE AĞARTMA İŞLEMLERİ

Özünde selüloz ve birçok diğer lifi oluşturan polimerler beyaz renktedirler. Ancak bu polimerlerin oluşturduğu liflerin rengi ışığı emen safsızlıklar sebebi ile krem, sarı, mat gibi renklerde olabilmektedirler (Perkins 1996). Bu beyazlık harici malzeme içeriği partiden partiye değişebilmektedir (Tomasino 1992).

Doğal liflerin yapısında bulunan ve sarımtırak kahverengi bir renk veren doğal boyarmaddeler ve pigmentler bu doğal liflerden mamül ürünlerin renginin beyaz olmamasına sebep olurlar. Bu yüzden beyaz tekstil eldesi için ağartma işlemi dediğimiz adı geçen boyarmadde, pigmentleri bozuşturup parçalayacak bir işleme ihtiyaç vardır (Aniş 2005, Carr 1995, Karmakar 1999, Tarakçioğlu 1979, Perkins 1996). Ayrıca bu esnada tekstil mamullerinin üretimi esnasında bulaşan pislik, toz, kir, yağ gibi malzemeler ve doğal liflerin elde edildiği yerden gelen yaprak, çöpel, çığıt, kapsül, çekirdek kabuğu parçası gibi yabancı maddelerinde bir kısmı ağartılabilmekte ve uzaklaştırılabilmektedir (Karmakar 1999, Tarakçioğlu 1979, Yakartepe 1995).

Ağartma sırasında renkli maddeler liften ulaştırılmaz sadece kimyasal reaksiyonlarla (indirgeme, yükseltgeme) parçalanarak renksiz hale getirilirler (Aniş 2005, Yakartepe 1995).

Tekstil malzemesine yapılacak ağartma miktarı mamule yapılacak boyama veya baskı gibi renklendirme işlemlerinde elde edilecek renklerin açıklığı, parlaklığı, ve canlılığına göre değişmekle birlikte bu prosesin lifin rengini beyazlatırken tekstil ürününün fiziksel özelliklerini bozmamasına dikkat edilmelidir (Aniş 2005, Yakartepe 1995). Beyaz önemli bir pazar rengi olup ticari bir değeri olmaktadır (Tomasino 1992).

Birçok kimyasal reaksiyonda olduğu gibi ağartma prosesini etkileyen faktörler sıcaklık, süre, pH ve kimyasal konsantrasyondur (Tarakçioğlu 1979, Van

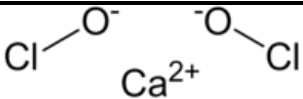
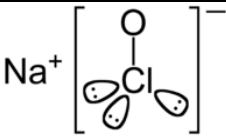
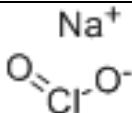
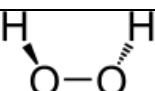
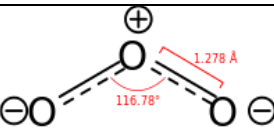
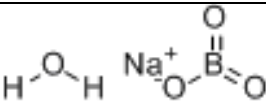
Dam 2002). Böylece ağartılmış ürünlerin haslık ve fiziksel özellikleri optimum noktada tutulabilmektedir (Van Dam 2002).

Tekstillerin ağartmasında endüstride kullanılan indirgen ve yükseltgen malzemeler aşağıdaki gibi derlenmiştir:

### Yükseltgen (Oksidasyon) Ağartma Maddeleri

Bu malzemeler bir başka maddeyi oksijen vermekle ya da hidrojen almakla, başka bir deyişle elektron kabul ederek yükseltgemektedirler (Yakartepe 1995). Tablo 3.1'de yükseltgen (oksidasyon) ağartma maddelerinin kimyasal adı, kapalı molekül yapıları ve açık molekül yapıları görülmektedir.

Tablo 3.1: Yükseltgen (Oksidasyon) ağartma malzemeleri molekül yapıları (Carr 1995, Karmakar 1999, Yakartepe 1995, wikipedia 2016, study 2016, chemspider 2016, fyeahchemistry.tumblr 2010, commons.wikimedia 2014, ichemistry.cn 2016, coleparmer 2016, rsc 2016, en.wikipedia 2016<sup>a</sup>, coleparmer 2016, chemicalbook 2016, turkish.alibaba 2016, erowid 2005).

Kimyasal Adı	Kapalı Gösterimi	Açık Gösterimi
Kalsiyum Hipoklorit veya Kireç Kaymağı	$\text{Ca}(\text{OCl})_2$	
Sodyum Hipoklorit	$\text{NaClO}$	
Sodyum Klorit	$\text{NaClO}_2$	
Hidrojen Peroksit ( %35 lik çözeltisinin adı Perhidrol )	$\text{H}_2\text{O}_2$	
Ozon	$\text{O}_3$	
Sodyum Perborat	$\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	

Tablo 3.1(Devam)

Sodyum Peroksit	$\text{Na}_2\text{O}_2, 8\text{H}_2\text{O}$	$\text{Na}^+ \text{O}^- \text{O}^- \text{Na}^+$
Sodyum Perkarborat	$\text{Na}_2\text{CO}_3, 3\text{H}_2\text{O}_2$	$\text{Na}^+ \text{O}^- \text{C}(=\text{O}) \text{O}^- \text{Na}^+$
Sodyum Persülfat	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$	$\text{Na}^+ \text{O}^- \text{S}(=\text{O})_2 \text{O}^- \text{O}^- \text{S}(=\text{O})_2 \text{O}^- \text{Na}^+$
Potasyum Permanganat	$\text{KMnO}_4$	$\text{O}=\text{Mn}(\text{O})_2 \text{O}^- \text{K}^+$
Perasetik Asit	$\text{CH}_3\text{CO}-\text{OOH}$	$\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{OH}$
Performik Asit	$\text{CH}_2\text{O}_3$	$\text{H}-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{O}-\text{H}$

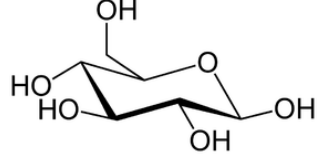
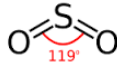
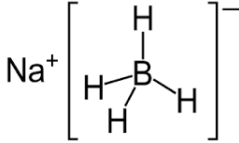
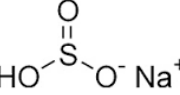
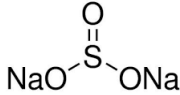
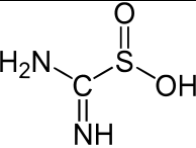
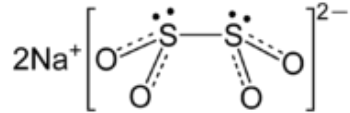
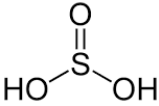
Ağartma potansiyelleri açısından sıralama yapıldığında aşağıdaki gibi olmaktadır:



### İndirgen ( Redükta ) Ağartma Maddeleri

İndirgen malzemeler bir başka maddenin kimyasal indirgenmesini sağlayan maddelerdir. Tablo 3.2’de indirgen (redükta) ağartma maddelerinin kimyasal adı, kapalı molekül yapıları ve açık molekül yapıları görülmektedir.

Tablo 3.2: İndirgen ( Redükta ) ağartma malzemeleri moleköl yapıları (Carr 1995, Karmakar 1999, Yakartepe 1995, turkcebilgi 2016, Tr.wikipedia 2015<sup>a</sup>, en.wikipedia 2016<sup>b</sup>, sbskimya 2016, balmumcukimya 2016, tr.swewe 2016, en.wikipedia 2016<sup>c</sup>, differencebetween 2016).

Kimyasal Adı	Kapalı Gösterimi	Açık Gösterimi
Glikoz	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub>	
Kükürt Dioksit	SO <sub>2</sub>	
Sodyum Borohidrid	NaBH <sub>4</sub>	
Sodyum Bisülfıt	NaHSO <sub>3</sub>	
Sodyum Sülfıt	Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	
Tiyöüre Dioksit	H <sub>2</sub> NC(=NH)SO <sub>2</sub> H	
SodyumDitiyonit (Hidrosülfıt)	NaO <sub>2</sub> SSO <sub>2</sub> Na	
Sülfüroz Asit veya Kükürtlü Asit	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	

Selülozik lifin ağartılması genellikle yükseltgen malzemelerle, yaygın olarak hidrojen peroksit, sodyum klorit ve sodyum hipoklorit ile yapılmaktadır. Ancak uygulama kolaylığı ve iyi beyazlık değerleri, ekolojik olması sebebi ile hidrojen peroksidin ülkemizde ve dünyada kullanımı artarken sodyum klorit ve hipokloritin



kullanımı oldukça azalmıştır. İndirgen maddeler daha çok ikinci bir ağartma ile daha yüksek beyazlık arzulandığında kullanılmaktadırlar (Yakartepe 1995).

### **3.1 Hidrofilleştirme**

Selülozik lif doğasında yağ, mum, vaks, pektin, hemiselüloz, protein gibi yabancı maddeler, safsızlıklar içerdiğinden yumuşak ve güzel bir tutum sahibi olmalarının yanı sıra hidrofob (su itici) karakterleri vardır. Bu özellikleri yaş terbiye işlemleri esnasında lifin iyi ve düzgün bir şekilde ıslanmasını ve kimyasal çözeltisi alımını güçleştirmektedir. İşte bütün bu yabancı madde ve safsızlıkların uzaklaştırılması ham lifin baz çözeltileri ile işlemi vasıtası ile sağlanmaktadır. Bu işlem esnasında sabunlaşabilir yağlar ve vakslar sabuna dönüşür sabunlaşamayan yağlar ise bu oluşan sabunlar tarafınlar emülsiyeye edilir. Pektinler suda çözünebilen pektik asit tuzlarına (sodyum pektinat) dönüşür. Mineraller, hemiselülozlar ve hatta küçük selüloz makromolekülleri çözünürler. Bu noktada sabun veya deterjan ilavesi yağ ve vaksları emülsiyeye etmek, uzaklaştırmak ve çözeltide askıda tutmak açısından faydalı olmaktadır (Aniş 2005, Karmakar 1999, Tarakçioğlu 1979, Yakartepe 1995, Tomasino 1992).

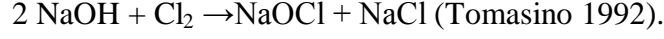
Atmosfer basıncında yapıldığında kaynatma, yüksek basınç altında yapıldığında ise pişirme işlemi olarak adlandırılmaktadır (Tarakçioğlu 1979, Yakartepe 1995). Solvent ile yapıldığında ise ekstraksiyon ismini almaktadır (Tomasino 1992).

Alkali işlem esnasında pamuğun primer çeperi uzaklaştırılarak ağartma ve boyamaya hazırlık yapılmış olur (Rouette 2000).

### **3.2 Sodyum Hipoklorit Ağartması**

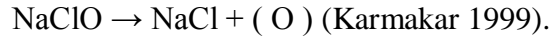
Kalsiyum hipoklorit olarak tekstillerin ağartılmasında en eski endüstriyel metod hipoklorit ağartmasıdır. Bugün ise ağartmaların %10'u hipoklorit ile yapılmaktadır. Hipoklorit küf ve bakteriler için dezenfektan ve yüzme havuzlarında hijyen amaçlı kullanılmaktadır.

Sodyum hidroksit çözeltisinin içerisine klor gazı verilmesi yoluyla aşağıdaki denkleme göre elde edilir.

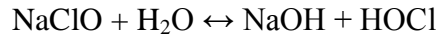


Hipokloröz asidin sodyum tuzu olan sodyum hipoklorit 1920 li yılların başına kadar tekstil endüstrisinde ağartma malzemesi olarak kullanılan en yaygın kimyasal madde olmuştur.

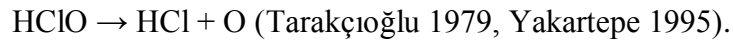
Ağartma mekanizması kısaca aşağıdaki gibidir;



Ancak sodyum hipokloritin suda çözülmesi esnasındaki reaksiyon aşağıdaki gibi olmaktadır;



Bu denge reaksiyonu NaOH miktarı arttıkça veya başka bir deyişle pH yükseldikçe sola doğru kayacak, pH 10 un üzerinde hipokloröz asit bulunmayacaktır. Oysa ki ağartma için gerekli olan reaksiyon hipokloröz asitin aşağıdaki parçalanma reaksiyonudur;



Öte yandan pH 6 - 8.5 arasında selülozik lifin ağartma esnasında gördüğü zarar yüksek olduğundan optimum ağartma koşulları pH 9-11.5 arasında olmaktadır (Aniş 2005, Karmakar 1999, Tarakçıoğlu 1979, Yakartepe 1995).

Ağartma banyolarında yine lifin zarar görmemesi için sıcaklığın 20°C üzerine çıkılmaması gerekmektedir (Aniş 2005, Tarakçıoğlu 1979, Yakartepe 1995).

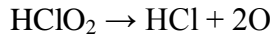
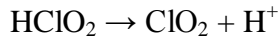
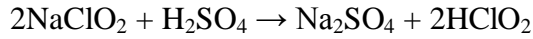
Hipoklorit maliyet avantajı olmasına rağmen endüstride proses atıklarının çevre açısından yük getirmesi (zehirli absorbe edilebilen organik halojenler AOX oluşumum ve yüksek KOİ ihtiyacı, atık çamurda dioksinler, pentaklorfenol içeriği)

yüzünden ekolojik ve çevreci bir malzeme olmaması sebebiyle tercih edilmemektedir (Aniş 2005, BAT 2002, Rouette 2000).

### 3.3 Sodyum Klorit Ağartması

Sodyum klorit klor dioksit gazının (  $\text{ClO}_2$  ) ağartma için stabil bir katı kaynağıdır (Carr 1995). %80 lik toz halinde satılır (Tomasino 1992).

Klor dioksit gazı sodyum kloritin parçalanması ile ortaya çıkar ve düşük pH değerlerinde, yüksek sıcaklıklarda bu reaksiyon daha hızlı aşağıdaki denklemlerde görüldüğü üzere gerçekleşir.



Burada dikkat edilmesi gereken husus asidik ortamda zehirli ve aşındırıcı bir gaz olan klor dioksitin açığa çıkacağıdır (Karmakar 1999).

1939'da ağartma malzemesi olarak kullanılmaya başlanan sodyum klorit özellikle 80'li yılların sonunda popüler hale gelen sodyum klorit ağartması günümüzde kısıtlı bir kullanıma sahiptir. Hipoklorit ve peroksit ile kıyaslandığında daha yüksek maliyetli olan bu ağartmanın avantajı selüloz liflerinin en az zarar gördüğü, yağ ve vaksların tam olarak uzaklaşmaması sebebi ile daha yumuşak bir tuşeye sahip olduğu, ağartmanın asidik ortamda yapılması sebebi ile selüloz lifinin daha az şiştiği ve daha az kırıştığı, bir ağartma yöntemidir. Ancak bu avantajların yanı sıra insan sağlığına zarar verme ve paslanmaz çelikte dahil olmak üzere cihazlara zarar vermesinden dolayı hiçbir zaman yaygın bir kullanım alanı olmamıştır (Aniş 2005, Carr 1995, Tarakçıoğlu 1979, Yakartepe 1995).

Sodyum hipokloritin ağartma atık sularında AOX konsantrasyonu 10-80 mg/l olmasına karşın sodyum kloritte yaklaşık onda biri kadardır (Rouette 2000).

Çevresel açıdan bakıldığında AOX oluşumu hipoklorite kıyasla daha düşük ancak kullanımı ve depolanması, zehirlilik, korozyon ve patlama riskleri nedeniyle özel bir dikkat gerektirmektedir. Sadece hidrojen peroksit ile tek başına ağartmanın mümkün olmadığı keten ve sak lifleri v.b. lif için kullanım alanı bulunan sodyum kloritini aşamalı bir hidrojenperoksit-klordioksit ağartması uygulanabilmektedir (BAT 2002).

Ağartma için optimum pH olan 3.5 – 4 genellikle formik asit ile ayarlanabilir ve sıcaklık 80-90 C arasında tutulmalıdır (Aniş 2005, Tarakçioğlu 1979, Yakartepe 1995).

Sodyum klorit ve asetik asetin sulu ortamda reaksiyonu sonucu elde edilen klor dioksit  $ClO_2$  ve ardından furfural alkol ile işlem gören hindistan cevizi lifinde vaks ve yağlı maddelerden oluşan maddelerin uzaklaştığı ve lifin üzerinde delik ve çukurların ortaya çıktığı görülmektedir. Bu yüzden hücreler arası bağlama malzemelerinin ve amorf vaksli kütikül tabakasının uzaklaşmasından dolayı lif daha pütürlü bir yüzeye sahip olmuştur (Saw ve diğ. 2011).

Öte yandan ağartmanın asidik ortamda yapılmasından dolayı  $pH < 4$  klorit ağartması paslanmaz çelik metal malzemeye bile korozif etki gösterebilmektedir (Rouette 2000).

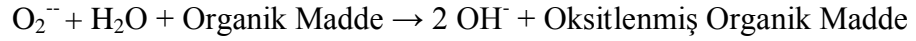
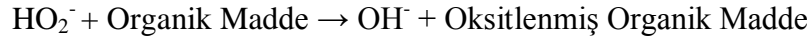
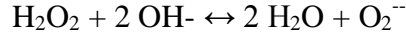
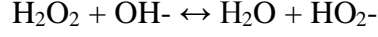
### **3.4 Hidrojen Peroksit Ağartması**

Hidrojen peroksit ağartma, dezenfeksiyon ve oksitleme proseslerinde kullanılmaktadır. Reaksiyon ürünlerinin oksijen ve su olmasından dolayı çekici bir yükseltgen kimyasaldır (Kumbasar ve diğ. 2010, Rouette 2000).

1920-30'larda kullanılmaya başlayan hidrojen peroksit, günümüzde selülozik bazlı tekstillerin ağartılmasında en çok kullanılan kimyasal maddedir. Tüm liflerin %85-90'ının ağartılmasında kullanılmaktadır (Aniş 2005, Karmakar 1999, BAT 2002).

Pamuklu tekstillerin ise %95 inden fazlasının hidrojen peroksit ile ağartıldığı düşünülmektedir (Rouette 2000, Tomasino 1992).

Peroksit ağartmasında etkili olan reaksiyonlar aşağıdaki gibidir.



Burada ağartmayı sağlayan  $\text{HO}_2^-$  ve  $\text{O}_2^{2-}$  iyonlarıdır. Oksitlenecek organik maddeler ise selülozik lifin üzerinde bulunan, oksitlendiğinde bozularak renklerini kaybedecek, yabancı madde ve safsızlıklardır (Aniş 2005, Tarakçioğlu 1979, Yakartepe 1995).

Burada istenmeyen durumlar özetlenecek olursa,

- Gereğinden fazla hidrojen peroksit kullanımı sebebiyle lifin hasar görmesi
- Hidrojen peroksitin hızla parçalanarak life zarar vermesi
- Ağartma banyosunda veya lif üzerinde katalitik etki gösteren metal ve iyonların bulunması sebebiyle selüloz lifinin oksitlenmesi ve zarar görmesi
- Hidrojen peroksitin su ve oksijene dönüşeceği reaksiyonun normalden fazla gerçekleşmesi

Bu yüzden konsantrasyon, pH, sıcaklık ve süre parametrelerinin kontrolü yanısıra ağartma banyosuna stabilizatör, ıslatıcı, iyon tutucu vb. malzemeler ilave edilir (Tarakçioğlu 1979, Yakartepe 1995, Carr 1995, Brooks ve Moore 2000).

Ağartma maddeleri içinde en düşük redoks potansiyeline sahip olması sebebiyle hem soğuk hem de sıcak ağartmalarda kullanılabilir (Yakartepe 1995). Bu yüzden uygulama yöntemleri soğuk pad-batch ağartması, buharlama koşullarında ağartma ve uzun flottede sıcak ve HT ortamında çektirme yöntemine göre ağartma

işlemlerini de içerecek şekilde, kesikli ve kesiksiz makinelerde geniş bir çeşitliliğe sahiptir (BAT 2002, Issuu 2013).

Dezavantajları kısaca,

- Yüksek sıcaklıklara çıkılmadığında uzun süreli olmaktadır.
- Ağartma banyosunda veya lif üzerinde metal ve iyonların bulunması sebebiyle selüloz lifinin katalitik etkiyle oksitlenebilmesi ve zarar görmesi mümkündür.
- Ağartma yapılabilecek kazan ve kapların katalitik etki gösterebilecek metalleri içermemesi gerekmektedir (Aniş 2005, Sundara 1998).

Hidrojen peroksit asidik ortamda stabildir. Ancak ağartma alkali ilavesi ve yüksek sıcaklıkta yapılmaktadır (Abdul ve Narendra 2013, Textilelearner.blogspot 2012, Sundara 1998).

Peroksit ağartma banyosunun pH ayarlaması selülozik lif için sodyum hidroksit veya sodyum karbonat yardımıyla yapılır (Carr 1995).

OH\* radikalinin etkin şekilde oluşumu için optimum pH 11,2 olmakla birlikte, tekstil malzemelerine, pH 10,5–12 aralığında hidrojenperoksit ağartması yapılmaktadır (BAT 2002).

Selülozik lifin ağartılmasında en güvenilir ve optimum pH aralığı 10,5-10,8 arasındadır. Ancak yüksek pH değerlerinde peroksit stabil olmadığından stabilizatör kullanımı gereklidir (Karmakar 1999). pH 11,5’da peroksit hızla parçalanır ve moleküler oksijen açığa çıkar (Carr 1995, Abdul ve Narendra 2013, Textilelearner.blogspot 2012).

Çevresel açıdan hidrojen peroksit ağartması sırasında meydana gelen parçalanma reaksiyonu sonucu, yalnızca su ve oksijen olduğundan çevreci bir kimyasal olmakla birlikte yardımcı kimyasalların kullanımı ile ilgili sorunlar ayrıca dikkate alınmalıdır (Ör: stabilizatör, ıslatıcı vb.) (BAT 2002).

Hipoklorit veya klorit ve oksidatif ağartıcıların etki mekanizmasından farklı olduğu için indirgen ağartma ile kombine yapılmaları lifin korunması, bekleme esnasındaki sararmaların önlenmesi ve maksimum beyazlık için uygulanabilmektedir (Rouette 2000).

Hidrojen peroksitle selülozik materyallerin ağartılmasında ağartma performansını iyileştirmek için aktivatörlerin kullanımı bilinmektedir. Bu aktivatörler kinetik olarak daha aktif bir ortam yaratarak ağartmanın daha ılıman koşullarda (düşük sıcaklık, düşük pH, kısa işlem süreleri ve düşük peroksit konsantrasyonu v.b.) yapılmasını ve buna bağlı olarak lif malzemesinin göreceği zararın minimizasyonunu sağlamaktadırlar (Kumbasar ve diğ. 2010).

Tetraasetil etilen diamin (TAED) hidrojen peroksit için iyi bilinen bir aktivatördür. Ancak TAED suda çözünür değildir ve bu onun tekstil ağartma alanındaki kullanımını kısıtlar. Aktivatör olarak tiyoüre kullanımı ile uygun mukavemet değerleri ve beyazlık değerleri elde edilebilmektedir (Abdel-Halim ve Al-Deyab 2013).

Nonanoiloksi benzen sülfanat (NOBS) de bilinen bir aktivatördür. Uzun alkil zincirine sahip anyonik bir bileşik olan NOBS düşük suda çözünürlüğe sahiptir. TAED ve NOBS yanı sıra katyonikaktivatörler (örneğin; N – 4 - tri etil amonio metil benzoilkaprolaktam klorür TBCC) sentezlenerek konvansiyonel hidrojen peroksit ağartmaları yerine düşük sıcaklıkta aynı beyazlık dereceleri, daha az lif hasarı ile sağlanabilmektedir (Hou ve diğ. 2010).

Hidrojen peroksitten üretilen perborat ve perkarbonatlar ticari olarak bulunabilen deterjanların esas kısmını oluşturmaktadırlar (Abdel-Halim ve Al-Deyab 2011).

### **3.5 Potasyum Permanganat Ağartması**

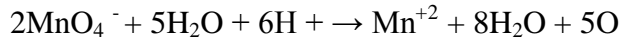
Koyu mor metalik parlak kristal halde suda çözünebilen kuvvetli yükseltgen özellikte asidik alkalın ve nötr çözeltilerde etki eden bir malzemedir (Rouette 2000).

Çevre dostu ve ekonomik yeni ağartma metodları geliştirmek için yapılan çalışmalarda potasyum permanganat çok yönlü bir yükseltgen malzeme olmasından dolayı umut vericidir. Sodyum hipokloritten sonra tekstilde kullanılan ağartıcılar içinde en kuvvetli olanıdır. Permanganat inorganik veya organik bileşikleri nötr, asidik ve alkali koşullarda, sulu veya susuz ortamlarda oksitleme yeteneğine sahiptir (Hebeish ve diğ. 2011).

Ağartma koşulları açısından bakıldığında asidik koşulların alkalilere göre daha uygun olduğu bilinmektedir (Mortazavi ve diğ. 2008).

Potasyum permanganat ile ağartma öncelikle potasyum permanganat çözeltisinde bekletme ile selülozik lifin üzerinde  $MnO_2$  çökeltilmesinin ardından oksalik asit çözeltisi yardımı ile bu moleküllerin indirgenmesi yoluyla olmaktadır (Hebeish ve diğ. 2011).

Bu reaksiyon aşağıdaki mekanizmaya göre olmaktadır;



Potasyum permanganat ile hidrojen peroksit alternatif olabilecek, zaman ve enerji tasarrufu sağlayacak çalışmalar yapılmaktadır (Mortazavi ve diğ. 2008).

Alternatif bir uygulama olarak potasyum permanganat ile işlem sonrası sodyum klorit ağartması şu şekilde yapılmıştır; Selülozik bazlı numuneler 0.16 N potasyum permanganat çözeltisinde 50 °C 15 dk bekletilerek mangan dioksidin kumaş yüzeyinde çökmesi sağlanmış ardından numuneler çıkartılarak destile su ile yıkanmıştır. Ardından 5g/l sodyum klorit, ıslatıcı içeren 1:10 banyo oranında pH 7 de 50 - 95 °C arasında değişen sıcaklıklarda denemeler yapılmış ve tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir (Abdel-Halim 2012).

### **3.6 Perasetik Asit Ağartması**

Patlayıcı olarak sınıflandırılan, renksiz %8,6 oksijen içeren pH'ı 8,2 olan bir sıvıdır (Rouette 2000).



Su ve organik solventlerin birçoğu ile karışabilen ve kuvvetli yükseltgen olan perasetik asitin pH 5-5,5 arasında stabilitesi en düşüktür (Eklahare 2016).

Perasedik asit bir peroksi karboksilik asit olup genellikle tekstil endüstrisinde kullanılır. Peroksi grupları genellikle stabil değildirler. Bu kendisinden hareket alan bir parçalanma reaksiyonunu başlatabilir. Bu yüzden ürünün saklama miktarı, saklama kabı ve taşıma şekli sıkı kontrol edilmelidir (Hickman 2002).

Perasetik asit hidrojen peroksite bir asetik türevi olup ona göre daha az kararlıdır (Carr 1995).

Perasetik asit ilk kez 150 yıl önce hazırlanmış olmasına rağmen tekstil malzemelerinin ağartılması için patent 1940 lı yıllarda alınmıştır (Hickman 2002).

Perasetik asit iyi bir yükseltgen olup özellikle gıda, kağıt ve tekstil endüstrisinde kullanılmaktadır. Ancak hidrojen peroksit ve asetik asit veya asetik anhidritin bir araya gelmesinden oluştuğundan dolayı patlama ihtimali ve yüksek fiyatından dolayı kısıtlı bir kullanım alanına sahiptir. Hidrojen peroksit göre temel avantajı 60°C'de nötr pH da yardımcı malzeme ilavesi olmadan 40 dak. gibi kısa bir sürede bile tatmin edici beyazlık derecelerini sağlamasıdır. Bu ağartma ve ard yıkamalarda düşük enerji ve su tüketimi avantajını sağlamaktadır. Ağartma sonrası nötralizasyona ihtiyaç duyulmamaktadır (Križman ve diğ. 2005, Abdel-Halim ve Al-Deyab 2011, Karmakar 1999).

Daha çevreci ve zehirli olan yan ürünler çıkarmadığından dolayı düşük lif hasarı ile yüksek beyazlık değerleri elde edilebilmesi açısından perasetik asit ağartması sodyum hipoklorit ağartmasına iyi bir alternatif oluşturmaktadır (Steiner 1995).

Yüksek sıcaklık ve pH da ya da ortamda metal olduğunda perasetik asit, asetik asit ve oksijen verecek şekilde parçalanır. Ancak bu istenmeyen bir reaksiyondur. Açığa çıkan bu ürünler çevre açısından güvenilirdir (Križman ve diğ. 2005, Tavcer 2010).

Selülozik lifin içerdığı safsızlıklara yönelik ağartma prosesi reaksiyon mekanizması aşağıdaki gibidir;

$\text{CH}_3\text{COOOH} + \text{Safsızlıklar} \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{Oksitlenmiş Safsızlıklar}$  (Karmakar 1999, Križman ve diğ. 2005).

Ağartma esnasında asetik asit açığa çıkmakta ve banyo pH'ı yavaşça düşmektedir. İşlem sonunda sadece durulama yeterli olmaktadır (Tavcer 2010).

Optimum ağartma etkisi pH 7-8 aralığında olmakta, bunun altındaki değerlerde beyazlatma etkisi azalmakta, üzerinde ise selülozik lifler hasar görmektedir (BAT 2002).

Ağartma mekanizması hidrojen peroksit benzemesine rağmen perasetik asit kullanımında lifin gördüğü zarar daha az olmaktadır. Ancak perasetik asit ağartması hiçbir zaman peroksit, hipoklorit veya klorit gibi yaygın kullanılmamıştır (Abdel-Halim ve Al-Deyab 2011).

Ağartma aktivatörleri perasetik asit öncüleridir, yani alkali bir hidrojen peroksit çözeltinde perasetik asit ortaya çıkarırlar. En yaygın kullanılanları TAED (tetraasetiletilendiamin) ve NOBS (nonanoiloksibenzensülfonat) dir (Abdel-Halim ve Al-Deyab 2011, Bevan 1997).

Selülozun bakır, demir gibi katalitik aktif iyonlar sebebiyle zarar görmesini engellemek amacıyla hidrojen peroksit ağartmalarında olduğu gibi perasetik asit beraberinde bir iyon tutucu kullanılabilir (Karmakar 1999).

### **3.7 Sodyum Perborat Ağartması**

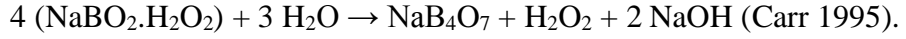
Sodyum perborat ile hidrojen peroksitin reaksiyonu ile elde edilen kristal bileşik formundaki sodyum perborat deterjanlarda ağartma amacı ile toplam ağırlığın %15-30 u oranında kullanılmaktadır. Suda çözüldüğünde hidrojen peroksit açığa çıkaran bu malzemenin çözeltisi bir hidrojen peroksit çözeltisi olmaktadır (Prabaharan ve Almeida 2004, Carr 1995, Rouette 2000).

Saf halde %10 kadar aktif oksijen içeren renksiz kristal veya toz haldeki malzeme ısıtılırken yavaş yavaş oksijen açığa çıkarır (Rouette 2000).

Bu yüzden tam beyaz ihtiyacı olmadığında ve boyama için yeterli beyazlık istendiğinde kullanılırlar (Tomasino 1992).

Ağartmanın etkisini arttırabilmek için 95°C de işlem yapılmalıdır (Trotman 1970).

Suda çözülme reaksiyonu aşağıdaki gibidir:



Sodyum perborat ayrıca konsantre deterjanların yanı sıra bazı tıbbi dezenfeksiyon ve temizlik çözeltilerinin hazırlanmasında kullanılmaktadır (Pesman 2010).

Sodyum perborat stabil ve zehirli olmayan bir oksitleyici malzemedir. Perokso tuzu içeren bir anyonik yapısı vardır. Sulu çözeltilerinde hızla hidrojen peroksit açığa çıkarır (Huang ve Sun 2003).

Sodyum perborat tekstillerin ağartılmasında kullanılabilir (Karmakar1999).

Tetra asetil etilen diamin (TAED) adındaki ağartma aktivatörü ile kullanılarak düşük sıcaklıklarda ve düşük alkalinite de pamuk için kabul edilebilir sonuçlar elde edilmektedir (Prabaharan ve Almeida 2004).

Doğal selülozik liften mamul antik tekstillerin kimyasal ağartılması için yapılan denemelerde 30-35°C sıcaklıkta sodyum perborat ile yapılan denemelerde 1-2 saat içerisinde arzu edilen beyazlık elde edilmiş ancak bu beyazlığın kalıcılığı düşük olmuştur (Poot 1965).

Hidrojen peroksit'e göre üretiminde hidrojen peroksit kullanıldığı için bir maliyet avantajı olmamakla birlikte daha stabil olmasından ve katı halde saklanabilir olmasından dolayı hidrojen peroksitin iyi bir alternatifidir (Pesman 2010).

### **3.8 Sodyum Perkarbonat Ağartması**

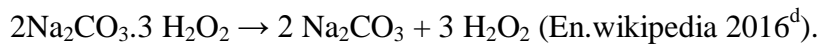
Sodyum perkarbonat sodyum karbonat ve hidrojen peroksitin reaksiyonu yoluyla elde edilir (En.wikipedia 2016<sup>d</sup>).

Klor içermeyen ağartmalarda ve düşük sıcaklıkta kir ve leke çıkarmaya yönelik deterjanlarda perborat yerine kullanılabilir (Poot 1965, Bevan 1997, Rouette 2000).

Sodyum perkarbonat yaklaşık %13 oksijen içeren beyaz toz halinde bulunan bir kimyasaldır. %1 lik çözeltisinin pH'ı 10,5tir. 20°C üzerinde sodyum karbonat ve hidrojen peroksit açığa çıkararak parçalanır (Carr 1995, Rouette 2000).

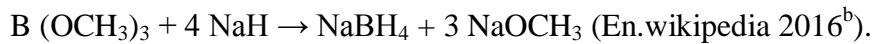
Boyama için yeterli beyazlık istendiğinde ve tam beyaz kumaş ihtiyacı olmadığında zemin rengini geliştirmek için kullanılır (Tomasino 1992).

Ağartmanın etkisini arttırabilmek için 95 C de işlem yapılmalıdır (Trotman 1970).



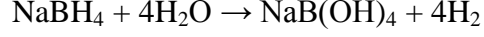
### **3.9 Sodyum Borohidrit Ağartması**

Gri beyaz kristal formda bulunan sodyum borohidrit, sodyum hidrit ile trimetilboratın aşağıdaki reaksiyonu ile elde edilir:



Sodyum borohidrit bir hafif indirgen malzeme olup sulu çözeltilerinde stabil haldedir. Bu yüzden borohidritin tam hidrolizi için sıcaklık yükseltilmesi veya asit

ilavesi gerekmektedir. Sulu çözeltisinde pH düşmesi aşağıdaki reaksiyona göre olmaktadır;



Ağartma prosesinin optimizasyonu kimyasal konsantrasyonu, ağartma sıcaklığı, ağartma süresi ve pH ile sağlanmaktadır (Yılmaz ve Kanık 2009).

Selüloz harici lignin gibi bileşenleri içeren jüt gibi liflerin ağartılmasında hidrojen peroksit ve perasetik asitin etkileri çok düşük olmasına rağmen sodyum ditiyonit ve sodyum bisülfid gibi indirgen ağartıcıların yanında sodyum borohidrit ağartması tavsiye edilebilir (Karmakar 1999).

Sodyum borohidrit aldehit ve keton grupları için seçici bir indirgen maddedir. Selüloz ağartmasında oksiselüloz oluşumu ve dehidrasyona bağlı sararmalarda selülozun ağartılması için kullanılır. Adı geçen grupları indirgeyerek sarılığı giderir.

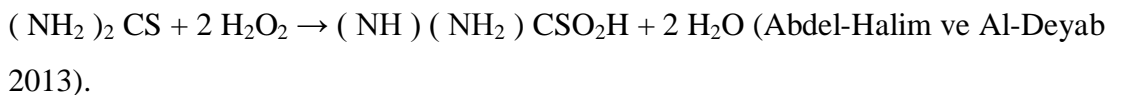
Selülozik lifin ağartılmasında ve parlaklığının artırılmasında ozon ile kombine işlemlerde kullanılır (Carr 1995).

### **3.10 Tiyöüre Dioksit (TUDO) Ağartması**

Tiyöüre birçok endüstriyel üretimde önemli bir kimyasal olup temel bilimsel araştırmalarda da kullanılmaktadır (Abdel-Halim ve Al-Deyab 2013).

Yükseltgen hidrojen peroksit ağartmasını müteakip yapılan kombine ağartmalarda yüksek beyazlıklar elde edilebilmektedir (Carr 1995).

Tiyöürenin hidrojen peroksit ile nötr ya da alkali ortamda reaksiyonu sonucunda tiyöüre dioksit (TUDO) aşağıdaki mekanizmaya göre oluşmaktadır;



Tiyöüre dioksit yünün ağartmasında hidrojenperoksit ağartmasının ardından aynı banyoya tiyöüre veya tiyöüre dioksit ilavesi ve pH ayarıyla uygulanabilmektedir (Karmakar1999, Carr 1995).

Tiyöüre diokstin parçalanma hızı artan sıcaklık ve pH ile artar, artan konsantrasyon ile azalmaktadır (Karmakar1999).

Tiyöüre dioksit nötr ve hafif asidik ortamlarda da etkili olduğundan alkaliye hassas liflerin ağartılmasında kullanılabilir (Rouette 2000).

Tiyöüre diokstin indirgeme potansiyeli sodyum ditiyonitinkinden çok daha yüksektir. Ancak çevresel açıdan bakıldığında tiyöüre diokstin oksidasyon ürünleri, atık suların azot ve kükürt kirliliklerini artırabilir (BAT 2002).

Sodyum ditiyonite göre daha ucuz olması ve daha düşük atıksu yükünden dolayı (düşük mutajen aktivitesi, düşük KOİ ve BOİ değerleri, zehirsiz olması) avantajlı bir ağartma maddesidir (Karmakar 1999).

### **3.11 Enzimler İle İşlemler**

Enzimler tekstil endüstrisinde 1980'lerin sonundan beri artarak kullanılmaktadır. İşletmelerde kullanılan kimyasalların yerine enzim kullanımı ile enerji, su, kimyasal tasarrufu yanı sıra kalite iyileşmesi sağlanabilmekte ve çevreye verilen zarar azaltılmaktadır (Blackburn 2009).

Enzimler biyolojik katalizörler olduğundan yapılan işlemlerin ardından enziminin aktivitesinin devam etmemesi için etkisizleştirilebilmelerine yönelik bir ard işleme ihtiyaç duyulmaktadır.

Pamuğun işlenmesindeki konvansiyonel ön terbiye işlemleri enzim ile katalize edilen prosesler ile ikame edilebilmiştir. Selülozik olmayan safsızlıkları uzaklaştırmak ve yağ, vaks pektin gibi hidrofobik maddeleri uzaklaştırarak yüzeyi daha hidrofil yapmak amacıyla yapılacak bio işlemler daha ekolojik bir alternatif oluşturmaktadır (Abdel-Halim ve diğ. 2008).

Tekstilde kullanılan enzimler, etkili oldukları malzemeler ve işlevleri Tablo 3.3'te özetlenmiştir.

Tablo 3.3: Tekstil sektöründe kullanılan enzimler ve özellikleri (Aehle 2007).

Enzim	Substrat	Kullanımı	Teknik faydaları	Etkisi
Amilaz	amiloz	pamuğun haşıl sökmesi	Niştanın etkin uzaklaştırılması	liften niştanın uzaklaştırılması
Selülaz	selüloz	pamuğun biyo-parlatması, Iyocell lifinin defibrilasyonu, denim taş yıkanması	tüy ve mikro lifciklerin uzaklaştırılması	yeni bir görüntü kazandırılması, şeftali tüyü hissi, eskimiş efekti yaratılması
Pektinaz	pektin	pamuğu pişirilmesi, sak liflerinin havuzlanması	hücre ve lif dış çeperinin destabilizasyonu	selülozik olmayan maddelerin uzaklaştırılması, lif ekstraksiyonu
Katalaz	hidrojen peroksit	ağartma	peroksit parçalanması	ağartma malzemesi nötralizasyonu
Lakkaz	medyator	ağartma, boyanın renk giderimi, atıksu işlemleri	ağartma malzemesi oluşturma, kromofor renk giderimi ve boyarmaddelerin oksidasyonu	beyazlık geliştirme, denimin eskitilmesi, atıksu renk giderimi
Glikoz oksidaz	glikoz	ağartma	ağartma malzemesi oluşturma	beyazlık geliştirme
Proteaz	protein, serisin, selülaz proteini	yünün ağartılması, ipeğin zank giderimi, denim taş yıkaması	pulcukların uzaklaştırılması, serisin parçalanması, indigonun protein ile bağlanmasını engelleme	çekmezliğin geliştirilmesi, serisinin uzaklaştırılması, geri kirletmenin azaltılması
Hemiselülaz	hemiselüloz	sak liflerinin havuzlanması	lif dış çeperinin destabilizasyonu	lif eldesinin geliştirilmesi
Ksilinaz	lignin	jütün işlenmesi	ligninin parçalanması	ağartılabilirliğin geliştirilmesi

## **Selülaz**

Dünya endüstriyel enzim pazarının yaklaşık %14 ünü oluşturan selülazlar tekstil sektöründe selüloz içeren malzemelerin bitim işlemlerinde 1980'lerden beri kullanılmaktadırlar. Tekstil sektöründe kullanılan enzimlerin yaklaşık %50 si selülazlardır (Omonen 2007).

Bakteri, mantar ve bazı protozoa türleri tarafından salgılanan selülozu sindirmeye yarayan bir tür enzim olan selülaz, selülozik biyokütleyi $\beta$ -1,4-glikozidik bağlarını parçalayarak küçük parçalara ayırır (Tr.wikipedia 2016 ). Selülazlar selülozu dekstrinlere indirgerler (Rouette 2000).

Selülazlar tekstil ve yıkama alanlarındaki başarısını selülozik lifi kontrollü ve arzu edilen yönde modifiye edebilme yeteneklerinden dolayı kazanmışlardır. Selülazların en çok bilinen tekstil uygulamaları biyolojik taşıma ve biyolojik parlatmadır. Ayrıca ev yıkama deterjanlarında da kullanılmaktadır. Bu şekilde deterjanlar ufak tüycükleri kumaş yüzeyinden uzaklaştırarak görünümünü ve renk parlaklığını geliştirmektedirler (Bhat 2000).

Bunun yanı sıra kumaşın pillinglenmesi (boncuklanması) azalmakta ve küçük lifciklerle beraber kirlerinde uzaklaşması sağlanmaktadır. Biyo-parlatma ile elde edilen efekte şeftali tüyü de denmektedir (Bevan 1997).

Selülazlar farklı yüzey görünümü yanı sıra selülozik ürünlere yumuşaklık da verirler (Duran ve Duran 2000).

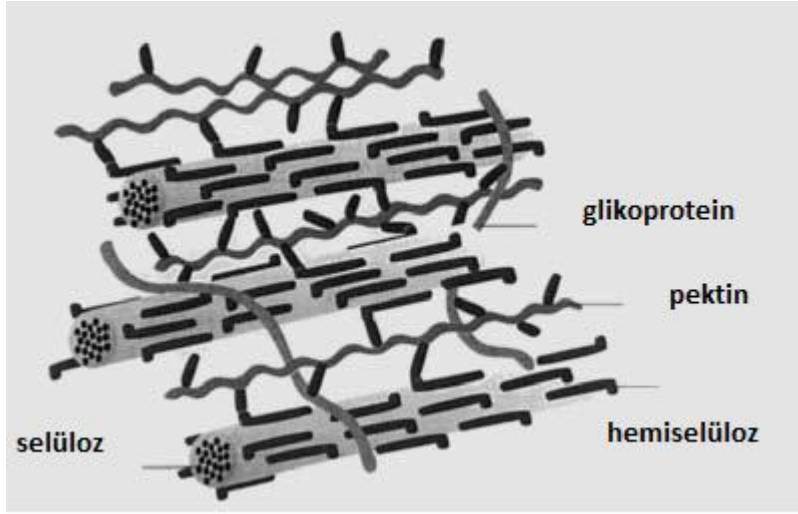
Sodyum perborat TAED yanında gerek pektinaz gerekse selülaz ilavesi ile yapılan ağartmalarda pamuk polyamid karışımı kumaş ağartmalarında istenen beyazlıklar daha kısa işlem süresi ve daha düşük alkali tüketimi ile daha az mukavemet kaybı ile elde edilebilmektedir (Usluoglu ve Arabaci 2014).



## Pektinaz

Bitki hücre duvarlarından elde edilen bir heterosakkarit olan pektin, pektinaz enzimi ile önce pektinik asite ve ardından pektik asite dönüşebilir (Tr.wikipedia 2014<sup>b</sup>).

Pektinazlar veya pektinolitik enzimler pektin maddesinin hidrolizini katalize eden enzimlerdir. Genellikle üç tipi pektin malzemesini parçalamak için kullanılmaktadır. Pektin esterazları, poligalaktronazlar ve pektinliyzaları. Doğal bir bağlayıcı olan pektinin uzaklaştırılmasından sonra selülozik lifin içinde bulunan ve selülozik olmayan kısımlar yüzey aktif malzemeler ve mekanik etki yardımı ile uzaklaştırılabilirler. Pektinaz ile işlem asit veya alkali ortamda uygulanabilir (Presa ve Tavcer 2008, Sancar ve diğ. 2012). Selülozik lif primer hücre duvarı ana bileşenleri Şekil 3.1’de gösterilmektedir.



Şekil 3.1: Selülozik lif primer hücre duvarı ana bileşenleri (Rouette 2000).

Pektinaz orta lamelde yer alan pektinlerden oluşan polisakkarit zincirlerini dekompoze eder. Yüksek moleküllü pektinleri ve hemiselülozları galaktronik aside parçalarlar. Bu yüzden sak liflerinin biyolojik havuzlamasında önemli bir rol oynarlar (Rouette 2000).

Ketenin ağartılmasından önce alkali işlem yerine enzim vasıtası ile temizlenmesine yönelik yapılan çalışmada pektinazın lakkazdan ve diğer enzimlerden daha etkili olduğu tespit edilmiştir (Ossola ve Galante 2004).

Pektinaz/lipaz enzim karışımı kullanımı ile alkali işleme göre daha düşük lif hasarı ve daha yüksek polimerizasyon derecesine bağlı yüksek mukavemet değerleri ketende elde edilebilmiştir (Abdel-Halim ve diğ. 2008).

Enzimin çalışma şartları ile uyum gösterdiğinden pamuk lifinde aynı banyoda pektinaz ve perasetik asit ağartması enzimsiz perasetik asit ağartmasına yakın ancak daha az pektin içeren sonuçlar vermiştir. (Presa ve Tavcer 2008) Tek adımlı pektinaz bio-temizleme ve perasetik asit ağartmasında pamuğun sadece perasetik ağartmasına göre daha yüksek hidrofilite değerleri elde edilebilmiştir (Shafie ve diğ. 2009).

Ketenin alkali ortamda pektinaz ve peroksit ağartması, asidik ortamda selüloz ve perasetik asit ağartmasına kıyasla daha iyi beyazlık değerleri ve daha az ağırlık ve mukavemet kayıpları sağlamıştır (Ibrahim ve diğ. 2008).

Pektinazın alkali işlemin yerine geçebildiği, enzim ve alkali işlem görmüş pamuk kumaşların yakın hidrofilite ve lif mukavemeti değerlerine sahip oldukları ancak alkali işlemin daha etkili olduğu, ağırlık kaybı ve beyazlık değerlerinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Preša ve Tavcer 2008).

Pamuk bazlı kumaşlarda yapılan çalışmalarda pektinaz ve selüloz enzimlerinin ikili karışımlarıyla yapılan biyolojik işlemlerde kumaş performansları konvansiyonel alkali işleme yakın olmakta, hidrofilite değerleri daha iyi olmakta ancak mukavemet değerleri düşmektedir (Hebeish ve diğ. 2009).

Pamukta pektin kullanımı ile pektin içermeyen, düşük vaks içeriği olan ve buna bağlı hidrofilite, beyazlık, polimerizasyon derecesi, kristalinite, mekanik özellikler açısından alkali işlem ile aynı etkinlikte sonuçlar elde edilebilmiştir (Kalantzi ve diğ. 2008).

Pamuk lifinde selüloz ve pektinazın yardımı ile yapılan enzimatik işlemde pamuk lifinin yüzeyindeki protein ve pektinlerin uzaklaştırıldığı ve lifin kütikula tabakasının pektinaz tarafından pektinin yok edilmesi ile, selüloz da ise birincil duvarın parçalanması ile zarar gördüğü, bunlara bağlı olarak enzimatik işlem ile hidrofilitenin belirgin şekilde arttığı gözlemlenmiştir (Li ve Hardin 1997).

Pamuk lifinin bio işleminde asidik pektinazın etkili olduğu, optimum enzim aktivitesi ve bio işlem için pH kontrolü ve non iyonik yüzey aktif malzemelerin kullanımının anahtar parametreler olduğu görülmüştür (Calafell ve Garriga 2004).

Asidik ve alkali pektinazların benzer performansla sahip oldukları görülmüş yüzey aktif maddelerin pamuk lifi içindeki yabancı maddelerin uzaklaştırılması için gerekli olduğu görülmüştür (Tzanov ve diğ. 2001).

Ketende selülozik olmayan malzemelerin uzaklaştırılabilmesi için enzimatik işlemler selüloza verilen zararın minimize edilebilmesi adına en uygun çözüm olduğu görülmüştür (Dezert ve diğ. 1998).

Pektinaz son dönemde yavaş yavaş geleneksel alkali işlemin yerini almaya başlamıştır (Lacasse ve Baumann 2004).

Pektinaz ile biyo-hidrofilleştirilmenin avantajları alkali işleme göre daha ılıman bir proses olması sebebi ile selülozik lifin zarar görmemesi, alkali işleme göre daha az su tüketimi ve daha düşük atık su yükü, daha az enerji ve zaman, daha az ağırlık kaybı ve iyi hidrofiliteler yanı sıra daha yumuşak bir tutumdur (Eklahare 2016, Cavaco-Paulo ve Gübitz 2003, Bellini ve diğ. 2002).

Geleneksel alkali işlemde yüksek sıcaklıkta sodyum hidroksit, sodyum karbonat ve hidrojen peroksit gibi kimyasallar kullanılabilmekte bu yüzden de safsızlıklar uzaklaştırılmaya çalışılırken selüloza zarar verebilmekte ve ağırlık kaybı yaşanmaktadır. Biyo-hidrofilleştirme olarak bilinen pektinazla enzimatik işlem ilk kez 1999 da ortaya çıkmıştır (Blackburn 2009).

## **Lakkaz**

Lakkaz bir veya daha fazla bakır içeren oksidaz enzimleridir (İnkaya ve diğ. 2008, En.wikipedia 2015). Geniş bir aralıktaki inorganik ve organik maddeleri oksijeni bir elektron alıcısı gibi kullanarak oksidasyonu katalize ederler (Tzanov ve diğ. 2003).

Lakkazlar atık suların renginin giderilmesinde odun hamuru ağartılmasında ve deterjanlarda kullanılmaktadır. Genellikle elektron transferini katalize eden ve medyatör adı verilen bileşikler ile uygulanırlar (Eren ve diğ. 2009).

Oksidatif enzimlerin bir grubu olan lakkazlar hem fenolik hem de fenolik olmayan lignin esaslı bileşenleri yükseltgeyebilmek amacıyla tasarlanmaktadır (Sancar ve diğ. 2012).

Lakkazların redoks potansiyelleri fenolik olmayan bileşiklerden düşük olduğundan elektron transfer medyatörleri olarak hareket eden küçük moleküller ile birleştirilerek lakkaz medyatör sistemleri geliştirilmiş ve bu şekilde fenolik olmayan bileşikler oksitlenebilmiştir (Arık ve diğ. 2008).

Lakkazlar tekstilde konvansiyonel ağartmanın beyazlığını iyileştirme amacı ile ve biyo taşıma işlemlerinde ponza taşının kullanımını azaltmaya yönelik olarak kullanılmaktadırlar (Zille 2005, Cavaco-Paulo ve Gübitz 2003).

Lakkazlar selülozik liflerin yağ, mum, pektin, protein ve pigment gibi doğal renklendirici maddelerini uzaklaştırmak ve hatta müteakip yükseltgen ağartma konsantrasyonlarını düşürebilmek amacı ile kullanılabilirler (Arık ve diğ. 2008).

Pamuk lifinde sadece lakkaz veya lakkaz medyatör kullanımı ile yapılan enzimatik işlemlerde beyazlık artışı sağlanamamış ancak lakkazın içine yükseltgen bir malzeme olan ozon beslendiğinde sadece ozonla yapılan beyazlıklara göre daha yüksek değerler alınmıştır. Bu lakkaz enzimi ile yükseltgen malzemenin sinerjik etkisini göstermektedir (İnkaya ve diğ. 2008).

Benzer durum müteakip hidrojen peroksit ağartmasında da görülmüştür. Sadece lakkaz kullanımında beyazlık artışı görülmemiş ancak yapılan hidrojen peroksit ağartmasında lakkaz ön işleme göre beyazlık artışı sağlanmıştır (Tzanov ve diğ. 2003, Pereirave diğ. 2005).

Lakkaz enzimi yeterli bir beyazlık sağlayamadığından selüloz esaslı lifler için ağartma gerekli olmaktadır (Sancar ve diğ. 2012).

Keten lifleri selüloz yanı sıra hidrofobluğu sağlayan pektin ve rengini veren lignin tabakalarına sahiptir. Yeterli beyazlık ve hidrofillik için bunların uzaklaştırılması gerekmektedir. Lignini uzaklaştırabilmek için lakkaz enziminin peroksit ağartması ile kullanımında yüksek beyazlık ve iyi mekanik özelliklere ulaşılabilmektedir (Betcheva ve diğ. 2007).

Lakkaz enziminin kullanımı ile ligninin etkin uzaklaştırılmasına bağlı keten kumaşların hidrofilité değerlerinde yükselme ve yükseltgen ağartma malzemelerinin lif yapısının içine daha iyi penetrasyonu sebebi ile alkali işleme göre daha iyi beyazlık değerleri elde edilebilmektedir (Sójka-Ledakowicz ve diğ. 2007).

### **Proteaz**

Hayvan, bitki, bakteri, arkebakteriler ve virüslerde bulunan proteaz enzimleri proteinlerin peptid bağlarının hidrolizi ile peptit veya amino asitlere parçalanmasından sorumlu enzim grubudur. Aktif oldukları pH derecelerine göre asidik, nötr ve bazik (alkali) tipleri bulunmaktadır (Tr.wikipedia 2015<sup>b</sup>, Aehle2007, Cavaco veGübitz 2003).

1960 lardan günümüze genellikle deterjanların içerisinde bulunan proteazlar kan gibi protein bazlı kirlerin parçalanarak uzaklaştırılmalarını sağlarlar. Deterjanların pH ve iyonik güçlerinden etkilenirler (Aehle 2007).

Terbiye işlemlerinde genellikle ipek ve yün lifleri için kullanılan proteazlar yün lifinin yumuşatılması ve yıkama ile çekme değerlerinin iyileştirilmesi, ipek

liflerinde ise amacıyla kullanılabilir (Cavaco ve Gübitz 2003, Duran ve Duran 2000, Duran ve diğ. 2007, Karmakar 1999).

### 3.12 Mikrodalga İle İşlemler

Mikrodalga cihazı yüksek frekanslı işlem gerçekleştiren bir cihazdır (Tarakçioğlu 1996). Yüksek frekanslı cihazların tekstil sektöründeki kullanım alanı genellikle kurutma işlemleridir.

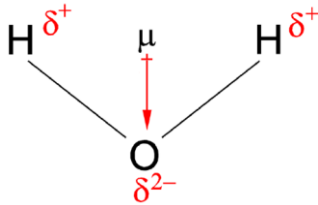
Yüksek frekanslı cihazların frekansta çalışma aralıklarına göre dielektrik, radyo frekans ve mikrodalga tip olanları bulunmaktadır (Tarakçioğlu 1979, 1996).

Tekstil sektörü mikrodalga enerjisinin ısıtma, kurutma, boyarmadde fikseleme ve bitim işlemlerinde kullanım alanlarını araştırmaktadır (Bhat ve Kale 2012).

Esasen yüksek frekanslı radyo frekansları olan mikrodalgaların (Özerdem ve diğ. 2008). Avantajları temas etmeden, lokal, hızlı, homojen, enerji tasarruflu ve çevreyi kirlenmeyen bir ısıtma sağlamasıdır (Bhat ve Kale 2012).

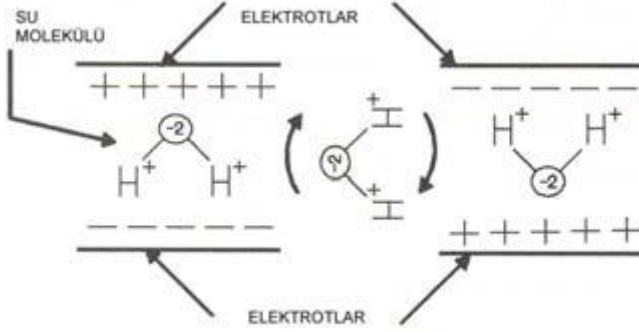
Bu cihazlarda esas, yüksek frekanslı alternatif akıma bağlı iki kondansatör levha arasında işlemdir (Tarakçioğlu 1979, 1996).

Su molekölü, kendisini oluşturan oksijen atomu ve ona bağlı aralarında  $105^\circ$  açılı bulunan iki hidrojen atomu sebebiyle polar bir özelliğe sahiptir (Özerdem ve diğ. 2008). Su molekölünün polar yapısı Şekil 3.2'de gösterilmektedir.



Şekil 3.2: Su molekölünün polar yapısı (Chemwiki.ucdavis 2016).

Oluşan dipol (çift kutup) momenti sayesinde su molekülleri kondansatör levhalarının yüküne göre yönelmektedirler. Yüksek frekansta gerçekleşen bu hareket esnasında moleküllerin sürtünmesi sonucu ısı açığa çıkmaktadır (Tarakçioğlu 1979, 1996). Su moleküllerinin alternatif elektrik alanda hareketleri Şekil 3.3'te gösterilmektedir.



Şekil 3.3: Su moleküllerinin alternatif elektrik alanda hareketleri (Miles 1981).

Bu yöntemde ısı dışarıdan verilmeyip suyun olduğu yerde ve her tarafta aynı anda oluşmaktadır (Çoban 1999).

Tüm bu avantajlarının yanı sıra ilk yatırım ve enerji giderlerinin yüksek ve bakımlarının zor olmaları sebebiyle ülkemizde kısıtlı bir kullanım alanına sahiptirler (Tarakçioğlu 1984).

1970'lerden itibaren gelişen yüksek frekanslı ısıtma sistemlerinin tek başlarına ya da konvansiyonel yöntemlerle beraber kullanıldığı alanlar genellikle kauçuk mamüllerin vulkanizasyonu, tekstil sanayinde kurutma ve ısıtma işlemleri, kağıt ve mamüllerinin işlenmesi, seramik malzemelerin, kerestelerin, matbaalarda baskıların, tütün balyalarının kurutulması, plastik malzemelerin birleştirilmesi, gıda sanayinde pişirme ve kızartmadır (Dönmez ve diğ. 1995).

### 3.13 Aktivatörler İle İşlemler

Selülozik lifin ağartılmasında etkili, işçi açısından kullanımı zarar vermeyen ve çevreci bir yöntem olan hidrojen peroksit ile ağartmanın en zayıf yönleri yüksek

sıcaklık ve buna bağılı enerji gereksinimi ve alkali ortamda selülozik lifin zarar görmesidir.

Bu zararın azaltılması ve enerji tasarrufu amacıyla aktivatörler kullanılmakta ve işlem sıcaklığı ve süresi düşürülebilmektedir.

Son yıllarda geliştirilen ve perasit üreten organik perasit öncüleri olan ağartma aktivatörlerinden piyasada en çok kullanılanları Tetraasetiletilendiamin (TAED),Nananoiloksibenzensülfonat (NOBS) ve katyonik ağartma aktivatörleridir (CBA) (Xu 2012, Polat 2013, Gürsoy ve Hauser 2010, Xu 2011, Huang ve diğ. 2012, Kumbasar ve diğ. 2011).

Bazen pamuk karışımları ağartılacağıında, nötr ortamda ağartma yapmak gerekebilmekte, bu pH'ta arzu edilen ağartma etkisine ulaşmak için, aktivatörler kullanılabilir (BAT 2002).

### **3.14 Hindistan Cevizi Lifinin Ağartılmasına Yönelik Literatür Çalışmaları**

Literatürde daha açık renkte liflerin elde edilmesi amaçlı hindistan cevizi lifini ağartmaya yönelik az sayıda çalışma vardır (Van Dam 2002, Brigida ve diğ. 2010,Carvalho ve diğ. 2010, Abraham ve diğ. 2013).

Hindistan cevizi liflerinin ağartılması genellikle yine hindistan cevizi ürünlerinin süslenmesi için yapılmaktadır. Özellikle açık ve parlak ve pastel renklere renklendirilmesi amacı ile yaklaşık %20'lik bir kısmının ağartıldığı tahmin edilmektedir (Van Dam 2002, Anto ve diğ. 1997).

Hindistan cevizi liflerinin ağartılmasında permanganat, sodyum ditiyonit gibi ağartma malzemeleri kullanılabilirse de genellikle hidrojen peroksit kullanılmaktadır (Harper 1921, Anto ve diğ. 1997).

Son zamanlarda hindistan cevizi lifinin ağartılmasında perasetik asit ağartmasının kullanımı önem kazanmaktadır ancak perasetik asitin yüksek



reaktivitesi ve oksidasyon potansiyeline rağmen sonuçlar çok tatmin edici değildir (Van Dam 2002).

Ancak bu lifte tam beyazlığın eldesi mümkün değildir (Rouette 2000). Hidrojen peroksit ve ardından sodyum ditiyonitle yapılan ağartmalarda etkin bir ağartma sağlanabilmektedir (Lacasse ve Baumann 2004).

Lignoselülozik lifte bulunan selüloz ve hemiselülozlar belirgin olarak lifin doğal rengine etki etmezler. Öte yandan lignin, pislikler ve ekstrakte olabilenler lifin koyuluğuna katkıda bulunurlar. Bu yüzden ağartma esnasında lifin sertliğini ve kırılabilirliğini arttırması ve esnek olmayan bir hale getirmesine rağmen ligninin uzaklaştırılabilmesi gereklidir. İlaveten lignin fibriller arasında bir çimento gibi davranış gösterdiğinden, uzaklaştırıldığında yüzey alanında bir büyüme olmakta ve lif matriks adhezyonu gelişmektedir (Carvallo ve diğ. 2010, Van Dam 2002).

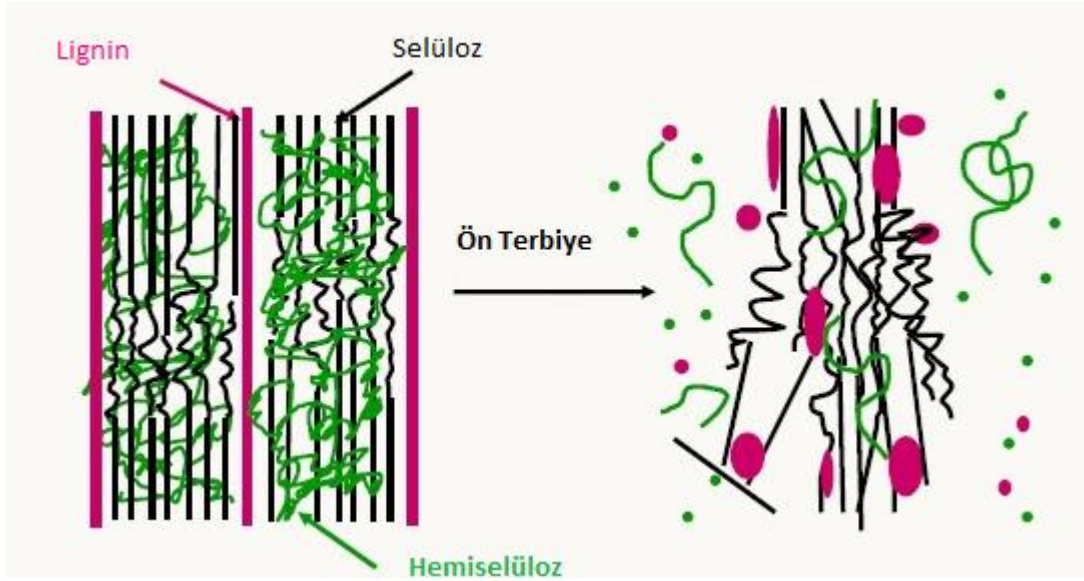
Özetle ağartma prosesi sonucu olarak,

- Renk verici maddeleri uzaklaştırarak ya da onları renksiz bileşenlere dönüştürerek hindistan cevizi lifinin rengi daha açılır ve/veya sararır (Van Dam 2002, Brigida ve diğ. 2010).

- Vaks ve yağ asitleri kısmen de olsa uzaklaştırılır (Brigida ve diğ. 2010, Carvalho ve diğ. 2010).

- Fibrilleri birarada tutan ve rengi belirleyen amorf bileşenlerin (hemiselüloz ve lignin) uzaklaştırılması sebebiyle lifler parçalanarak dağılır (Van Dam 2002, Brigida ve diğ. 2010, Carvalho ve diğ. 2010, Abraham ve diğ. 2013).

Hindistan cevizi lifi lignoselülozik elyaf olduğundan ön terbiye işlemlerinin etkisi bu açıdan incelenebilmektedir. Ön terbiye işlemlerinin ligno selülozik lif yapısına etkisi Şekil 3.4'te görülmektedir.



Şekil 3.4: Ön terbiye işlemlerinin ligno selülozik lif yapısına etkisi (Liu and Fei 2013).

Bu konularda hindistan cevizi lifine yönelik yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmektedir,

Silva ve arkadaşlarının Brezilya hindistan cevizi lifinin mekanik ve termal karakterizasyonu çalışmalarında, %5lik sodyum hidroksit varlığında 72 saatlik bir alkali işlem denenmiştir (Silva ve diğ. 2000).

Rahman ve Khan hindistan cevizi lifinin yüzey işlemleri ile fiziko-mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi polimetakrilat kompozitinde inceledikleri çalışmalarında %5-10-20-30-50 sodyum hidroksit ile yapılan alkali işlem ile kompozit mukavemetinin arttığı görülmüştür (Rahman ve Khan 2007).

Rosa ve diğ. çalışmalarında nişasta/etilen vinil alkol kopolimeri/hindistan cevizi lifi biyokompoziti içindeki hindistan cevizi lifine 70°C sıcaklıkta %10luk sodyum hidroksit ile 3 saatlik alkali işlemin ve 85°C sıcaklıkta %30luk hidrojen peroksit ile 1 saatlik ağartmanın kompozit özelliklerine etkilerini araştırmışlardır. Burada özellikle alkali işlem kompozit mukavemetinin artmasını sağlamıştır (Rosa ve diğ. 2009).

Asasutjarit ve diğ. yaptığı çalışmada yıkama veya kaynatma ile hindistan cevizi lifi kompozitlerinin mekanik özelliklerinin değişimlerini incelemişlerdir. Liflerin yıkama sonunda fibrillerine ayrılması sebebiyle adhezyonlarında iyileşme görülmüştür (Asasutjarit ve diğ. 2009).

Gu yaptığı çalışmada polipropilen matrisi içinde Hindistan cevizi kompozitlerini araştırırken %2-4-6-8 ve 10 konsantrasyonlarda sodyum hidroksit ile alkali işlemin etkilerini incelemiştir. Alkali işlem ile pektin, yağ ve lignin gibi maddelerin uzaklaştırıldığını ve yüzeyin daha pütürlü olduğu, bunun sonucunda lifin adhesif özelliğinin ve buna bağlı malzemenin mukavemetinin arttığı görülmüştür (Gu 2009).

Carvallo ve diğ. yaptıkları çalışmada polistren kompozitlerinde hindistan cevizi liflerine %10 sodyum hidroksit ile alkali işlem ve 70°C sıcaklıkta 2 saat 1,5g/l sodyum klorit ağartmasının etkisini araştırmışlardır. Alkali işlem ile ekstrakte olabilen maddelerin uzaklaştırıldığını ve yüzeyin daha pütürlü olduğunu, ağartma ile ise alkali işlem etkisinin yoğunlaştığı ve ligninin uzaklaştığı görülmüştür (Carvallo ve diğ. 2010).

Brigida ve arkadaşlarının kimyasal işlemlerin hindistan cevizi liflerine etkilerini araştırdıkları çalışmasında 1:20 flote oranlarında; 85°C'de 2 saat %0,4'lük sodyum hipoklorit ile işlem, 85°C'de 2 saat %30'luk hidrojen peroksit ile işlem ve 30°C'de 2 saat %4-6'lık sodyum hipoklorit ardından 30°C'de 1 saat %10'luk sodyum hidroksitle işlemler denenmiştir (Brigida ve diğ. 2010).

Rosa ve arkadaşlarının hindistan cevizi liflerindeki selülozik tüycükler ile ilgili yaptıkları çalışmada 10g/l sodyum klorit ile 70°C sıcaklıkta 1 saat süre ile ağartma ile daha düzgün bir lif yüzeyi elde edilmiştir (Rosa ve diğ. 2010).

Mulinari ve diğ. çalışmasında polyester kompozitleri içinde kullanılan hindistan cevizi liflerine %1'lik sodyum hidroksit ile yapılan alkali işlemin etkisi incelenmiştir (Mulinari ve diğ. 2011).

Muensri ve arkadaşlarının hindistan cevizi/buğday glüten biyokompozitlerinde lignin uzaklaştırılmasının etkisinin incelendiği çalışmalarında 1:50 flote oranında %0.7 sodyum klorit ile kaynar 90 dakikalık işlem ile ligninin %50sinin uzaklaştırıldığı görülmektedir. Ancak bu işlem biyokompozitin özelliklerine belirgin bir etkisi olmamıştır (Muensri ve diğ. 2011).

Hemsri ve arkadaşlarının hindistan cevizi ile desteklenmiş gluten kompozitlerinde %2,5-5 ve 10 konsantrasyonlarda sodyum hidroksit ile alkali işlemlerin lifteki hemiselüloz ve lignini uzaklaştırarak pürüzlü hale getirdiği ve adhezyon artışına bağlı mukavemetin arttığı görülmüştür (Hemsri ve diğ. 2012).

Abraham ve arkadaşlarının hindistan cevizi lifinin çevre dostu bir yöntemle ekstraksiyonu çalışmalarında, selüloz yapısının kristalin ve amorf bölgelerinden oluşan hindistan cevizi lifinde, %2'lik sodyum hidroksitle 25°C'de 6 saatlik alkali işlem ve 1 saat 50°C'de sodyum klorit ile ağartılması yöntemleri denenmiştir. Burada sodyum hidroksit ile havuzlama işlemine bir alternatif yaratılabilmıştır (Abraham ve diğ. 2013).

Kumar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada epoksi kompozitlerinde işlem görmemiş ve %5'lik sodyum hidroksit ile 1 saatlik alkali işlemin lif içinde yüzdesel olarak selüloz oranını arttırdığı, hemiselüloz ve lignin miktarlarının azaldığı, buna bağlı kompozitte daha yüksek mukavemet değerleri sağlandığı görülmüştür (Kumar ve diğ. 2014).

Narendar ve Dasan kimyasal işlemlerin hindistan cevizi kısa liflerinin morfoloji, kimyasal yapısı, termal ve su tutma özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, %5lik sodyum hipoklorit ile 30°C sıcaklıkta 4 saat muamele ederek lifin kompozisyonunu incelemiştir (Narendar ve Dasan 2014).

Ravindranath ve Sarma'nın hindistan cevizi lifinin ekonomik ve ekolojik yaş işlemlerini araştırdıkları çalışmalarında, 85°C sıcaklıkta 1 saatlik hidrojen peroksit ağartma öncesi ve sonrası SEM incelemelerinde yüzey yapısının değişimini incelemiştir (Ravindranath ve Sarma 2014).

Kimyasal ağartmalara ilave olarak hindistan cevizi lifinin bio ağartılması fırsatlar sunmaktadır. Bio ağartmanın amacı beyaz küf mantarlarının tahtayı parçalayıcı etkisini taklit etmektir. Bu spesifik enzimlerin etkisi ile lignin selülozdan uzaklaştırılabilir. Lifin mekanik özelliklerini bozmamak için işlem lif mukavemeti düşüşüne yol açmamalıdır. Lif mukavemeti doğrudan selülozun polimerizasyon derecesine bağlı olduğundan selülitik enzimlerin yüzeysel etkisi arzu edilir. Hindistan cevizi için lifin içinde kısmen büyük miktarlarda bulunan lignin lif yapısının bir arada bulunması için önemli bir rol oynar. Lignolitik enzimler ligninin parçalanmasını sağlayabilirler. Farklı bio ağartma sistemleri daha yüksek parlaklıklar sağlayan ön ağartma adımları olarak düşünülebilirler. Öte yandan Hindistan cevizinin bio yumuşatması amacı ile yapılacak çalışmalarda lif hücreleri arasında yer alan rijit lignin ağının lifin esnek tutumunu engellediği dikkate alınmalıdır. Çevresel açıdan bakıldığında bio kimyasal metodların kimyasal atık deşarjını ve kirletme etkisini düşürerek atık su yükünü hafifletecekleri düşünülmektedir (Van Dam 2002).

Hindistan cevizi lifinin protein lifli karışımlarda kullanılma ihtimalini düşünerek eğer protein lifleri için proteaz enzimi applike edilirse bu şartlarda karışımın diğer bileşeni olan hindistan cevizi lifinin göreceği etkileri incelemek amacı ile çalışmada proteaz enzimleri applike edilmiştir.

Bu noktada hindistan cevizi lifinin kimyasal bileşenleri dikkate alındığında pamuktan farklı olarak önemli miktarlarda selüloz dışı maddeler içerdiği, bu yüzden sak liflerinden keten, kenevir ve jüt liflerine benzer olduğu görülmektedir (Gedik ve diğ. 2010). Burada bu liflere uygulanan ön terbiye işlemlerinin hindistan cevizi lifleri için uygulanabileceği düşünülmektedir.

Goswami ve arkadaşlarının keten lifi ile yaptıkları çalışmalarında, %4 aktif klor içeren sodyum hipokloritle 40°C sıcaklıkta 2 saat, %4 hidrojen peroksitle 85°C sıcaklıkta 90 dakika ve %6 aktif klor içeren sodyum kloritle 95°C sıcaklıkta 1 saatlik ağartmalar yapmışlardır. Elde edilen beyazlık dereceleri en iyi hidrojen peroksitle, ardından sodyum klorit ile, en düşük ise sodyum hipoklorit ile sağlanmıştır. Lignin

ve hemiseslülöz miktarlarında azalma olmuş ancak bu ağartma yöntemine göre farklılıklar göstermektedir (Goswami ve diğ. 1995).

Khan ve Ahmad jüt liflerinin kimyasal modifikasyonlarını araştırdıkları çalışmada %10 ve 20 konsantrasyonlarda sodyum hipoklorit ile ortam sıcaklığında 4 saatlik ve %50'lik hidrojen peroksit ile oda sıcaklığında 1 hafta süreyle ağartmalar yapılmıştır. Burada hidrojen peroksit ile sodyum hipoklorite kıyasla daha az mukavemet kaybı görülmüştür (Khan ve Ahmad 1996).

Chattopadhyay ve arkadaşlarının jüt lifiyle çalışmalarında 2g/l sodyum hidroksitle 100°C sıcaklıkta 1 saatlik alkali işlemin ardından, 1:20 flotte oranında %10luk hidrojen peroksit ile 90°C sıcaklıkta 2 saatlik ağartma sonucunda yeterli beyazlık değerlerine ulaşılmıştır. Alkali işlem hemiselülöz, lignin vb. selülöz harici safsızlıkların uzaklaşmasını sağlamıştır (Chattopadhyay ve diğ. 2002).

Qu ve arkadaşlarının kenevir lifine yönelik yaptıkları çalışmada eşit konsantrasyonlarda (8-8,8-10-11,2-12g/l) sodyum hidroksit ve hidrojen peroksit ile ağartmalar yapılmıştır. Burada hidrojen peroksit konsantrasyonunun artışına paralel sadece hemiselülöz ve pektin değil ligninin de etkin bir şekilde uzaklaştırılabildiği görülmüştür (Qu ve diğ. 2005).

Zahran ve arkadaşlarının keten lifleriyle yaptıkları çalışmalarda 1:50 flotte oranında 90°C sıcaklıkta 3 saat süre ile 5g/l sodyum klorit konsantrasyonda beraberinde aktivatör olarak heksametilen tetramin (HMTA) kullanarak optimum ağartma etkileri sağlanabilmiştir (Zahran ve diğ. 2005).

Abdel-Halem ve arkadaşlarının keten lifine yönelik yaptıkları çalışmada, 5g/l sodyum hidroksit ile 60 dakika kaynar alkali işlem veya pektinaz ile lipaz enzimleri yardımıyla biyolojik hidrofilleştirme işlemlerini müteakip yapılan 1:20 flotte oranında 3g/l hidrojen peroksitle 1 saat kaynar ağartma işlemi ile ligninin uzaklaştırıldığını tespit etmişlerdir (Abdel-Halem ve diğ. 2008).

Habeish ve arkadaşlarının keten liflerinde yaptıkları çalışmalarda 1:20 flotte oranında 5g/l hidrojen peroksitle 95°C sıcaklıkta 120 dakika, 5g/l hidrojen peroksitle 60°C sıcaklıkta 60 dakika ultrasonik ortamda ve potasyum permanganat (KMnO<sub>4</sub>) ile potasyum permanganat (KMnO<sub>4</sub>) ultrasonik ortamda ağartmalar denemiş, ultrason destekli potasyum permanganat ağartmalarında en iyi sonuçlara ulaşmışlardır (Habeish ve diğ. 2011).

Zgondek ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada keten lifini ağartmak için 11ml/l hidrojen peroksitle 89°C sıcaklıkta 180 dakikalık işlem sonucunda selülozik olmayan maddelerin oranı azalmaktadır (Zgondek ve diğ. 2012).

Zhang ve arkadaşlarının çalışmalarında 10g/l alkali ile 1:10 flotte oranında 120°C sıcaklıkta 5 saatlik işlem sonucunda lignin ve pektin gibi selülozik olmayan bileşenlerin uzaklaştırılması sağlanmıştır (Zhang ve diğ. 2014).

## 4. MATERYAL VE METOD

### 4.1 Materyal

Çalışmada %100 hindistan cevizi lifinden üretilmiş olan ortalama 2795 tex kalınlığındaki iplikler kullanılmıştır.

### 4.2 Kullanılan Kimyasal Maddeler ve Yardımcı Maddeler

Tez çalışmasında kullanılan kimyasal maddeler uygun saflıklarda olup, üretici firmaların adları Tablo 4.1’de belirtilmiştir.

Tablo 4.1: Çalışmalarda kullanılan kimyasal maddeler, yardımcı maddeler ve üretici firmalar

Kimyasal Madde Adı	Üretici Firma
Hidrojen peroksit (%50)	Tekkim
Perasetik asit (%40)	Sigma- Aldrich
Potasyum permanganat	Kimetsan
Sodyum perborat	Kimetsan
Sodyum perkarbonat	Aldrich
Tiyöüre dioksit (Ekotem Konz)	Genkim
Sodyum hidroksit	Düzey
Oksalik asit	WPINC
Asetik asit	Düzey
Sodyum karbonat	Düzey
Formik asit	Düzey
Islatıcı	DyStar
İyon tutucu	DyStar
Stabilizatör	DyStar



### 4.3 Kullanılan Makineler

Çalışmalarda kullanılan makineler Tablo 4.2’de verilmiştir.

Tablo 4.2: Çalışmada kullanılan makineler

Adı/Modeli	Üretici Firma	Kullanım Amacı
Ataç lab dye HT boyama makinesi	Ataç makine	Ağartma işlemlerinin çektirme yöntemine göre gerçekleştirilmesinde kullanılmıştır.
Mikrodalga Fırın ( <i>Arçelik MD 595</i> )	Arçelik A.Ş.	Mikrodalga enerjisi kullanılarak yapılan ağartma denemeleri için kullanılmıştır
Renk ölçüm cihazı ( <i>DataColor SpectraFlash 600</i> )	Datacolor International, USA	Numunelerin beyazlık ve sarılık değerlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır.
Masa üstü pH metre	Hanna HI221	Flottelerin pH ayarlamalarında kullanılmıştır.

### 4.4 Alkali İşlem (Hidrofilleştirme)

Hindistan cevizi lifinden üretilmiş olan ipliklerin daha iyi ağartılabilmesi ve hidrofilitésinin yükseltilebilmesi için ağartma proseslerinden önce alkali işlem uygulanmıştır. Alkali işlem 1/20 flotte oranında, 95°C sıcaklıkta ve 60 dakikada yapılmıştır. Kullanılan kimyasal maddeler ise 10 g/l sodyum hidroksit, 5 g/l sodyum karbonat ve 2 g/l ıslatıcıdır. Yapılan uygulama sonrasında iplikler 10 dakika sıcak durulanmıştır. 1/20 flotte oranında 15 dakika 1 ml/l asetik asit kullanılarak soğuk nötralizasyon işlemi yapılmıştır. Nötralizasyon işleminden sonra ise iplikler tekrar 10 dakika soğuk durulama yapılarak askıda kurutulmaya bırakılmıştır.

### 4.5 Çektirme Yöntemine Göre Yapılan Ağartma İşlemleri

Yapılan ağartma çalışmalarında alkali işlem uygulanmış olan hindistan cevizi lifinden elde edilmiş iplikler kullanılmıştır. Çektirme yöntemi uygulanmıştır. Ağartma çalışmalarında kullanılan kimyasal maddeler; hidrojen peroksit, potasyum permanganat, perasetik asit (PAA), sodyum perborat, sodyum perkarbonat, sodyum klorit, sodyum hipoklorit ve tiyoüre dioksittir. Ağartma çalışmaları sonrasında

Çalışılan numuneler 15 dakikalık soğuk taşarlı yıkama yapılarak, 5 dakika sıcak yıkama ve akabinde soğuk durulama işlemi ardından serilerek kurutulmuştur. Tüm denemeler 1/30 flotte oranında yapılmıştır.

#### **4.5.1 Hidrojen Peroksit Ağartmasında Uygulanan Yöntem**

Hidrojen peroksit ile optimum ağartma reçetesini belirlemek amacı için 30-60-90 ve 120 dakika sürelerde, 10-20-30-40-50-60-70-80-90 ve 100 ml/l'lik 10 farklı hidrojen peroksit, 1-2-4-6-8 ve 10 g/l katı sodyum hidroksit konsantrasyonlarında, 0.5-2-3 ve 4 g/l stabilizatör konsantrasyonları ve 1 g/l ıslatıcı, 2 g/l iyon tutucu ile 95°C'de işlem yapılmıştır. Uygulamalarda pH değerleri 9,1 ile 10,8 arasında ölçülmüştür.

#### **4.5.2 Potasyum Permanganat Ağartmasında Uygulanan Yöntem**

Potasyum permanganat ile optimum ağartma tespiti için 10-20 ve 30 dakika sürelerde, 2-4-6 ve 8 g/l'lik 4 farklı potasyum permanganat konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 90°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri asetik asit yardımı ile pH 4 olarak ayarlanmıştır. Potasyum permanganat ile işlem sonrasında numuneler 10 g/l okzalik asitle 85°C'de 30 dakika işleme tabi tutulmuştur.

#### **4.5.3 Perasetik Asit Ağartmasında Uygulanan Yöntem**

Perasetik asit denemelerinde %40 perasetik asit içeren asetik asit – perasetik asit çözeltisi kullanılmıştır. 30-60 ve 90 dakika sürelerde, 5-10-20 ve 30 g/l'lik 4 farklı perasetik asit konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 70°C'de uygulamalar yapılmıştır. Tüm reçetelerde pH 5 ve pH 7 ye ayarlanmıştır. pH ayarı için sodyum karbonat kullanılmıştır.

#### **4.5.4 Sodyum Perborat Ağartmasında Uygulanan Yöntem**

30-60-90 ve 120 dakika sürelerde, 5-10-20 ve 30 g/l'lik 4 farklı sodyum perborat konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 60 ve 80 C'lerde, pH 10'da uygulamalar yapılmıştır.

#### **4.5.5 Sodyum Perkarbonat Ağartmasında Uygulanan Yöntem**

30-60-90 ve 120 dakika sürelerde, 10-20-30 ve 40 g/l'lik 4 farklı sodyum perkarbonat konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 95°C'de, pH 10.5'da uygulamalar yapılmıştır.

#### **4.5.6 Sodyum Klorit Ağartmasında Uygulanan Yöntem**

30-60-90 ve 120 dakika sürelerde, 10-20-30 ve 40 g/l'lik 4 farklı sodyum klorit konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 95°C'de pH 4'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri asetik asit yardımı ile ayarlanmıştır. Yapılan denemeler sonunda numunelerin üzerinde kalan sodyum klorit artıklarının uzaklaştırılabilmesi amacıyla yapılan ard işlemlerde numuneler 10g/l sodyum sülfite ile 20°C 30 dakika muamele edilmiştir.

#### **4.5.7 Sodyum Hipoklorit Ağartmasında Uygulanan Yöntem**

60-120-180-240-480-960-1440 ve 2160 dakika sürelerde, 10-20-30 ve 40 ml/l'lik 4 farklı sodyum hipoklorit konsantrasyonunda, 3 g/l katı sodyum hidroksit ve 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 20°C'de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH değeri yaklaşık olarak 11-12 arasında ölçülmüştür.

Yapılan denemeler sonunda numunelerin üzerinde kalan sodyum hipoklorit artıklarının uzaklaştırılabilmesi amacıyla yapılan ard işlemlerde numuneler 10g/l sodyum sülfite ile 20°C 30 dakika muamele edilmiştir.

#### **4.5.8 Tiyüre Dioksit (TUDO) Ağartmasında Uygulanan Yöntem**

30-60-90 ve 120 dakika sürelerde, 10-20-30 ve 40 ml/l'lik 4 farklı tiyüre dioksit, 2-4-6 ve 8 g/ katı sodyum hidroksit konsantrasyonlarında ve 1 g/l ıslatıcı ile 90°C'de uygulamalar yapılmıştır. İşlemler esnasında ölçülen pH değerleri kullanılan sodyum hidroksit miktarına bağlı olarak pH 9 ile pH 13 arasında olmuştur.

#### 4.5.9 Enzimler İle İşlemlerde Uygulanan Yöntem

Enzimler ile yapılan denemelerde selüloz, pektinaz, lakkaz ve proteaz enzim tipleri kullanılmıştır. Tablo 4.3'te enzimlerin ticari isimleri, tipi ve kullanım yerleri gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Denemelerde kullanılan enzimler ve kullanım yerleri (Clariant 2015, Rudolf Duraner 2014, Rudolf Duraner 2013, DyStar 2006, Tanatex 2012<sup>a</sup>, Tanatex 2012<sup>b</sup>, Prochimica 2006, Dr.Petry 2014, Alfa kimya2016<sup>a</sup>, Alfa kimya2016<sup>b</sup>, Alfa kimya2016<sup>c</sup>, Novozymes 2016<sup>a</sup>, Novozymes 2016<sup>b</sup>, Goudarzi ve diğ. 2008, Araujo ve diğ. 2008, Dr. Petry2016, Vasconcelos ve diğ. 2006, Dong ve Xu 2008)

Enzimlerin Ticari ismi	Enzim Tipi	Kullanım Yeri
Bactosol CA liq.Conz (Clariant)	Selüloz	tutum-tüy giderme-biyo eskitme
RucolaseTDE (Rudolf Duraner)	Asit selüloz (endo+ekzo)	yumuşaklık-lyocell defibrilasyonu-tüy giderme
Rucolase PTZ (Rudolf Duraner)	Pektinaz	alkali pişirme işlemi
Lava Cell BFX conc (Dystar)	Selüloz	biopolish-antipilling-tüy giderimi
Tana-ZYM CS (Tanatex)	Selüloz	antipilling-görünüm-tutum
Tana-ZYM NCP (Tanatex)	Alfa amilaz+pektinaz	yumuşaklık-haşıl sökme-tüy giderme
Novazime T-DP Super 1 (Prochimica)	Selüloz	tutum-tüy giderme-yumuşaklık
Perizym 69 (Dr.Petry)	Selüloz	bio finish-taş yıkama
Scourzyme L (Alfa kimya)	Alkali pektinaz	alkali pişirme işlemi
Novalite II S (Alfa kimya)	Lakkaz	ağartma, görünüm, renk açma
Celsoft NB (Alfa kimya)	Asit selüloz	tüy dökücü - bio polish
Savinase® 16 L (Novozymes)	Proteaz	protein lekelerini giderme, düşük sıcaklıkta yıkama
Alcalase 2.5 L (Novozymes)	Proteaz	yünün yumuşatılması, düşük pH deterjanları
Papain (Sigma Aldrich)	Proteaz	yünün pulcuk ve ipeğin serisin giderilmesi

Tablo 4.3 (Devam)

Pepsin (Merck)	Proteaz	yünün enzimatik olarak pulcuklarının uzaklaştırılması
Perizym AFW (Dr. Petry)	Proteaz	yünün enzimatik işlemi
Esperase 8.0 L (Novozymes)	Proteaz	yünde pretein esaslı kirlerin uzaklaştırılması ve keçeleşmenin engellenmesi

Enzimlerle yapılan tüm denemeler 1/30 flotte oranında yapılmıştır.

Bactosol CA liq.Conz ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, %1-2 ve 10'luk 3 farklı enzim konsantrasyonunda, , 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 60°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH değeri fosfat tamponu ile 5.3'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 80°C de 20 dakika sodalı suyla durulama işlemi yapılmıştır.

Rucolase TDE ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, %0.5-2 ve 10'luk 3 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 55°C'de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH değeri asetik asit tamponu ile 5'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 80°C de 20 dakika pH seviyesi sodyum karbonat yardımıyla 9'a ayarlanarak durulama işlemi yapılmıştır.

Rucolase PTZ ile yapılan işlem: 20 dakika sürede, %0.5-2 ve 10'luk 3 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 55°C'de sabit tutulmuştur. pH değeri fosfat tamponu ile 8'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 80°C de durulama işlemi yapılmıştır. Uygulama hem ham hindistan cevizi ipliğine hemde ön yıkama yapılmış hindistan cevizi ipliğine uygulanmıştır.

Lava Cell BFX conc ile yapılan işlem: 45 dakika sürede, %0.5-2 ve 10'luk 3 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 60°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri asetik asit tamponu ile 5'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 80°C de 20 dakika pH değeri sodyum karbonat yardımıyla 9'a ayarlanarak durulama işlemi yapılmıştır.

Tana-ZYM CS ile yapılan işlem: 30 dakika sürede, %0.5-2-4 ve 10'luk 4 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 60°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH değeri fosfat tamponu ile 5'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 70°C'de 5 dakika pH seviyesi sodyum karbonat yardımıyla 9'a ayarlanarak durulama işlemi yapılmıştır.

Tana-ZYM NCP ile yapılan işlem: 20 dakika sürede, %1-2 ve 10'luk 3 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 60°C'de uygulamalar yapılmıştır. İşlem sonunda alkali 95°C suyun içine Tanasperse be ilave edilerek durulama işlemi yapılmıştır. Uygulamalar hem ham hindistan cevizi ipliğine hemde ön yıkama yapılmış hindistan cevizi ipliğine uygulanmıştır.

Novazime T-DP Super 1 ile yapılan işlem: 20 dakika sürede, %0.5-2-4 ve 10'luk 4 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 65°C'de uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalarda pH değeri asetik asit tamponu ile 5'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 95°C'de soda ile pH değeri 9'a ayarlanarak 30 dakika durulama işlemi yapılmıştır.

Perizym 69 ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, % 0.5-2-4 ve 10'luk 4 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 60°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri fosfat tamponu ile 7'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 75°C de 10 dakika durulama işlemi yapılmıştır.

Scourzyme L ile yapılan işlem: 30 dakika sürede, % 0.5-2 ve 10'luk 3 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 55°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri sodyum karbonat ile 8.5 olarak ayarlanmıştır. İşlem sonunda 95°C'de alkali su çözeltisinin içine Tanasperse be ilave edilerek durulama işlemi yapılmıştır. Uygulamalar hem ham hindistan cevizi ipliğine hemde ön yıkama yapılmış hindistan cevizi ipliğine uygulanmıştır.

Novalite II S ile yapılan işlem: 20 dakika sürede, % 0.5-2 ve 10'luk 3 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 70°C'de uygulamalar yapılmıştır. İşlem sonunda durulama işlemi yapılmıştır.

Celsoft NB ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, % 0.5-2-4 ve 10'luk 4 farklı enzim konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 60°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri asetik asit tamponu ile 5'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 80°C de 10 dakika pH seviyesi sodyum karbonat yardımıyla 9'a ayarlanarak durulama işlemi yapılmıştır.

Hindistan cevizi lifinin protein lifli karışımlarla da kullanılma olasılığında düşünerek, protein lifleri için proteaz enziminin applike edilmesi durumunda karışımın diğer bileşeni olan hindistan cevizi lifinin göreceği etkileri incelemek amacıyla hindistan cevizi esaslı ipliklere proteaz enzimleri de applike edilmiştir.

Savinase 16L ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, %4 ve 10'luk 2 farklı Savinase 16L konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 50°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri fosfat tamponu ile 8'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 70°C de durulama ardından 2g/l asetik asit yardımıyla nötralizasyon ve son olarak soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

Alcalase 2,5L ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, %4 ve 10'luk 2 farklı Alcalase 2,5L konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 55°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri fosfat tamponu ile 8.5'a ayarlanmıştır. İşlem sonunda 70°C de durulama ardından 2g/l asetik asit yardımıyla nötralizasyon ve son olarak soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

Papain ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, %4 ve 10'luk 2 farklı Papain konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 25°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH seviyesi fosfat tamponu ile 6 ayarlanmıştır. İşlem sonunda 70°C de durulama ardından soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

Pepsin ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, %4 ve 10'luk 2 farklı Pepsin konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 37°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri sitrik asit sodyum sitrat tamponu ile 2'ye ayarlanmıştır. İşlem sonunda 70°C de durulama ardından 2g/l sodyum karbonat yardımıyla nötralizasyon ve son olarak soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

Perizyme AFW ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, %4 ve 10'luk 2 farklı Perizyme AFW konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 70°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri fosfat tamponu ile 8'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda ılık suyla yıkama ardından formik asit ile pH 4 de 10 dakika nötralizasyon ve son olarak ılık su ile durulama işlemi yapılmıştır.

Esperase ile yapılan işlem: 60 dakika sürede, %4 ve 10'luk 2 farklı Esperase konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile 25°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri fosfat tamponu ile 8'e ayarlanmıştır. İşlem sonunda 70°C de durulama ardından 2g/l asetik asit yardımıyla nötralizasyon ve son olarak soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

#### 4.5.10 Aktivatörler İle İşlemlerde Uygulanan Yöntem

Selülozik lifin hidrojen peroksit ile ağartılmasında yüksek sıcaklık ile buna bağlı enerji gereksinimi ve alkali ortamda selülozik lifin gördüğü zarar; aktivatörler yardımıyla işlem sıcaklığı ve süresi düşürülebildiği için azaltılabilmektedir. Bu çalışmada kullanılan aktivatörlerin özellikleri Tablo 4.4'te verilmiştir. Kullanılan aktivatörler ve yardımcı kimyasallar ticari ürünler olup bunlar; Clariant, Rudolf, Tanateks, Huntsman, CHT ve Bozzetto firmalarından tedarik edilmiştir.

Tablo 4.4: Denemelerde kullanılan aktivatörlerin numaralandırılması, kimyasal içerikleri ve iyonitesi

Aktivatör Numarası	Kimyasal İçeriği	İyonitesi
Aktivatör A	Karboksilik asit tuzları ve etoksile yağ alkolleri	Anyonik
Aktivatör B	Organik ve inorganik tuzlar karışımı	Yüksüz
Aktivatör C	Alkoksilatlı yağ alkolü preparatı	Noniyonik
Aktivatör D	Kompleks yapıcıve disperse edici yüzey aktifler ve peroksit ayarlayıcı aditifler	Noniyonik
Aktivatör E	Alkil aril sülfonat ve aldoller	Anyonik
Aktivatör F	Özel organik tuzlar karışımı	Noniyonik



Aktivatörler ile yapılan denemeler 1/30 flotte oranında yapılmıştır.

Aktivatör A'nın 1. reçetesi ile yapılan işlem: 15 ve 30 dakika sürelerde, %2.5-7.5-12.5-25-50-70-100 ve 130'luk 8 farklı hidrojen peroksit konsantrasyonunda, % 1-3-5-7-9-11-13 ve 15 %50'lik sodyum hidroksit(NaOH), %1-2-3-4-5-6-7 ve 8 aktivatör A, ve 1 g/l ıslatıcı ile 110 ve 130°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri yaklaşık olarak 9.5-10.5 arasında ölçülmüştür.

Aktivatör A'nın 2. reçetesi ile yapılan işlem: 30 dakika sürede, %2.5-7.5-12.5-25-50-70-100 ve 130'luk 8 farklı hidrojen peroksit konsantrasyonunda, %2-6-10-14-18-22-26 ve 30 %50'lik NaOH, %1-2-3-4-5-6-7 ve 8 aktivatör A ve 1 g/l ıslatıcı ile 95 ve 100°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri yaklaşık olarak 11.5-12.5 arasında ölçülmüştür.

Aktivatör B ile yapılan işlem: 45 ve 90 dakika sürelerde, 5-10-20-40-50-70-80 ve 90 g/l'lik 8 farklı hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 3-5-7-8-9-10-12 ve 14 g/l %50'lik NaOH, 2 g/l ıslatıcı ve 1-1.5-2-2.5-3-3.5-4 ve 4.5 g/l aktivatör B ile 60°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri yaklaşık olarak 10-11 arasında ölçülmüştür.

Aktivatör C ile yapılan işlem: 45 ve 90 dakika sürelerde, 5-10-20-40-50-70-80 ve 90 ml/l 'lik 8 farklı hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 4-4.5-5-5.5-6-6.5-7 ve 7.5 g/l %50'lik NaOH, 1 ve 2ml/l iyon tutucu, 1.5-3-5-7-9-11-13-15 ml/l aktivatör C ve 1 g/l ıslatıcı ile 65 ve 75°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri yaklaşık olarak 10-11 arasında ölçülmüştür.

Aktivatör D ile yapılan işlem: 45 ve 90 dakika sürelerde, 6-12-24-36-48-60-72 ve 84 ml/l'lik 8 farklı hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 3-4-5-6-7-8-9 ve 10g/l sodyum karbonat, 1-2-3-4-5-6-7 ve 8 g/l düşük sıcaklıkta ağartma sağlayan enzim, 2 g/l aktivatör D, 4-5-6-7-8-9-10 ve 11 g/l enzim yardımcı kimyasalı ve 1 g/l ıslatıcı ile 65°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri yaklaşık olarak 9-10.5 arasında ölçülmüştür.

Aktivatör E ile yapılan işlem: 30 dakika sürede, 2.5-5-7.5 ve 10 g/l'lik 4 farklı sodyum hidroksit konsantrasyonunda, 5-10-20 ve 30 g/l aktivatör E ve 1 g/l ıslatıcı ile 90°C'de uygulamalar yapılmıştır. pH değeri 12.5-13.5 olarak ölçülmüştür.

Aktivatör F ile yapılan işlem: 30 dakika sürede, 5-10-20 ve 30 g/l'lik konsantrasyonlarda aktivatör F ve 1 g/l ıslatıcı ile 90°C'de uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalarda hazırlanan çözelti pH değerleri başlangıçta 13 civarında ölçülmüş, pH 12'ye asetik asit ile ayarlanmıştır.

#### **4.5.11 Ağartma Kombinasyonlarında Uygulanan Yöntem**

Tek adımlı ağartmalarda ulaşılabilen açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), renk kuvveti (K/S) ile hidrofilite değerleri kısıtlı olduğu için aynı kimyasal maddelerle iki ayrı adımda ardarda ya da farklı mekanizmalara sahip ağartma kimyasalları ile (indirgen-yükseltgen) iki adımlı ağartmalar denenmiştir. Kombinasyon denemelerindeki reçeteler 1/30 flotte oranında aşağıdaki gibi yapılmıştır;

Sodyum klorit ile; 30 dakika sürede, 20g/l Sodyum klorit konsantrasyonunda, 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 95°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH seviyesi asetik asit yardımı ile yaklaşık olarak 4 olarak ayarlanmıştır. Yapılan denemeler sonunda numuneler 10 g/l sodyum sülfid ile 20°C 30 dakika bekletme işlemine tabi tutulmuştur.

Hidrojen peroksit 1. Reçetesi; 90 dakika sürede, 80 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 2 g/l konsantrasyonlarda katı sodyum hidroksit, 0.5 g/l konsantrasyonlarda stabilizatör, 1 g/l ıslatıcı, 2 g/l iyon tutucu ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 95°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH seviyesi yaklaşık olarak 9.5 olarak ölçülmüştür.

Hidrojen peroksit 2. Reçetesi; 120 dakika sürede, 50 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 2 g/l konsantrasyonlarda katı sodyum hidroksit, 3 g/l konsantrasyonlarda stabilizatör, 1 g/l ıslatıcı, 2 g/l iyon tutucu ile uygulamalar

yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 95°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH seviyesi yaklaşık olarak 9.85 olarak ölçülmüştür.

Hidrojen peroksit 3. Reçetesi; 120 dakika sürede, 70 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 2 g/l konsantrasyonlarda katı sodyum hidroksit, 4 g/l konsantrasyonlarda stabilizatör, 1 g/l ıslatıcı, 2 g/l iyon tutucu ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 95°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH seviyesi yaklaşık olarak 9.7 olarak ölçülmüştür.

Tiyöüre dioksit ile; 60 dakika sürede, 30 g/l tiyöüre dioksit konsantrasyonunda, 4 g/l katı sodyum hidroksit ve 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler esnasında sıcaklık 90°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH seviyesi girişte yaklaşık olarak 10.35, çıkışta ise 6.74 olarak ölçülmüştür.

Aktivatör D'nin 1. Reçetesi; 45 dakika sürede, 60 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 8g/l konsantrasyonda sodyum karbonat, 6 g/l konsantrasyonda düşük sıcaklıkta ağartma sağlayan enzim, 2 g/l aktivatör D, 9 g/l konsantrasyonda enzim yardımcı kimyasalı ve 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler sıcaklık 65°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH seviyesi yaklaşık olarak 9.28 ölçülmüştür.

Aktivatör D'nin 2. Reçetesi; 90 dakika sürede, 84 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 10g/l konsantrasyonda sodyum karbonat, 8 g/l konsantrasyonda düşük sıcaklıkta ağartma sağlayan enzim, 2 g/l aktivatör D, 11 g/l konsantrasyonda enzim yardımcı kimyasalı ve 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler sıcaklık 65°C de sabit tutulmuştur. Uygulamalarda pH seviyesi yaklaşık olarak 9.07 ölçülmüştür.

Aktivatör C Reçetesi; 90 dakika sürede, 40 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 5.5 g/l'lik konsantrasyonda %50'lik NaOH, 2ml/l 'lik konsantrasyonda iyon tutucu ve 7 ml/l konsantrasyonda aktivatör C ile uygulamalar yapılmıştır. Bu işlemler 65°C de sabit sıcaklıkta yapılmıştır. Uygulamalarda pH seviyesi yaklaşık olarak 10.5 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4.5'te iki adımlı kombinasyon reçetelerinde birinci adım ve ikinci adımda uygulanan ağartma reçeteleri gösterilmiştir.

Tablo 4.5: İki adımlı kombinasyon ağartmalar;

<b>1. Adım</b>	<b>2. Adım</b>
Sodyum Klorit Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reçetesi
Sodyum Klorit Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reçetesi
Sodyum Klorit Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reçetesi
Hidrojen peroksit 1. Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi
Hidrojen peroksit 2. Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi
Hidrojen peroksit 3. Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi
Sodyum Klorit Reçetesi	Aktivatör D 1.Reçetesi
Sodyum Klorit Reçetesi	Aktivatör D 2.Reçetesi
Sodyum Klorit Reçetesi	Aktivatör C Reçetesi
Aktivatör D 1.Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi
Aktivatör D 2.Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi
Aktivatör C Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi
Sodyum Klorit Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi
Aktivatör D 1.Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reçetesi
Aktivatör D 2.Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reçetesi
Aktivatör C Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reçetesi
Aktivatör D 1.Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reçetesi
Aktivatör D 2.Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reçetesi
Aktivatör C Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reçetesi
Aktivatör D 1.Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reçetesi
Aktivatör D 2.Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reçetesi
Aktivatör C Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reçetesi
Hidrojen peroksit 1. Reçetesi	Aktivatör D 1.Reçetesi
Hidrojen peroksit 1. Reçetesi	Aktivatör D 2.Reçetesi
Hidrojen peroksit 1. Reçetesi	Aktivatör C Reçetesi
Hidrojen peroksit 2. Reçetesi	Aktivatör D 1.Reçetesi
Hidrojen peroksit 2. Reçetesi	Aktivatör D 2.Reçetesi
Hidrojen peroksit 2. Reçetesi	Aktivatör C Reçetesi
Hidrojen peroksit 3. Reçetesi	Aktivatör D 1.Reçetesi
Hidrojen peroksit 3. Reçetesi	Aktivatör D 2.Reçetesi

Tablo 4.5 (Devam)

Hidrojen peroksit 3. Reçetesi	Aktivatör C Reçetesi
Hidrojen peroksit 1. Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reçetesi
Hidrojen peroksit 1. Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reçetesi
Hidrojen peroksit 1. Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reçetesi
Hidrojen peroksit 2. Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reçetesi
Hidrojen peroksit 2. Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reçetesi
Hidrojen peroksit 2. Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reçetesi
Hidrojen peroksit 3. Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reçetesi
Hidrojen peroksit 3. Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reçetesi
Hidrojen peroksit 3. Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reçetesi
Hidrojen peroksit 1. Reçetesi	Tiyöüre dioksit Reçetesi
Hidrojen peroksit 2. Reçetesi	Tiyöüre dioksit Reçetesi
Hidrojen peroksit 3. Reçetesi	Tiyöüre dioksit Reçetesi
Tiyöüre dioksit Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reçetesi
Tiyöüre dioksit Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reçetesi
Tiyöüre dioksit Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reçetesi

#### 4.5.12 Mikrodalga Enerjisi Yardımıyla Yapılan Ağartmalar

Mikrodalga ile yapılan denemeler 900 watt seviyesinde, 50 ml/l peroksit, 2 g/l kostik, 1 g/l ıslatıcı, 3 g/l stabilizatör ve 2 g/l iyon tutucu kullanılarak yapılmıştır. Ağartma banyosu pH değeri 10.13 olarak ölçülmüştür. Denemeler 1/30 flotte oranında 1, 2 ve 4 dakika, 1/60 flotte oranında 1, 2, 4, 6 ve 8 dakika, 1/90 flotte oranında 1, 2, 4, 6, 8, 10 ve 12 dakika süre ile yapılmıştır.

#### 4.6. Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerlerinin Belirlenmesi

Ağartma işleminin etkinliğinin ölçülmesi amacıyla ağartma uygulanan iplik numunelerinin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri ölçümleri, D65 gün ışığı ve 10° gözlem açısı altında Datacolor 600 model spektralfotometre kullanılarak, dört farklı noktadan alınan ölçümlerin ortalamaları alınarak yapılmıştır.

Ancak lifin kendisi ham halinde çok koyu kahverengi renkte olduğundan yapılan ağartmalar sonucunda renk beyazlık değerleri Stensby ya da Berger gibi beyazlık değerleri açısından ölçülebilir düzeyde olamamaktadır. Bu yüzden ağartma performansının tespiti için, açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), renk kuvveti (K/S) değerleri esas alınmıştır.

Tam anlamı ile bir beyazlık elde edilemediği için rengin açıklığı/koyuluğu ( $L^*$ ) yani bir rengin üç boyutlu renk uzayında bulunduğu noktanın mutlak siyah yada mutlak beyaz noktalarına uzaklığı ile Kubelka-Munk teorisinden elde edilen ölçülen maksimum renk kuvveti (K/S) değerini veren 400nm'deki (K/S) değerleri; yani yeterli kalınlıkta ve saydam olmayan renkli bir tekstil malzemesinin bir dalga boyundaki remisyonuna (R) göre aşağıdaki bağıntıya göre hesaplanan renk kuvveti değerleri kullanılmıştır.

$$K / S = (1 - R)^2 / 2 R \text{ (Duran 2001).}$$

#### **4.7 Mukavemet Değerlerinin Belirlenmesi**

İpliklerin mukavemet performansları Tinius Olsen H10KT mukavemet cihazıyla belirlenmiştir. Burada ipliklerin mukavemet testi BS EN ISO 2062 1995 (2009) standardına göre 10 kN kapasiteli yük hücresi kullanılarak yapılmıştır.

#### **4.8 Metilen Mavisi Testi**

Ağartma işlemi esnasında yükseltgen maddeler tarafından zarara uğrayan selüloz oksiselüloz olarak adlandırılmaktadır. Burada ağartma şartlarına bağlı olarak makromoleküllerdeki oksijen köprülerinin bir kısmı koparak daha küçük parçalar oluşmuş ve uçlardaki aldehit gruplarının bir kısmı karboksil gruplarına yükseltgenmiştir. Bu karboksil grupları sayesinde oksiselülozun metilen mavisi ( methylene blue ) ile boyanabilme özelliği artmaktadır. Bu testin yapılabilmesi için selülozik lif örnekleri soğukta 25°C sıcaklıkta 20 dakika %0.1 lik metilen mavisi çözeltisinde ATAC LAB DYE HT boyama makinasında boyanmıştır. İşlem ardından numuneler saf su ile boya akıtmayınca kadar durulanmışlardır.

Test sonucunda oksiselülozun oluştuğu numuneler mavi renkte boyanmaktadır (Tarakçıoğlu 1982).

#### **4.9 Hidrofilite Testi**

İplik hidrofilitelерinin değerlendirilmesi TSE 866 ve DIN 53924 numaralı standartlara göre yapılmıştır.

TSE 866 yönteminde, standart atmosfer koşullarında 24 saat kondisyonlanmış numunelerin 5 lt'lik ağzı geniş bir beherdeki  $21\pm3$  °C deki damıtılmış suyun içine  $10\pm3$  mm den bırakıldıktan ve suya değdikten sonra çalıştırılan kronometrenin numunelerin tamamen suyu emerek battığı anda durdurulması ile su emme derecesi ölçülür. Her denemede en az 5 numune kullanılır ve ortalamaları alınır. Süre ne kadar kısa ise hidrofillik o kadar iyidir.

DIN 53924 standardı ise su emme yeteneğini tekstil malzemesinin kapilarite hareketi ile yer çekimine karşı suyu taşmasıyla ler. Burada numunelerin alt ucu suyun içine dalacak şekilde dikey olarak asılır ve deney süresi boyunca numunenin yan tarafına yerleştirilmiş skaladan belirli sürelerle sıvının yükseldiği mesafe ölçülür. Su ne kadar yükseğe emilirse hidrofillik o kadar iyidir (Yakartepe 1995).

#### **4.10 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR-ATR) lm**

IR spektrumları ağartılmış numunelerin yüzey ve kimyasal yapılarındaki değişimleri incelemek amacıyla yapılmıştır. Perkin Elmer Spektrum 100 marka FTIR-ATR cihazı kullanılmıştır. İşlem gören numune ve görmeyen numune arasındaki değişiklikler, spektrumlarının karakteristik bantları birbirleri ile karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

#### **4.11 Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) Analizleri**

Uludağ Üniversitesi, Fizik Bölümü Mikroskopi Laboratuvarında bulunan SEM Carl Zeiss Evo 40 marka taramalı elektron mikroskobu kullanılarak ağartılmış numunelerin yüzey yapısında oluşan modifikasyonlar incelenmiştir.

## 5. BULGULAR

Tekstil mamullerinin ağartılması sonucunda yüksek beyazlık derecesi ve en az mukavemet kaybının olması arzu edilir. Çalışmadaki sonuçlar bu açıdan değerlendirilmiş, yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve düşük renk kuvveti (K/S) derecesine ulaşan numunelere mukavemet, metilen mavisi, hidrofilite, FTIR ölçümü ve SEM analizleri yapılmıştır.

### 5.1 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen Bulgular

#### 5.1.1 Hidrojen Peroksit Ağartmasında Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin hidrojen peroksit ile ağartma reçeteleri Tablo 5.1'de gösterilmektedir.

Tablo 5.1: Hidrojen peroksit ile uygulanan ağartma reçeteleri

<b>Hidrojenperoksit ile ağartma</b>	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	10,20,30,40,50,60,70,80,90,100ml/l
Sodyum hidroksit (katı)	1,2,4,6,8,10 g/l
Ağartma sıcaklığı	95°C
Ağartma süresi	30,60,90,120 dakika
pH	pH 9.1-10.8
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l
İyon tutucu	2 g/l
Stabilizatör	0.5,1,2,3,4 g/l

Alkali işlem ile alkali ortamda çözünebilen pektin, hemiselüloz, lignin, vakslar ve yağlar uzaklaştırılabilmektedir. Bu şekilde lif agregasyonu seviyesi düşmekte ve yüzey daha pütürlü olmaktadır. Alkali işlem esnasında selüloz makromoleküllerinde bulunan OH grupları sodyum hidroksit ile aşağıdaki denkleme göre reaksiyona girmektedir;



$\text{Sel} - \text{OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Sel} - \text{O} - \text{Na} + \text{H}_2\text{O}$  (Gu 2009, Carvallo ve diğ. 2010, Hemsri ve diğ. 2012, Rahman ve Khan 2007).

Sıcak baz çözeltileri ile muamele sırasında yağlar sabunlaşmakta, bu sabunlar sabunlaşmayan pamuk mumu kısmının emülsiyon haline geçmesini desteklemektedir. Pektin ve proteinler ise bazik kaynatma sırasında parçalanıp sodyum tuzu halinde yıkama suyuna geçmektedir.

%5'lik sodyum hidroksit ile 1 saatlik alkali işlem ile hemiselüloz kısmen hidrolize olmakta ve ligninin polimer yapısı bozulmaktadır. Bunun sonucunda şekerler ve fenolik bileşikler oluşarak suda çözünür. Bu çözülme olayları lignin ve hemiselüloz arasındaki alfa eter bağlarının ortadan kalkmasından dolayıdır. Bu numunelerde yapılan FTIR spektroskopisinde görülebilmektedir (Kumar ve diğ. 2014).

Asasutjarit ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, 2 saat kaynatılan ve yıkanan liflerin şeker, nişasta, yağ, tanen, reçine, kinin ve fenoller gibi suda çözünen malzemelerin uzaklaşması sebebiyle, nem alım kapasitesinin ve sulu ortamda kimyasallarla reaksiyona girebilme durumunun iyileştiği, lifin selüloz, lignin veya hemiselüloz kompozisyonunu etkilenmediği, ancak suda çözünen ekstrakte edilebilen kısmını azaldığı görülmüştür (Asasutjarit ve diğ. 2009).

Abraham ve arkadaşlarının hindistan cevizi lifinin çevre dostu bir yöntemle ekstraksiyonu çalışmalarında, %2'lik sodyum hidroksitle 25°C'de 6 saatlik alkali işlem ile, ligninin çözülmeye başladığı ve belirtilmektedir (Abraham ve diğ. 2013).

%5-10-20-30-50 sodyum hidroksit ile yapılan alkali işlem sonucunda yüzeyde bulunan safsızlıklar uzaklaşırken kristal bölgenin şişmesi gerçekleşmekte ve yüzeydeki hidroksil grupları reaksiyona girmektedir (Rahman ve Khan 2007).

Alkali işlemin hindistan cevizi lifinin termal parçalanma özelliklerine etkisi olumlu yönde olmaktadır. Bu, lifi oluşturan temel bileşenler selüloz ve ligninden önce, kolayca hidrolize olarak dekompoze olan malzemelerin uzaklaştırılması

sayesinde olmaktadır. Aynı zamanda alkali işlem ile hindistan cevizi lifinin kristalinitesinin değişimi de bunun sebebi olabilmektedir (Rosa ve diğ. 2009).

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyon, kostik miktarı ve stabilizatör oranlarında hidrojen peroksit ile ağartma işlemine tabi tutulmuş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.2’de gösterilmektedir.

Tablo 5.2: Hidrojen peroksit ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	peroksit (ml/l)	kostik (g/l)	Stab.(g/l)	*L	a*	b*	C*	(K/S)
<b>hidrofileştirilmiş</b>				48,1	90,11	27,12	71,4	12,15
30	10	2	1	68,7	60,39	41,49	81,2	70,36
30	20	2	1	74,1	3,30	38,65	85,1	5,17
30	30	2	1	77,9	2,22	43,37	87,1	5,63
30	40	2	0,5	71,7	1,22	35,99	88,1	4,92
30	40	2	1	80,6	0,83	37,13	88,7	3,71
30	40	2	2	81,8	-0,05	40,02	90,1	3,96
30	40	2	3	82,2	-0,08	37,00	90,1	3,19
30	40	2	4	83,2	-0,74	42,33	91,0	3,96
30	50	2	0,5	76,6	0,93	39,33	88,7	5,20
30	50	2	1	80,6	0,23	34,88	89,6	3,46
30	50	2	2	81,8	-0,27	41,02	90,4	4,25
30	50	2	3	82,5	-0,83	36,12	91,3	3,13
30	50	2	4	83,5	-0,58	40,00	90,8	3,72
30	60	2	0,5	77,5	0,49	36,05	89,2	4,45
30	60	2	1	80,7	-0,56	33,06	91,0	3,31
30	60	2	2	81,9	-0,97	37,54	91,5	3,60
30	60	2	3	83,3	-1,08	38,83	91,6	3,39
30	60	2	4	83,6	-0,77	38,58	91,2	3,50
30	70	2	0,5	79,9	-0,30	38,82	90,5	4,47
30	70	2	1	80,8	0,02	34,86	90,0	3,23
30	70	2	2	81,9	-0,60	37,13	90,9	3,53
30	70	2	3	83,6	-1,17	37,26	91,8	3,26
30	70	2	4	84,1	-1,31	39,29	91,9	3,40
30	80	2	0,5	80,4	0,76	41,33	89,0	4,59
30	80	2	1	80,9	0,84	36,94	88,7	3,52
30	80	2	2	82,2	-0,01	36,73	90,0	3,32

Tablo 5.2 (Devam)

30	80	2	3	84,0	-1,81	38,14	92,7	3,42
30	80	2	4	84,2	-1,51	38,17	92,3	3,39
30	90	2	1	81,0	1,22	38,38	88,2	3,62
60	10	2	1	69,9	3,34	38,80	85,1	6,11
60	20	2	1	79,1	1,30	39,37	88,1	4,26
60	30	2	1	80,5	1,65	39,93	87,6	4,02
60	40	2	0,5	78,1	-0,12	39,34	90,2	5,13
60	40	2	1	82,1	-0,12	36,50	90,2	3,49
60	40	2	2	82,7	-0,29	37,70	90,4	3,36
60	40	2	3	83,7	-1,52	39,81	92,2	3,73
60	40	2	4	84,4	-1,43	39,87	92,1	3,66
60	50	2	0,5	78,6	0,32	39,59	89,5	4,76
60	50	2	1	82,5	-0,58	37,74	90,9	3,44
60	50	2	2	82,9	-1,27	33,61	92,2	2,83
60	50	2	3	83,8	-0,91	40,20	91,3	3,82
60	50	2	4	84,5	-0,85	39,82	91,2	3,56
60	60	2	0,5	81,1	1,15	38,17	88,3	3,68
60	60	2	1	82,6	-0,60	39,63	90,9	3,87
60	60	2	2	83,2	-1,43	40,65	92,0	3,57
60	60	2	3	83,1	0,16	40,77	89,8	3,97
60	60	2	4	84,7	-3,14	38,14	94,7	3,57
60	70	2	0,5	81,3	1,13	38,76	88,3	3,90
60	70	2	1	82,8	-0,79	36,24	91,3	3,17
60	70	2	2	83,6	-1,38	36,91	92,1	3,20
60	70	2	3	84,6	-1,63	40,38	92,3	3,72
60	70	2	4	84,8	-1,99	41,47	92,8	3,62
60	80	2	0,5	81,1	-0,85	34,54	91,4	3,54
60	80	2	1	82,1	0,51	38,78	89,2	3,72
60	80	2	2	84,3	-0,87	39,82	91,3	3,28
60	80	2	3	84,9	-2,09	34,87	93,4	2,78
60	80	2	4	85,6	-2,02	39,79	92,9	3,19
60	90	2	1	82,8	0,20	37,81	89,7	3,39
90	10	2	1	71,7	4,63	38,11	83,1	5,68
90	20	2	1	80,6	2,12	39,84	87,0	4,26
90	30	2	1	81,6	0,69	40,99	89,0	3,93
90	40	2	0,5	78,3	1,43	38,51	87,9	4,17
90	40	2	1	82,6	0,02	35,91	90,0	3,32
90	40	2	2	82,9	0,16	41,38	89,8	3,91

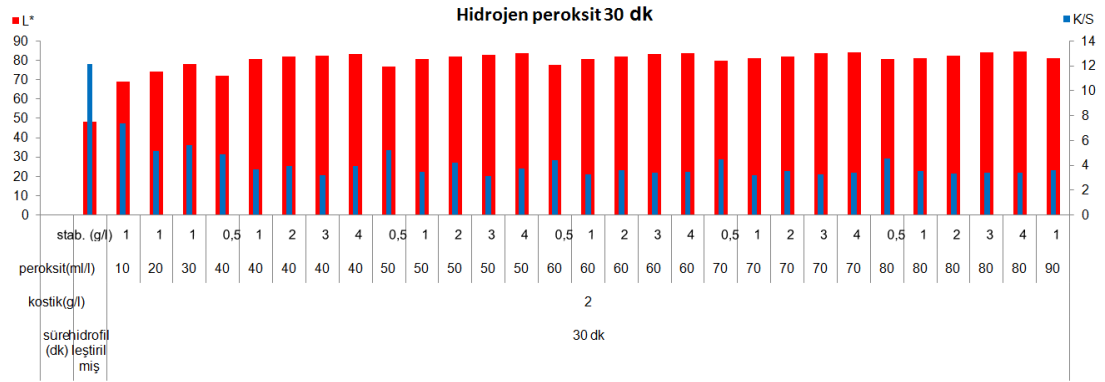
Tablo 5.2 (Devam)

90	40	2	3	84,3	-1,60	38,66	92,4	3,44
90	40	2	4	84,3	-1,86	38,52	92,8	3,46
90	50	2	0,5	80,1	2,07	37,77	86,9	3,70
90	50	2	1	82,8	-1,28	35,00	92,1	3,40
90	50	2	2	83,1	-1,52	37,41	92,3	3,58
90	50	2	3	84,4	-2,04	37,44	93,1	3,39
90	50	2	4	84,7	-1,14	38,19	91,7	3,34
90	60	2	0,5	81,1	1,70	39,48	87,5	4,06
90	60	2	1	82,5	-0,60	34,83	91,0	3,21
90	60	2	2	83,3	-0,41	39,28	90,6	3,70
90	60	2	3	84,6	-2,06	37,68	93,1	3,27
90	60	2	4	84,8	-2,25	37,30	93,5	3,42
90	70	2	0,5	81,5	0,58	35,05	89,0	3,09
90	70	2	1	82,8	-0,60	37,27	90,9	3,54
90	70	2	2	83,8	-0,86	37,20	91,3	3,04
90	70	2	3	84,6	-1,13	39,42	91,7	3,51
90	70	2	4	84,9	-1,80	35,75	92,9	2,70
90	80	2	0,5	81,4	-0,30	32,86	90,5	2,64
90	80	2	1	82,3	0,13	35,60	89,8	3,03
90	80	2	2	84,8	-2,13	35,46	93,4	2,86
90	80	2	3	85,7	-1,82	38,38	92,7	3,02
90	80	2	4	86,3	-2,64	38,57	93,9	3,11
90	90	2	1	82,2	0,40	38,06	89,4	3,40
120	10	2	1	71,9	3,80	38,94	84,4	6,44
120	20	2	1	81,3	1,09	38,16	88,4	3,76
120	30	2	1	81,7	0,37	39,09	89,5	3,81
120	40	2	0,5	79,7	0,76	35,77	88,8	3,65
120	40	2	1	82,2	0,67	37,11	89,0	3,56
120	40	2	2	83,2	-1,90	35,99	93,0	3,49
120	40	2	3	84,3	-1,34	35,76	92,2	3,04
120	40	2	4	84,4	-1,28	37,04	92,0	3,10
120	50	2	0,5	81,3	-0,74	32,75	91,3	2,75
120	50	2	1	82,7	-0,09	37,81	90,1	3,55
120	50	2	2	83,3	-1,07	37,89	91,6	3,43
120	50	2	3	84,6	-2,65	32,57	94,7	2,60
120	50	2	4	85,3	-2,20	36,08	93,5	2,83
120	60	2	0,5	81,7	-0,15	33,65	90,3	3,10
120	60	2	1	83,0	-2,12	34,21	93,6	3,37

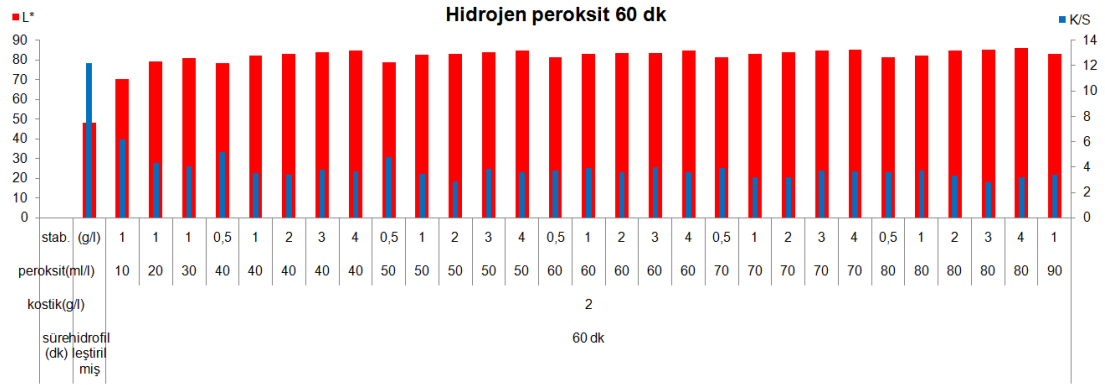
Tablo 5.2 (Devam)

120	60	2	2	83,4	-0,79	36,06	91,3	2,87
120	60	2	3	84,7	-1,56	38,27	92,3	3,16
120	60	2	4	85,4	-1,47	39,02	92,2	3,10
120	70	2	0,5	81,9	-0,14	35,67	90,2	3,21
120	70	2	1	83,4	-1,09	33,95	91,8	2,64
120	70	2	2	83,9	-1,84	36,75	92,9	3,28
120	70	2	3	84,7	-1,87	37,24	92,9	3,05
120	70	2	4	85,5	-1,54	34,84	92,5	2,29
120	80	1	1	82,7	-0,98	40,50	91,4	4,32
120	80	2	0,5	81,5	0,03	37,50	90,0	3,64
120	80	2	1	84,0	-0,25	36,40	90,4	2,87
120	80	2	2	85,0	-2,02	34,54	93,4	2,84
120	80	2	3	85,1	-1,96	37,60	93,0	3,22
120	80	2	4	86,5	-2,58	37,47	93,9	2,94
120	80	4	1	60,7	8,51	30,65	74,5	6,39
120	80	6	1	63,5	8,34	32,39	75,6	6,18
120	80	8	1	66,6	7,91	32,92	76,5	5,34
120	80	10	1	72,3	7,27	34,14	78,0	4,16
120	90	1	1	83,2	-1,50	37,35	92,3	3,51
120	90	2	1	84,6	-0,70	36,45	91,1	2,96
120	90	4	1	60,2	8,10	30,72	75,2	7,08
120	90	6	1	65,3	7,71	32,73	76,7	5,67
120	90	8	1	66,6	8,81	34,06	75,5	5,38
120	90	10	1	72,6	6,76	35,01	79,1	4,30
120	100	1	1	84,9	-1,99	39,86	92,9	3,75
120	100	2	1	85,6	-1,27	36,62	92,0	3,02
120	100	4	1	60,8	8,14	30,59	75,1	6,67
120	100	6	1	66,6	9,20	34,49	75,1	5,57
120	100	8	1	70,2	6,99	33,45	78,2	4,64
120	100	10	1	74,5	6,43	36,33	80,0	4,18

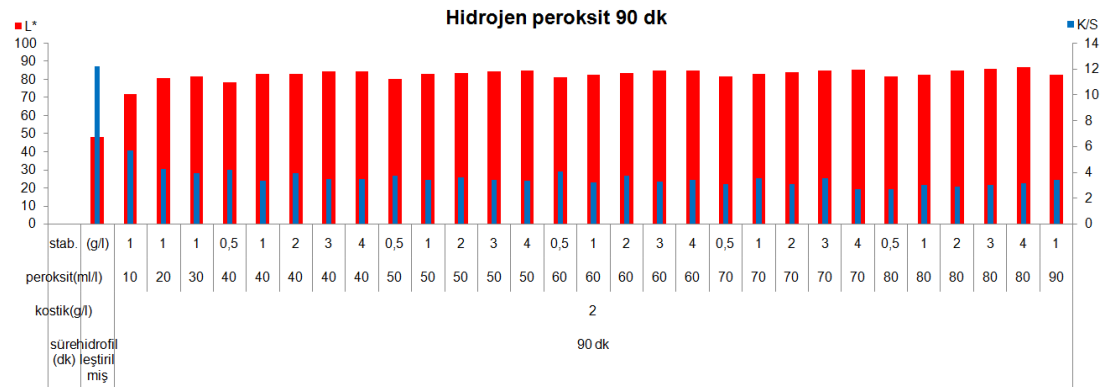
Hidrojen peroksit ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.1, 5.2, 5.3 ve 5.4'de gösterilmektedir.



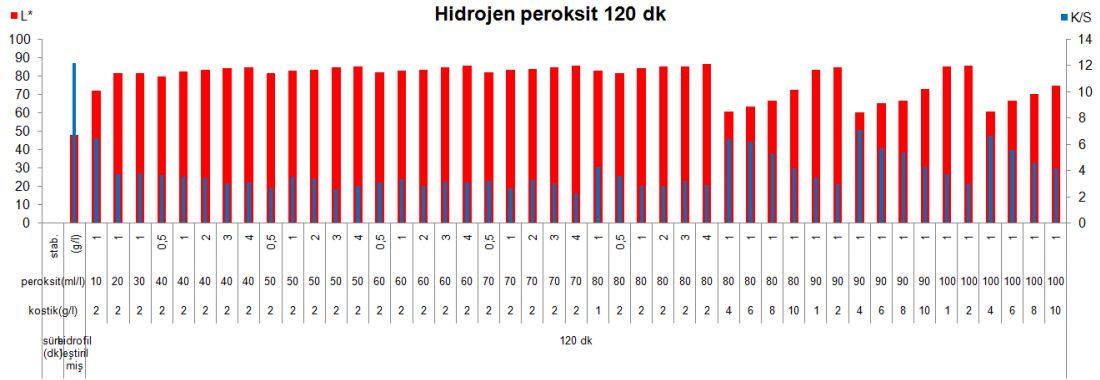
Şekil 5.1: Hidrojen peroksit ile 30 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.2: Hidrojen peroksit ile 60 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.3: Hidrojen peroksit ile 90 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.4: Hidrojen peroksit ile 120 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Genel olarak bakıldığında hidrojen peroksit ağartmalarında süre ve kimyasal konsantrasyonu artırıldıkça, açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri artmakta,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise oldukça düşmektedir.

Aynı hidrojen peroksit konsantrasyonlarında, stabilizatör konsantrasyonu artırıldığında ağartma değerleri iyileşmektedir. Bunun sebebi hidrojen peroksitin işlem sonuna kadar bozulmayarak ağartma sürecinde yer almasıdır.

Öte yandan sodyum hidroksit konsantrasyonu 2g/l altında veya üstünde olduğunda ağartma için gerekli pH aralığı sağlanamamakta, buna bağlı olarak ise ağartma değerleri kötüye gitmektedir. Bu yüzden optimum sodyum hidroksit konsantrasyonunun 2g/l olduğu görülmektedir.

Literatürde yer alan bu çalışmalar ile tez çalışmamızdaki hidrojen peroksit ağartmaları ile elde edilen açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri ve hidrofilité değerlerindeki iyileşmeler örtüşmektedir. Ancak bu çalışmada yapılan hidrojen peroksit ağartması denemelerinde süre, konsantrasyon ve sıcaklık değerleri daha geniş aralıkta ve yüksek miktarlarda tutulmuş hidrojen peroksit ağartması sistematik olarak incelenmiştir. Bu şekilde kabul edilebilir açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri değerlerine ulaşılabilmiştir.

Hidrojen peroksit hindistan cevizi lifi içinde bulunan selülozdaki hidroksil gruplarını oksitlemiştir ve bu da FTIR spektroskopisinde görülebilmektedir. Öte

yandan hidrojen peroksit ile işlem sonucunda hindistan cevizi liflerinin termal stabilitesinde artış görülmüştür (Brígida ve diğ. 2010).

### 5.1.2 Potasyum Permanganat Ağartmasında Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve (K/S) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin potasyum permanganat ile ağartma reçeteleri Tablo 5.3'te gösterilmektedir.

Tablo 5.3: Potasyum permanganat ile uygulanan ağartma reçeteleri

Potasyum Permanganat ( $KMnO_4$ ) ile ağartma	
Potasyum Permanganat konsantrasyonu	2,4,6,8 g/l
Ağartma sıcaklığı	90°C
Ağartma süresi	10,20,30 dakika
pH	pH 4
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

İşlem esnasında pH 4'ü asetik asitle ayarlanmıştır. Ard işlem için numuneler 10 g/l okzalik asitle 85°C sıcaklıkta 30 dakika işleme sokulmuştur.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda potasyum permanganat ile ağartma işlemine tabi tutulmuş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.4'te gösterilmektedir.

Tablo 5.4: Potasyum permanganat ile ağartma sonucu elde edilen değerler

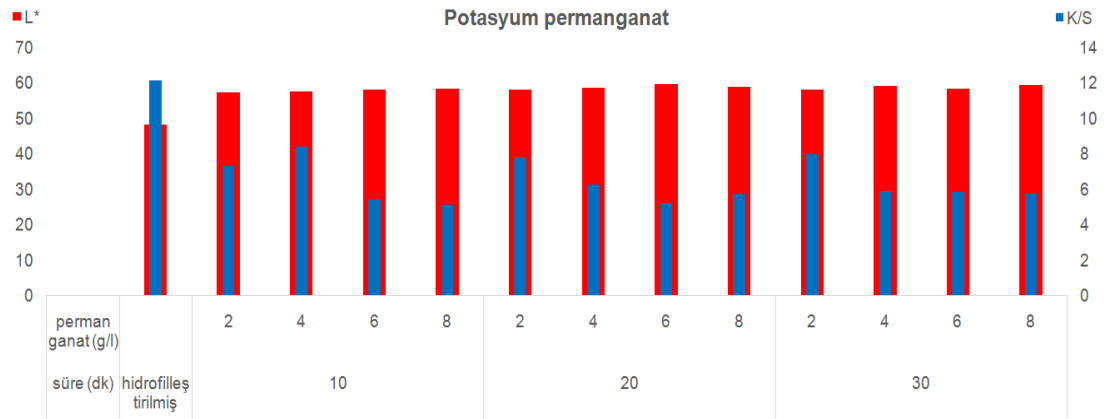
süre (dk)	permanganat (g/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofilleştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
10	2	57,2	11,58	30,81	69,4	7,31
20	2	58,0	12,50	33,23	69,4	7,84
30	2	58,2	11,84	32,75	70,1	7,96



Tablo 5.4 (Devam)

10	4	57,6	12,02	33,51	70,3	8,39
20	4	58,6	12,30	30,80	68,2	6,27
30	4	59,0	10,87	29,46	69,8	5,91
10	6	58,0	9,13	26,47	71,0	5,46
20	6	59,6	9,76	20,54	64,6	5,22
30	6	58,4	10,03	28,32	70,5	5,88
10	8	58,5	10,18	26,75	69,2	5,16
20	8	58,9	11,44	29,48	68,8	5,76
30	8	59,4	11,49	29,70	68,8	5,75

Potasyum permanganat ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.5'te gösterilmektedir.



Şekil 5.5: Potasyum permanganat ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Permanganat ile yapılan ağartmalarda süre ve kimyasal konsantrasyonları arttırıldıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) yükselmekte,  $C^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri düşmektedir. Bu da artan süre ve konsantrasyonla numunelerin renklerinin az da olsa açıldığını göstermektedir.

### 5.1.3 Perasetik Asit Ağartmasında Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin perasetik asit ile ağartma reçetesi Tablo 5.5'te gösterilmektedir.

Tablo 5.5: Perasetik asit ile uygulanan ağartma reçeteleri

Perasetik Asit ( $\text{CH}_3\text{CO}-\text{OOH}$ ) ile ağartma	
Perasetik Asit konsantrasyonu	5,10,20,30 g/l
Ağartma sıcaklığı	70°C
Ağartma süresi	30,60,90 dakika
pH	pH 5 ve 7
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda, pH 5'de perasetik asit ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.6'da gösterilmektedir.

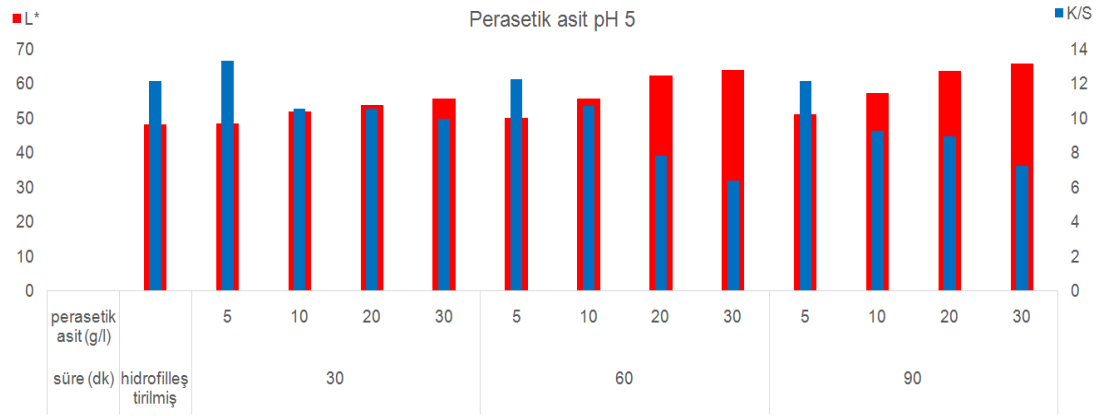
Tablo 5.6: Perasetik asit ile pH 5'te ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	perasetikasit (g/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofileştirilmiş</b>		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	5	48,4	7,87	28,91	74,8	13,32
30	10	52,0	7,09	28,56	76,1	10,54
30	20	53,6	5,05	28,57	80,0	10,57
30	30	55,6	7,58	32,42	76,8	9,97
60	5	50,0	8,46	29,92	74,2	12,25
60	10	55,6	9,08	33,44	74,8	10,70
60	20	62,3	6,65	34,69	79,2	7,82
60	30	64,0	4,21	30,72	82,2	6,37
90	5	51,1	9,46	31,67	73,4	12,14

Tablo 5.6 (Devam)

90	10	57,1	7,06	32,13	77,6	9,28
90	20	63,5	6,02	36,74	80,7	8,97
90	30	65,8	6,36	36,23	80,0	7,25

Perasetik asit ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.6’da gösterilmektedir.



Şekil 5.6: Perasetik asit ile pH5’te işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda, pH 7’de perasetik asit ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.7’de gösterilmektedir.

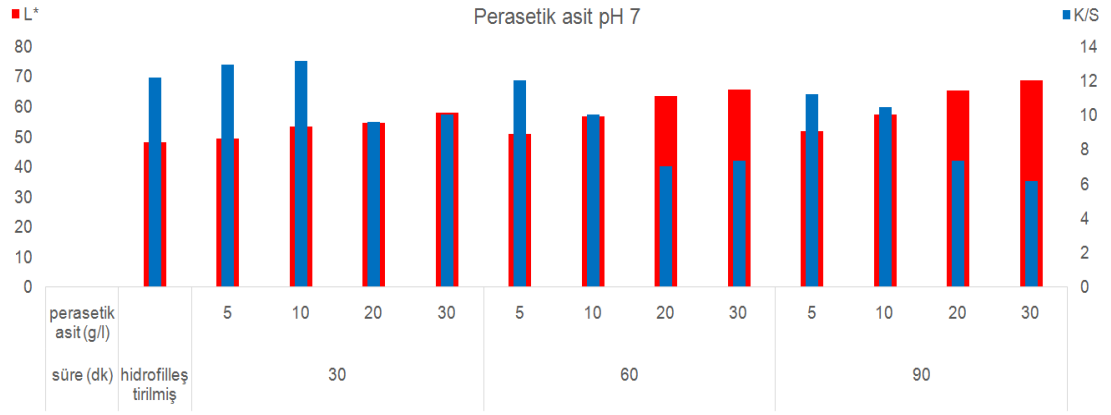
Tablo 5.7: Perasetik asit ile pH 7’de ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	perasetik asit (g/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
	hidrofilleştirilmiş	48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	5	49,4	6,90	29,01	76,6	12,95
30	10	53,3	8,04	32,87	76,3	13,16
30	20	54,7	6,08	30,14	78,6	9,62
30	30	57,8	6,66	33,50	78,8	10,01
60	5	50,9	8,88	30,59	73,8	11,99
60	10	56,8	6,98	32,25	77,8	10,04

Tablo 5.7 (Devam)

60	20	63,6	5,52	33,01	80,5	7,00
60	30	65,7	5,68	36,29	81,1	7,32
90	5	51,9	7,77	30,18	75,6	11,21
90	10	57,2	7,68	34,06	77,3	10,45
90	20	65,3	5,73	36,60	81,1	7,34
90	30	68,8	6,00	37,34	80,9	6,14

Perasetik asit ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.7’de gösterilmektedir.



Şekil 5.7: Perasetik asit ile pH7’de işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Asidik ortamda yani pH 5’de ve nötr ortamda yani pH 7’de yapılan perasetik asit ağartması yaklaşık aynı açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), renk kuvveti (K/S),  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  değerlerini vermekle birlikte, pH 7’de açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri biraz daha yüksek, renk kuvveti (K/S) değerleri ise biraz daha düşük olmaktadır. Bu durumda pH 7’de yapılan perasetik asit ağartmasının, hindistan cevizi liflerinde az da olsa daha iyi bir ağartma sağladığı söylenebilmektedir.

#### 5.1.4 Sodyum Perborat Ağartmasında Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin sodyum perborat ile ağartma reçeteleri Tablo 5.8'de gösterilmektedir.

Tablo 5.8: Sodyum perborat ile uygulanan ağartma reçeteleri

Sodyum Perborat ( $\text{NaBO}_2, \text{H}_2\text{O}_2, 3\text{H}_2\text{O}$ ) ile ağartma	
Sodyum Perborat konsantrasyonu	5,10,20,30 g/l
Ağartma sıcaklığı	60 ve 80°C
Ağartma süresi	30,60,90,120 dakika
pH	pH 10
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda sodyum perborat ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.9'da gösterilmektedir.

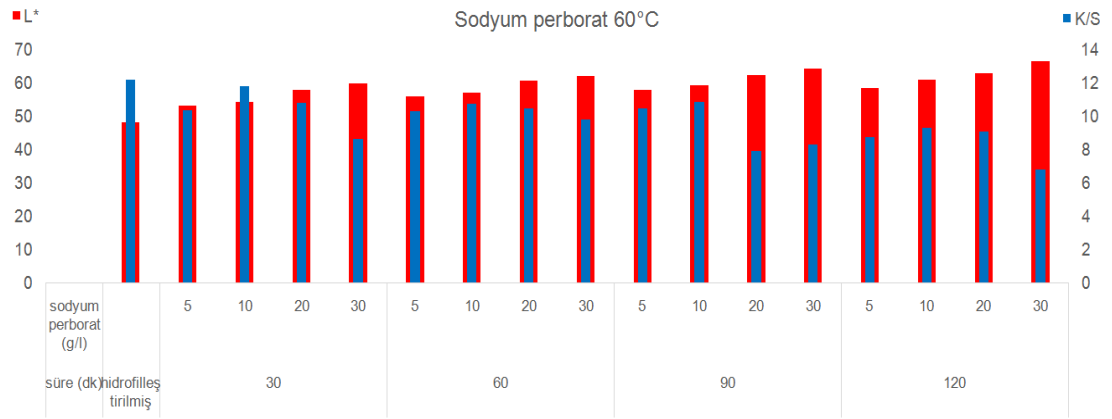
Tablo 5.9: Sodyum perborat ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	sodyum perborat (g/l)	sıcaklık (°C)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofilleştirilmiş			48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	5	60	53,1	9,25	32,19	74,0	10,35
30	10	60	54,1	9,14	34,32	75,1	11,80
30	20	60	57,7	8,68	37,23	76,9	10,76
30	30	60	59,7	7,79	35,41	77,6	8,61
60	5	60	55,8	8,85	33,13	75,0	10,27
60	10	60	57,1	8,93	36,38	76,2	10,74
60	20	60	60,5	7,65	38,71	78,8	10,43
60	30	60	62,0	9,06	41,53	77,7	9,78

Tablo 5.9 (Devam)

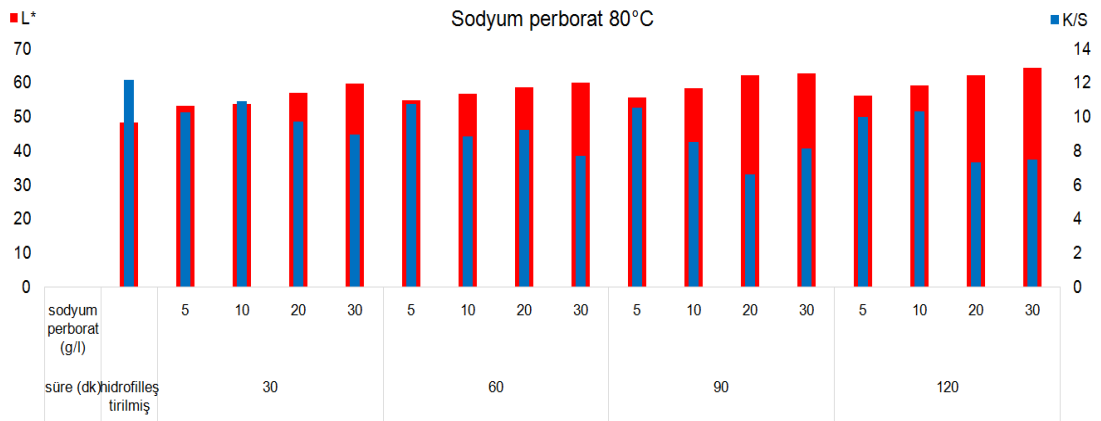
90	5	60	57,8	8,14	34,82	76,8	10,46
90	10	60	59,3	8,61	38,03	77,3	10,86
90	20	60	62,1	7,99	36,87	77,8	7,92
90	30	60	64,3	7,40	39,01	79,3	8,29
120	5	60	58,3	8,22	33,31	76,1	8,73
120	10	60	60,9	8,55	37,34	77,1	9,26
120	20	60	62,7	8,08	39,40	78,4	9,03
120	30	60	66,4	5,86	37,14	81,0	6,80
30	5	80	53,0	7,87	29,82	75,2	10,26
30	10	80	53,6	8,23	31,49	75,4	10,88
30	20	80	56,8	8,04	34,32	76,8	9,72
30	30	80	59,6	7,38	35,49	78,3	8,91
60	5	80	54,6	8,93	33,03	74,9	10,74
60	10	80	56,7	7,50	32,12	76,9	8,84
60	20	80	58,6	7,45	35,12	78,0	9,19
60	30	80	60,0	5,85	33,35	80,1	7,70
90	5	80	55,5	8,72	33,23	75,3	10,53
90	10	80	58,2	7,42	32,43	77,1	8,51
90	20	80	62,0	7,01	33,28	78,1	6,59
90	30	80	62,8	8,76	37,95	77,0	8,11
120	5	80	56,0	8,82	33,38	75,2	9,98
120	10	80	59,1	7,27	36,01	78,6	10,29
120	20	80	62,1	6,21	33,41	79,5	7,30
120	30	80	64,4	6,48	37,21	80,1	7,45

Sodyum perborat ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.8'de gösterilmektedir.



Şekil 5.8: Sodyum perborat ile 60°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Sodyum perborat ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.9'da gösterilmektedir.



Şekil 5.9: Sodyum perborat ile 80°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Sodyum perborat ile yapılan ağartmalarda genel olarak işlem sıcaklığından bağımsız olarak, süre ve kimyasal konsantrasyonu arttırıldıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte öte yandan  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. İşlem sıcaklığı 60°C'den 80°C'ye yükseltildiğinde değerler çok değişmemekte, 60°C'de açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri biraz daha yüksek, renk kuvveti (K/S) değerleri ise biraz daha düşük olmaktadır. Özetle sodyum perborat ile yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmakta, sıcaklık

yükseltildiğinde ise rengin daha fazla açılması beklenirken önemli bir değişiklik olmamaktadır.

### 5.1.5 Sodyum Perkarbonat Ağartmasında Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin sodyum perkarbonat ile ağartma reçeteleri Tablo 5.10'da gösterilmektedir.

Tablo 5.10: Sodyum perkarbonat ile uygulanan ağartma reçeteleri

<b>Sodyum Perkarbonat (<math>\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}</math>) ile ağartma</b>	
Sodyum Perkarbonat konsantrasyonu	10,20,30,40 g/l
Ağartma sıcaklığı	95°C
Ağartma süresi	30,60,90,120 dakika
pH	pH 10.5
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda sodyum perkarbonat ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^* C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.11'de gösterilmektedir.

Tablo 5.11: Sodyum perkarbonat ile ağartma sonucu elde edilen değerler

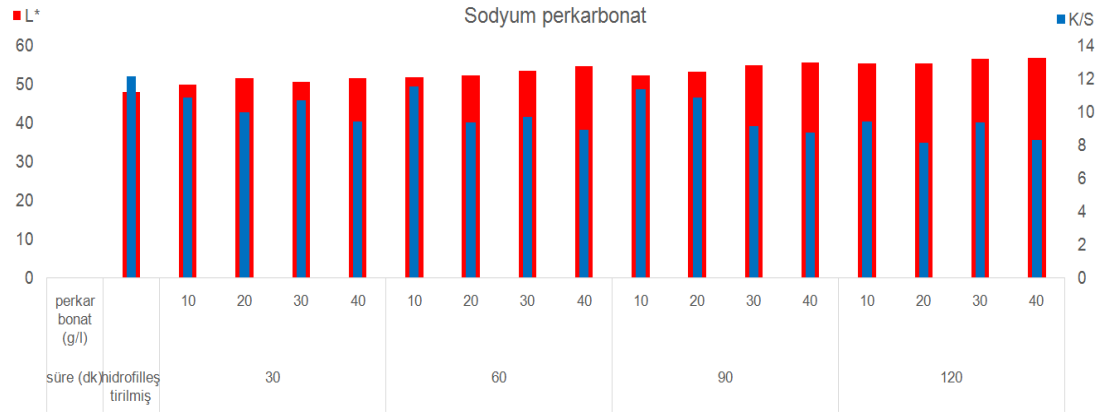
süre (dk)	<b>Sodyum perkarbonat</b>					
	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)	
<b>hidrofileştirilmiş</b>	48,1	9,11	27,12	71,4	12,15	
30	10	49,9	7,19	29,21	76,2	10,89
30	20	51,7	8,94	29,99	73,4	9,97
30	30	50,8	7,95	30,09	75,2	10,69
30	40	51,7	8,09	29,49	74,7	9,44
60	10	52,0	8,79	31,76	74,5	11,52



Tablo 5.11 (Devam)

60	20	52,3	8,24	29,67	74,5	9,39
60	30	53,7	8,26	30,60	74,9	9,69
60	40	54,8	8,01	31,93	75,9	8,92
90	10	52,3	9,15	32,22	74,2	11,36
90	20	53,4	8,60	33,31	75,5	10,89
90	30	55,1	8,41	32,04	75,3	9,17
90	40	55,7	8,18	32,11	75,7	8,75
120	10	55,5	7,93	32,37	76,2	9,44
120	20	55,5	8,02	30,54	75,3	8,14
120	30	56,4	8,09	33,82	76,5	9,35
120	40	56,6	8,47	32,43	75,4	8,32

Sodyum perkarbonat ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.10'da gösterilmektedir.



Şekil 5.10: Sodyum perkarbonat ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Sodyum perkarbonat ile yapılan ağartmalarda süre ve kimyasal konsantrasyonu artırıldıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte öte yandan  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir.

Ancak sodyum karbonatla yaklaşık aynı sürelerde daha yüksek kimyasal konsantrasyonlarda sağlanan ağartma değerleri, sodyum perborat ile yapılan ağartmalara kıyasla daha düşük olmaktadır.

### 5.1.6 Sodyum Klorit Ağartmasında Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin sodyum klorit ile ağartma reçeteleri Tablo 5.12’de gösterilmektedir.

Tablo 5.12: Sodyum klorit ile uygulanan ağartma reçeteleri

<b>Sodyum Klorit (<math>\text{NaClO}_2</math>) ile ağartma</b>	
Sodyum Klorit konsantrasyonu	10,20,30,40 g/l
Ağartma sıcaklığı	95°C
Ağartma süresi	30,60,90,120 dakika
pH	pH 4
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

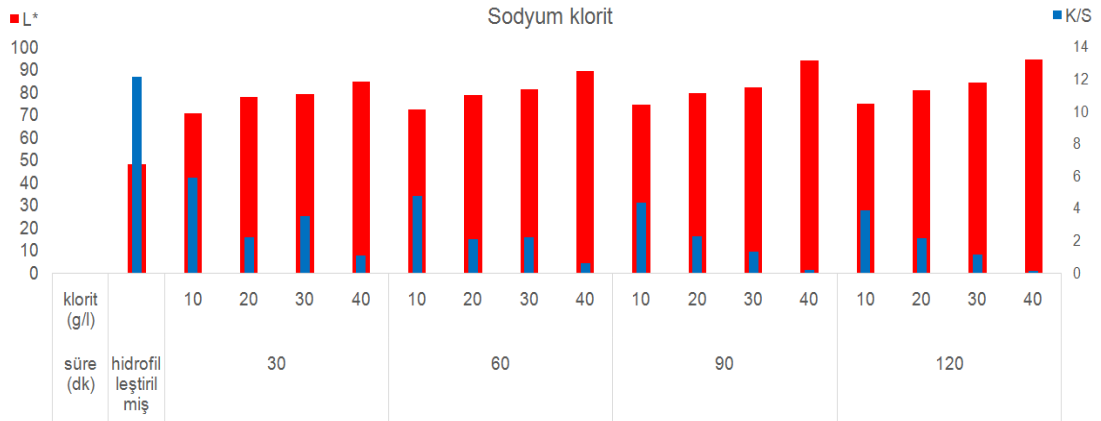
Ağartmaların ardından numunelerin üzerinde kalan sodyum klorit artıklarının uzaklaştırılabilmesi amacıyla yapılan ard işlemlerde numuneler 10g/l sodyum sülfid ile 20°C 30 dakika muamele edilmiştir.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda sodyum klorit ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*,a^*,b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.13’te gösterilmektedir.

Tablo 5.13: Sodyum klorit ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	klorit (g/l)	ıslatıcı (g/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofileştirilmiş</b>			48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	10	1	70,5	4,72	38,06	82,9	5,91
30	20	1	77,7	2,02	28,10	85,9	2,18
30	30	1	79,3	2,25	36,73	86,5	3,51
30	40	1	84,5	-0,01	20,41	90,0	1,10
60	10	1	72,2	3,58	35,93	84,3	4,75
60	20	1	78,7	1,75	28,89	86,5	2,06
60	30	1	81,2	2,04	31,67	86,3	2,20
60	40	1	89,2	-1,84	14,58	97,2	0,61
90	10	1	74,3	4,10	37,27	83,7	4,37
90	20	1	79,4	3,06	31,50	84,5	2,27
90	30	1	82,3	0,90	24,94	87,9	1,30
90	40	1	94,2	-0,50	8,22	93,5	0,15
120	10	1	75,1	3,24	34,85	84,7	3,85
120	20	1	80,8	1,36	30,19	87,4	2,13
120	30	1	84,3	1,24	23,95	87,0	1,11
120	40	1	94,5	-0,87	6,05	98,2	0,11

Sodyum klorit ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.11’de gösterilmektedir.



Şekil 5.11: Sodyum klorit ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Genel olarak bakıldığında sodyum klorit ağartmalarında süre ve kimyasal konsantrasyonu yükseldikçe, açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve  $C^*$  değerleri artmakta,  $a^*$ ,  $b^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise oldukça düşmektedir.

120 dakikada 40g/l sodyum klorit konsantrasyonunda, ağır şartlarda yapılan ağartmaların sonucunda açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değeri 94.5,  $a^*$  değeri -0.87,  $b^*$  değeri 6.05, renk kuvveti (K/S) değeri ise 0,11 olmuş, ancak liflerin mukavemeti düşmüş ve liflerde dağılma olmuştur.

Bu değerler ve numuneler incelendiğinde sodyum klorit ağartması ile rengin oldukça açıldığı, ancak ağırlık kaybına bağlı olarak mukavemetinin azaldığı görülmektedir.

Abraham ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, hindistan cevizi liflerinin 1 saat  $50^{\circ}\text{C}$ 'de sodyum klorit ile ağartılması esnasında, amorf bileşen olan lignin ve hemiselüloz miktarının kademeli olarak azaldığı görülmüştür. Sodyum klorit, lignin ile oksidatif reaksiyona girmekte ve ligninin bir kısmı lignin klorür olarak çözülmektedir. Ağartma ile kristalin olmayan bileşenler lignin ve hemiselülozun liften uzaklaşması ile lif daha yüksek bir kristalinite değerine sahip olmaktadır (Abraham ve diğ. 2013).

Muensri ve arkadaşlarının hindistan cevizi/buğday glüten biyokompozitlerinde lignin uzaklaştırılmasının etkisini incelendiği çalışmada 1:50 flote oranında %0,7 sodyum klorit ile kaynama temperaturünde 90 dakikalık işlemde ligninin %50sinin uzaklaştırıldığı görülmektedir. (Muensri ve diğ. 2011).

Rosa ve arkadaşları hindistan cevizi liflerindeki selülozik tüycükler ile ilgili yaptıkları çalışmada 10g/l sodyum klorit ile  $70^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta 1 saat süre ile ağartma ile daha düzgün bir lif yüzeyi elde edilmiştir. Lif yapısında bulunan ligninin uzaklaştırılmasının ağartma prosesinden kaynaklandığı, bunun da ağartma çözeltilerindeki kahverengimsi renkten anlaşılacağı ifade edilmiştir (Rosa ve diğ. 2010).

Literatürde yer alan çalışmalar ile sodyum klorit ağartmaları ile elde edilen açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri ve hidrofilité değerlerindeki iyileşmeler örtüşmektedir. Bu tez çalışmasında sodyum klorit ağartması denemelerinde süre, konsantrasyon ve sıcaklık değerleri daha geniş aralıkta ve yüksek miktarlarda tutularak sistematik inceleme yapılmıştır. Bunun sonucunda ligninin uzaklaştırılması ile oldukça yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) elde edilebilmiş ancak bunun yanında mukavemet değerleri düşmüştür.

### 5.1.7 Sodyum Hipoklorit Ağartmasında Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin sodyum hipoklorit ile ağartma reçeteleri Tablo 5.14'de gösterilmektedir.

Tablo 5.14: Sodyum hipoklorit ile uygulanan ağartma reçeteleri

Sodyum Hipoklorit (NaClO) ile ağartma	
Sodyum Hipoklorit konsantrasyonu	10,20,30,40 ml/l
NaOH (Sodyum hidroksit)	3 g/l
Ağartma sıcaklığı	20 °C
Ağartma süresi	1,2,3,4,8,16,24,36 saat
pH	pH 11-12
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Ağartma denemelerinde numunelerin düzgün ıslanması amacıyla 1 g/l ıslatıcı ve ağartma için optimum pH'ın sağlanması amacıyla 3g/l katı sodyum hidroksit (NaOH) kullanılmıştır.

Ağartmaların ardından numunelerin üzerinde kalan sodyum hipoklorit artıklarının uzaklaştırılabilmesi amacıyla yapılan ard işlemlerde lifler 1/30 flotte oranında 10g/l sodyum sülfite ile 20°C 30 dakika muamele edilmiştir.

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda sodyum hipoklorit ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.15'te gösterilmektedir.

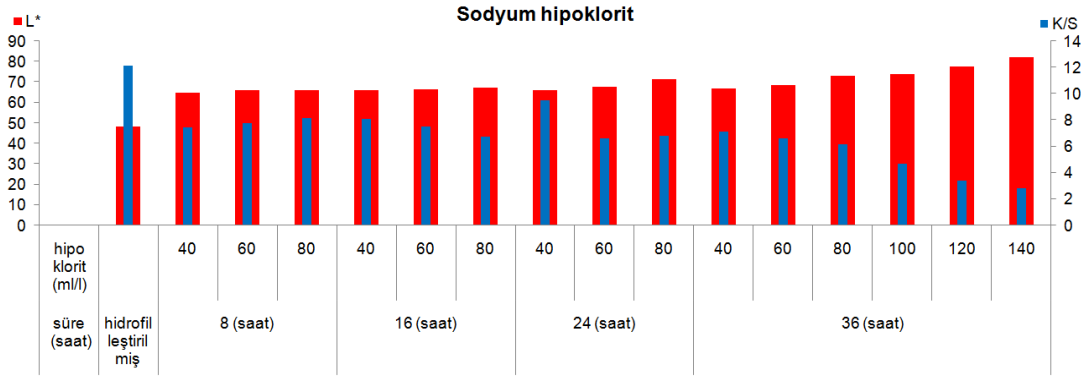
Tablo 5.15: Sodyum hipoklorit ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Sodyum					
	hipoklorit (ml/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofileştirilmiş</b>		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60 ( 1 saat )	10	43,5	8,62	27,01	72,3	14,05
60 ( 1 saat )	20	45,3	10,00	30,03	71,6	14,55
60 ( 1 saat )	30	48,8	11,24	34,58	72,0	15,05
60 ( 1 saat )	40	59,3	8,26	38,08	77,8	10,08
120 ( 2 saat )	10	54,0	9,10	35,20	75,5	12,25
120 ( 2 saat )	20	57,0	9,28	37,56	76,1	11,08
120 ( 2 saat )	30	56,8	8,44	36,68	77,0	11,14
120 ( 2 saat )	40	60,5	9,06	40,79	77,5	11,11
180 ( 3 saat )	10	54,7	9,32	33,83	74,6	9,54
180 ( 3 saat )	20	57,3	8,65	37,01	76,8	11,04
180 ( 3 saat )	30	59,4	8,85	38,97	77,2	10,30
180 ( 3 saat )	40	62,0	8,48	38,30	77,5	8,87
240 ( 4 saat )	10	55,6	9,02	35,24	75,6	10,47
240 ( 4 saat )	20	58,9	7,12	34,69	78,4	8,70
240 ( 4 saat )	30	61,0	6,36	38,43	80,6	9,93
240 ( 4 saat )	40	63,8	7,97	37,00	77,8	7,02
480 ( 8 saat )	40	65,0	6,62	37,72	80,1	7,43
480 ( 8 saat )	60	65,9	5,11	37,83	82,3	7,78
480 ( 8 saat )	80	66,2	6,77	39,82	80,4	8,13
960 ( 16 saat )	40	66,0	6,21	39,20	81,0	8,07
960 ( 16 saat )	60	66,3	5,42	36,83	81,6	7,53
960 ( 16 saat )	80	67,3	4,24	35,23	83,1	6,74
1440 ( 24 saat )	40	66,1	7,48	42,63	80,1	9,49
1440 ( 24 saat )	60	67,8	4,55	36,04	82,8	6,61
1440 ( 24 saat )	80	71,4	5,75	40,50	81,9	6,79

Tablo 5.15 (Devam)

2160 ( 36 saat )	40	66,7	4,90	36,76	82,4	7,14
2160 ( 36 saat )	60	68,5	4,82	37,39	82,7	6,61
2160 ( 36 saat )	80	72,9	5,04	40,71	82,9	6,14
2160 ( 36 saat )	100	73,8	4,31	36,21	83,2	4,68
2160 ( 36 saat )	120	77,7	-0,31	31,33	90,6	3,42
2160 ( 36 saat )	140	82,3	0,36	33,13	89,4	2,82

Sodyum hipoklorit ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.12’de gösterilmektedir.



Şekil 5.12: Sodyum hipoklorit ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Genel olarak bakıldığında sodyum hipoklorit ağartmalarında süre ve kimyasal konsantrasyonu artırıldıkça, açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri artmakta,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise oldukça düşmektedir. Numuneler ve değerler incelendiğinde sodyum hipoklorit ağartması ile rengin oldukça açıldığı (en yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değeri 82.3, en düşük renk kuvveti (K/S) değeri 2.82) görülmektedir.

Brigida ve arkadaşlarının çalışmasında 1:20 flote oranında 85°C’de 2 saat %0,4’lük sodyum hipoklorit ile ağartma sonucunda hindistan cevizi liflerinin renklerinin açık kahverengi rengine döndüğünü belirtmektedir (Brigida ve diğ. 2010).

Narendar ve Dasan kimyasal işlemlerin hindistan cevizi kısa liflerinin morfoloji, kimyasal yapısı, termal ve su tutma özelliklerine etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, %5lik sodyum hipoklorit ile 30°C sıcaklıkta 4 saat muamele esnasında; hipokloritin lignin bileşenleri ve hemiselülozun hidrofil olan hidroksil grupları ile reaksiyona girdiğini ve ligninin bir kısmının uzaklaştığını belirlemişlerdir (Narendar ve Dasan 2014).

Literatürdeki bu çalışmalarda tez çalışmamızda sodyum hipoklorit ağartmaları ile elde edilen açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri ve hidrofilite değerlerindeki iyileşmeler ile örtüşmektedir. Tez çalışmamızda sodyum klorit ile ağartma denemelerinde süre, konsantrasyon ve sıcaklık değerleri geniş aralıkta ve yüksek miktarlarda tutulmuştur. Bunun sonucunda kısmen ligninin uzaklaştırılması ile kabul edilebilir açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri elde edilebilmiştir.

### 5.1.8 Tiyöüre Dioksit (TUDO) Ağartmasında Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin tiyöüre dioksit (TUDO) ile ağartma reçeteleri Tablo 5.16'da gösterilmektedir.

Tablo 5.16: Tiyöüre dioksit (TUDO) ile uygulanan ağartma reçeteleri

<b>Tiyöüre Dioksit (<math>H_2NC(=NH)SO_2H</math>) ile ağartma</b>	
Tiyöüre Dioksit (TUDO) konsantrasyonu	10,20,30,40 g/l
NaOH (Sodyum hidroksit)	2,4,6,8 g/l
Ağartma sıcaklığı	90°C
Ağartma süresi	30,60,90,120 dakika
pH	pH 9-13
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l



Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda sodyum hidroksit ve tiyoüre dioksit (TUDO) ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin, kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.17’de gösterilmektedir.

Tablo 5.17: Tiyoüre dioksit (TUDO) ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	tudo (g/l)	NaOH (g/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofileştirilmiş</b>			48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	10	2	53,3	4,69	25,88	79,7	8,93
30	20	2	55,7	5,74	31,52	79,7	11,17
30	30	2	56,1	5,93	30,98	79,2	10,20
30	40	2	58,3	6,05	33,77	79,9	10,19
30	10	4	60,9	7,76	34,64	77,4	8,90
30	20	4	61,4	6,72	34,28	78,9	8,82
30	30	4	61,7	6,38	36,32	80,0	9,55
30	40	4	62,0	5,90	35,10	80,5	8,58
30	10	6	55,7	6,89	31,47	77,7	10,27
30	20	6	57,8	7,34	32,92	77,4	9,79
30	30	6	58,3	4,44	28,68	81,2	7,87
30	40	6	61,8	6,47	36,44	79,9	9,45
30	10	8	56,0	7,12	29,01	76,2	8,33
30	20	8	58,0	5,67	30,13	79,3	9,24
30	30	8	58,2	5,66	29,34	79,1	7,93
30	40	8	58,0	5,68	29,41	79,1	8,36
60	10	2	54,4	6,11	29,29	78,2	9,82
60	20	2	58,6	6,11	34,25	79,9	10,94
60	30	2	58,8	4,38	29,08	81,4	8,02
60	40	2	59,6	5,96	33,76	80,0	9,68
60	10	4	60,4	4,80	29,69	80,8	6,95
60	20	4	60,3	4,39	30,99	81,9	8,51
60	30	4	61,3	3,47	28,34	83,0	6,67
60	40	4	61,6	6,27	36,08	80,1	9,61
60	10	6	57,5	6,31	28,14	77,4	7,66
60	20	6	58,0	6,04	29,14	78,3	7,85

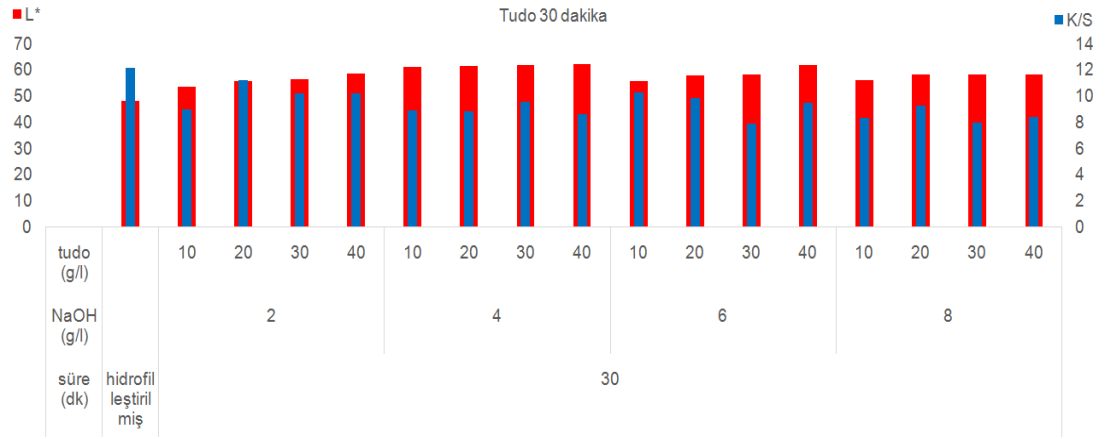
Tablo 5.17 (Devam)

60	30	6	58,4	4,66	32,29	81,8	9,64
60	40	6	62,1	6,25	35,41	80,0	9,11
60	10	8	57,1	7,11	31,05	77,1	8,95
60	20	8	58,5	4,63	29,22	81,0	7,83
60	30	8	59,2	5,37	29,90	79,8	7,83
60	40	8	59,4	5,40	30,20	79,9	7,86
90	10	2	55,8	5,68	31,19	79,7	10,08
90	20	2	59,1	4,88	32,28	81,4	9,19
90	30	2	59,7	6,24	33,14	79,3	8,75
90	40	2	59,6	5,40	33,27	80,8	9,16
90	10	4	60,8	6,51	34,91	79,4	9,59
90	20	4	61,5	6,77	34,65	78,9	8,38
90	30	4	61,8	6,09	36,56	80,5	9,43
90	40	4	62,2	5,75	35,47	80,8	8,64
90	10	6	56,3	6,78	29,80	77,2	9,14
90	20	6	58,9	7,35	34,75	78,1	10,30
90	30	6	59,3	6,92	33,95	78,5	9,20
90	40	6	63,3	6,34	34,72	79,7	7,65
90	10	8	57,2	6,23	23,58	75,2	7,39
90	20	8	59,3	4,98	29,44	80,4	7,98
90	30	8	59,9	6,49	33,31	79,0	9,06
90	40	8	60,0	5,59	31,22	79,9	7,99
120	10	2	56,5	6,19	31,02	78,7	9,49
120	20	2	59,4	5,90	34,29	80,2	9,76
120	30	2	60,0	5,35	33,83	81,0	8,92
120	40	2	59,7	4,88	32,37	81,4	8,74
120	10	4	59,6	6,88	32,90	78,2	8,94
120	20	4	61,6	5,75	34,79	80,6	8,72
120	30	4	61,5	5,97	32,63	79,6	7,84
120	40	4	62,4	5,75	34,59	80,6	8,22
120	10	6	57,6	4,87	28,28	80,2	7,96
120	20	6	59,5	6,05	31,66	79,2	8,32
120	30	6	59,8	4,28	31,50	82,3	8,12
120	40	6	62,8	5,30	33,88	81,1	7,91
120	10	8	57,2	5,59	30,29	79,6	8,94

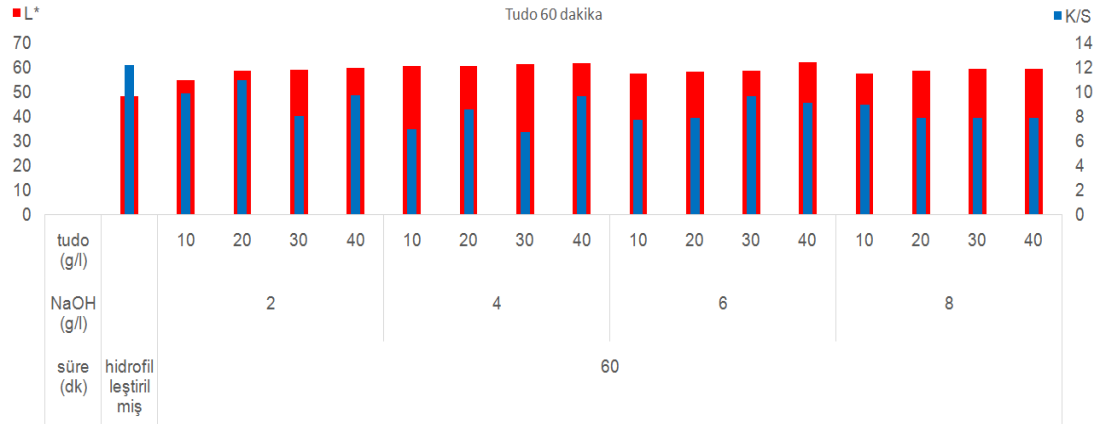
Tablo 5.17 (Devam)

120	20	8	59,3	4,82	26,88	79,8	6,75
120	30	8	59,6	6,26	31,63	78,8	8,59
120	40	8	60,3	5,06	32,09	81,0	8,35

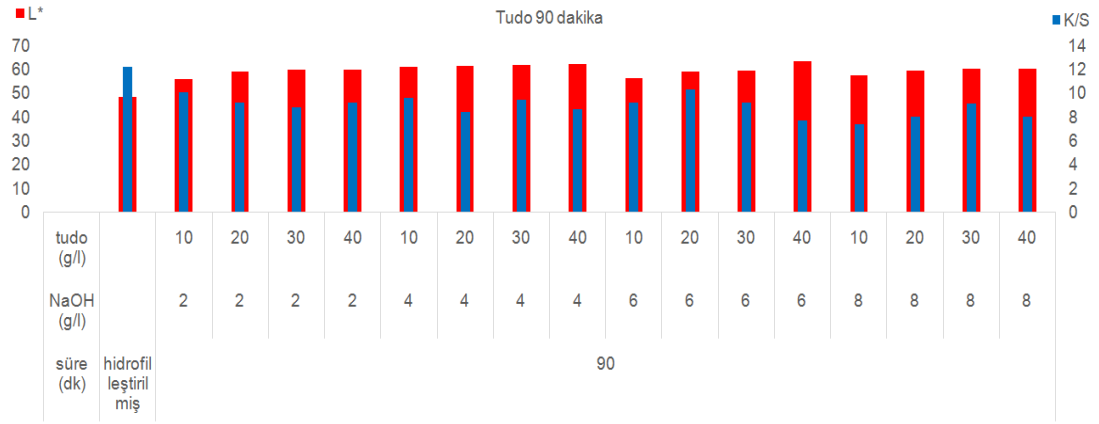
Tiyoüre dioksit (TUDO) ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.13, 5.14, 5.15 ve 5.16'da gösterilmektedir.



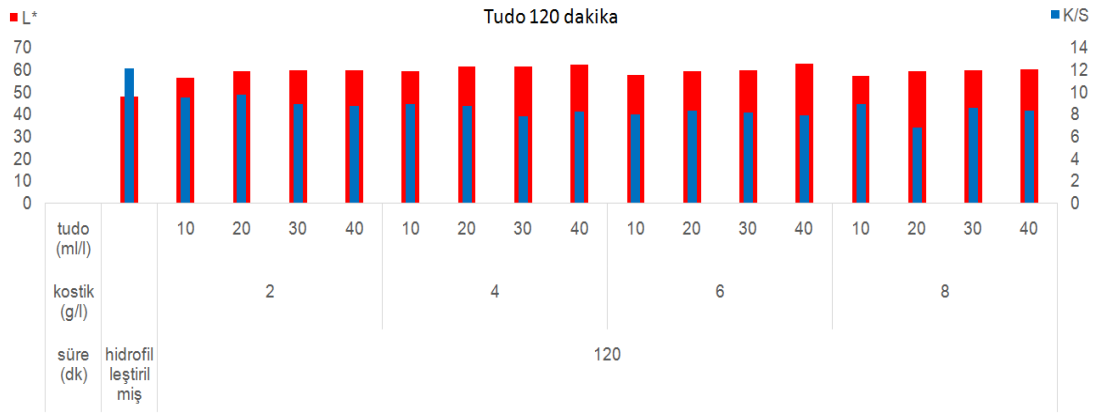
Şekil 5.13: TUDO ile 30 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.14: TUDO ile 60 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.15: TUDO ile 90 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.16: TUDO ile 120 dakika işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Genel olarak tiyoüre dioksit (TUDO) ile yapılan ağartmalarda süre ve tiyoüre dioksit konsantrasyonları arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri artmakta,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Ancak işlem süresi 90 dakikadan 120 dakikaya uzatıldığında değerler çok değişmemektedir. Ayrıca sodyum hidroksit konsantrasyonu 6g/l'den 8g/l'ye çıkarıldığında açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri az da olsa düşmektedir.

Tiyoüre dioksit (TUDO) ile yapılan ağartmalarda renk açılmakta ancak en yüksek konsantrasyonlarda dahi (maksimum açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) 62,8) yükseltgen ağartma maddelerine kıyasla çok iyi bir açıklık elde edilememektedir.

### 5.1.9 Enzimler İle İşlemlerde Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve (K/S) Değerleri

#### Bactosol CA liq. Conz

Hindistan cevizi liflerinin Bactosol CA liq. Conz ile reçeteleri Tablo 5.18'de gösterilmektedir.

Tablo 5.18: Bactosol CA liq. conz. ile uygulanan enzim reçeteleri

<b>Bactosol CA liq. Conz Enzimi ile işlem</b>	
Bactosol CA liq. Conz konsantrasyonu	% 1,2,10
Ağartma sıcaklığı	60°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 5,3 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

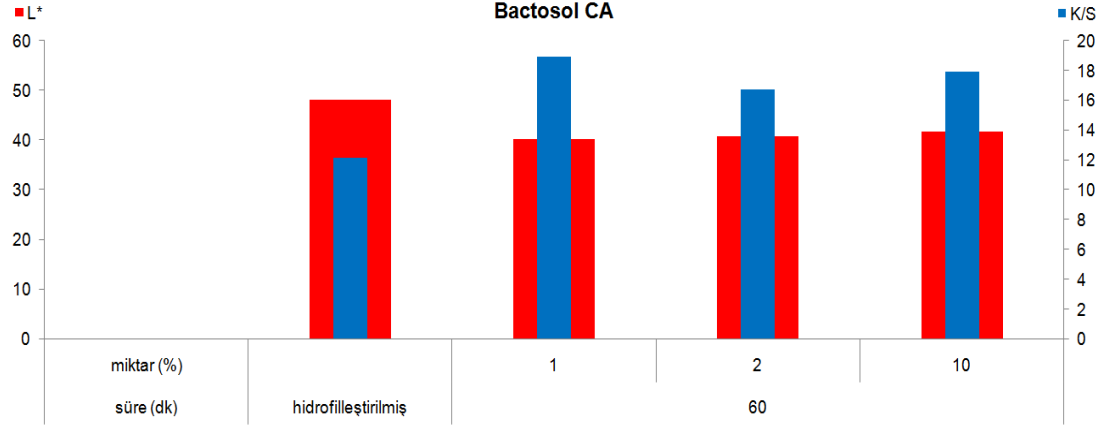
İşlem sonunda 80°C de 20 dakika sodalı suyla durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Bactosol CA liq. Conz ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.19'da gösterilmektedir.

Tablo 5.19: Bactosol CA liq. conz. ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofilleştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	1	40,3	10,71	26,72	68,2	18,93
60	2	40,9	10,76	26,28	67,7	16,76
60	10	41,7	10,42	27,37	69,2	17,93

Bactosol CA liq. conz ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.17'de gösterilmektedir.



Şekil 5.17: Bactosol CA liq. conz. ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

### Rucolase TDE

Hindistan cevizi liflerinin Rucolase TDE ile reçeteleri Tablo 5.20'de gösterilmektedir.

Tablo 5.20: Rucolase TDE ile uygulanan enzim reçeteleri

Rucolase TDE Enzimi ile işlem	
Rucolase TDE konsantrasyonu	% 0,5,2,10
Ağartma sıcaklığı	55°C
Ağartma süresi	55 dakika
pH	pH 5 asetik asit tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

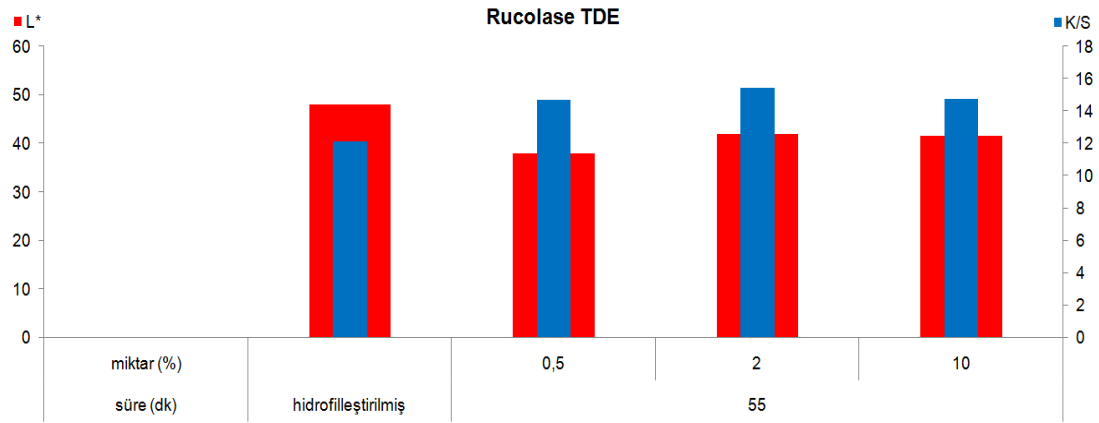
İşlem sonunda 80°C de 20 dakika pH seviyesi sodyum karbonat yardımıyla 9'a ayarlanarak durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Rucolase TDE ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.21’de gösterilmektedir.

Tablo 5.21: Rucolase TDE ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofilleştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
55	0,5	37,9	10,27	20,02	62,8	14,70
55	2	41,9	9,14	25,49	70,3	15,46
55	10	41,6	11,11	25,24	66,3	14,74

Rucolase TDE ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.18’de gösterilmektedir.



Şekil 5.18: Rucolase TDE ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

## Rucolase PTZ

Hindistan cevizi liflerinin Rucolase PTZ ile reçeteleri Tablo 5.22'de gösterilmektedir.

Tablo 5.22: Rucolase PTZ ile uygulanan enzim reçeteleri

<b>Rucolase PTZ Enzimi ile işlem</b>	
Rucolase PTZ konsantrasyonu (% 35'lik)	% 0.5,2,10
Ağartma sıcaklığı	55°C
Ağartma süresi	20 dakika
pH	pH 8 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

İşlem sonunda 80°C de durulama işlemi yapılmıştır.

Ham ve ham olarak farklı konsantrasyonlarda Rucolase PTZ ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik  zellikleri ( $L^*,a^*,b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.23'te gösterilmektedir.

Tablo 5.23: Rucolase PTZ ile hamdan işlem sonucu elde edilen değerler

<b>süre (dk)</b>	<b>Miktar (%)</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C*</b>	<b>(K/S)</b>
ham		53,5	11,25	27,70	67,9	10,01
20	0,5	40,4	12,32	21,10	59,7	12,85
20	2	41,1	11,21	24,78	65,7	16,53
20	10	42,9	11,73	24,72	64,6	14,68

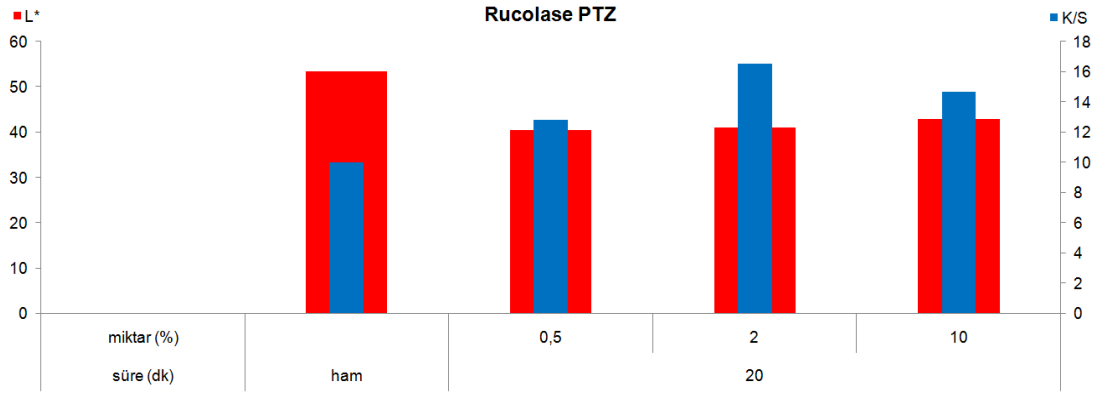
Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Rucolase PTZ ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik  zellikleri ( $L^*,a^*,b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri 5.24'te gösterilmektedir.



Tablo 5.24: Rucolase PTZ ile işlem sonucu elde edilen değerler

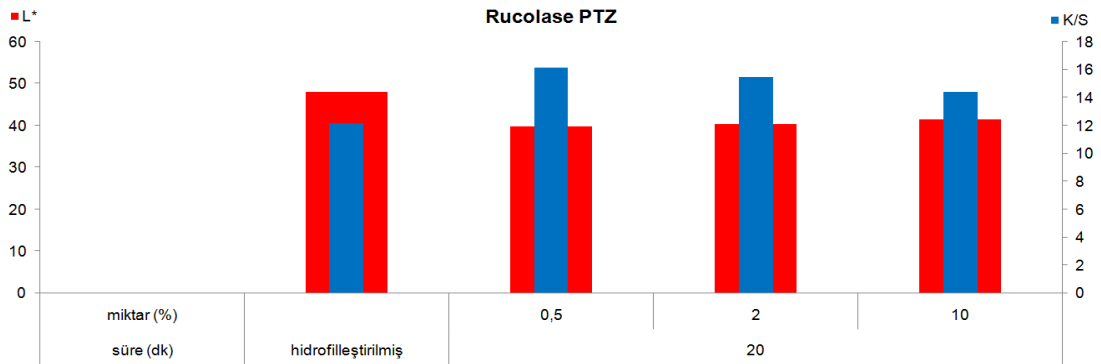
süre (dk)	Miktar (%)	L*	a*	b*	C*	(K/S)
<b>hidrofilleştirilmiş</b>		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
20	0,5	39,8	10,23	23,95	66,9	16,13
20	2	40,4	10,29	24,56	67,3	15,49
20	10	41,4	10,58	25,07	67,1	14,39

Rucolase PTZ ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.19’da gösterilmektedir.



Şekil 5.19: Rucolase PTZ ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Rucolase PTZ ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.20’de gösterilmektedir.



Şekil 5.20: Rucolase PTZ ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

## Lava Cell BFX Conc

Hindistan cevizi liflerinin Lava Cell BFX Conc ile reçeteleri Tablo 5.25'te gösterilmektedir.

Tablo 5.25: Lava Cell BFX conc.ile uygulanan enzim reçeteleri

Lava Cell BFX conc Enzimi ile işlem	
Lava Cell BFX conc konsantrasyonu	% 0.5,2,10
Ağartma sıcaklığı	60°C
Ağartma süresi	45 dakika
pH	pH 5 asetik asit tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

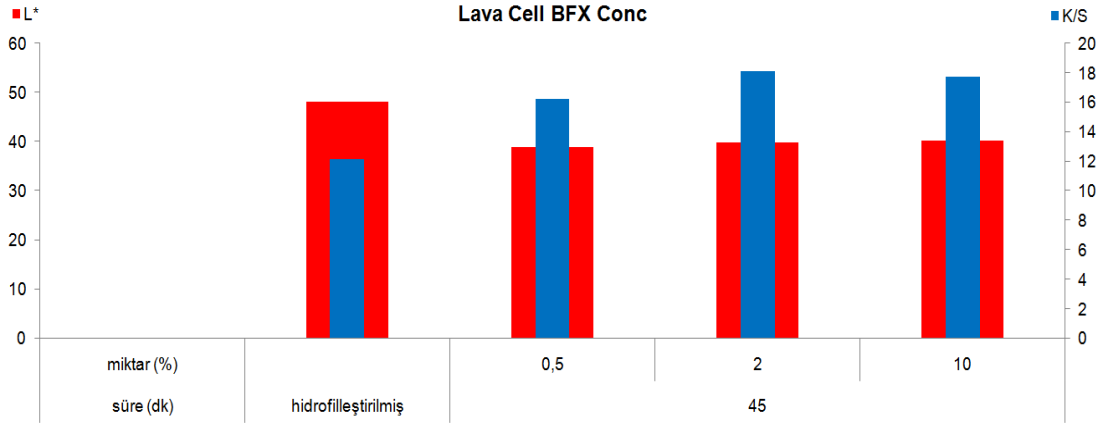
İşlem sonunda 80°C de 20 dakika pH değeri sodyum karbonat yardımıyla 9'a ayarlanarak durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Lava Cell BFX Conc ile işlem g rmuş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik  zellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.26'da gösterilmektedir.

Tablo 5.26: Lava Cell BFX conc.ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofilleştirilmiş</b>		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
45	0,5	38,9	10,89	23,67	65,3	16,27
45	2	39,8	10,70	26,54	68,0	18,13
45	10	40,2	10,29	26,51	68,8	17,72

Lava Cell BFX conc. ile işlem g rmuş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.21'de gösterilmektedir.



Şekil 5.21: Lava Cell BFX conc. ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

### Tana-ZYM CS

Hindistan cevizi liflerinin Tana-ZYM CS ile reçeteleri Tablo 5.27’de gösterilmektedir.

Tablo 5.27: Tana-ZYM CS ile uygulanan enzim reçeteleri

Tana-ZYM CS Enzimi ile işlem	
Tana-ZYM CS konsantrasyonu	% 0,5,2,4,10
Ağartma sıcaklığı	60°C
Ağartma süresi	30 dakika
pH	pH 5 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

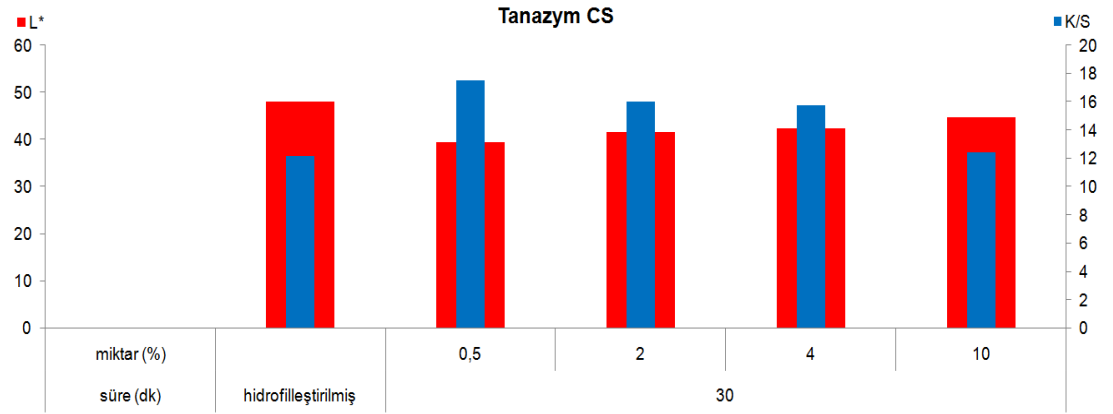
İşlem sonunda 70°C de 5 dakika pH değeri sodyum karbonat yardımıyla 9’a ayarlanarak durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Tana-ZYM CS ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.28’de gösterilmektedir.

Tablo 5.28: Tana-ZYM CS ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofileştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	0,5	39,4	10,40	25,34	67,7	17,49
30	2	41,7	10,77	27,15	68,4	16,05
30	4	42,5	12,21	28,40	66,7	15,77
30	10	44,7	11,80	27,13	66,5	12,41

Tana-ZYM CS ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.22’de gösterilmektedir.



Şekil 5.22: Tana-ZYM CS ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

### Tana-ZYM NCP

Hindistan cevizi liflerinin Tana-ZYM NCP ile reçeteleri Tablo 5.29’da gösterilmektedir.

Tablo 5.29: Tana-ZYM NCP ile uygulanan enzim reçeteleri

Tana-ZYM NCP Enzimi ile işlem	
Tana-ZYM NCP konsantrasyonu	% 1,2,10
Ağartma sıcaklığı	60°C
Ağartma süresi	20 dakika
pH	-
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

İşlem sonunda alkali 95°C suyun içine Tanasperse be ilave edilerek durulama işlemi yapılmıştır.

Ham ve ham olarak farklı konsantrasyonlarda Tana-ZYM NCP ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.30'da gösterilmektedir.

Tablo 5.30: Tana-ZYM NCP ile hamdan işlem sonucu elde edilen değerler

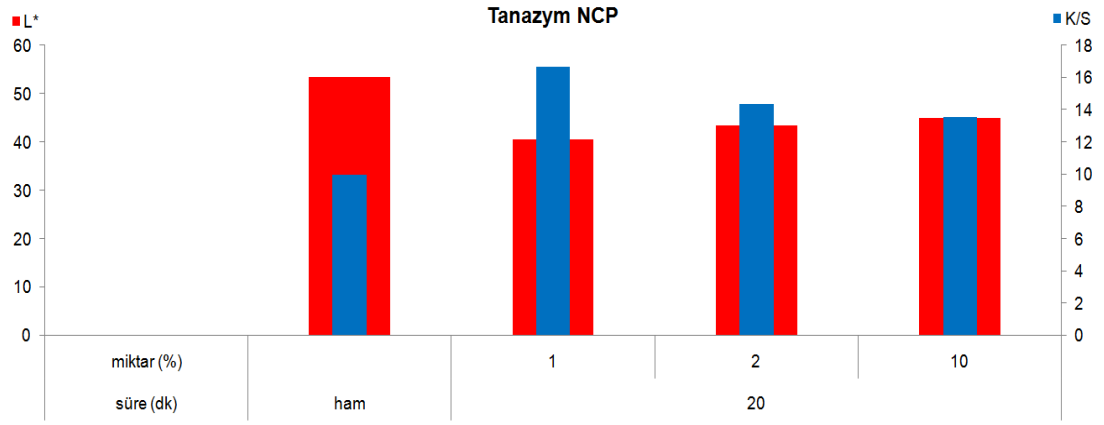
süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
ham		53,5	11,25	27,70	67,9	10,01
20	1	40,6	11,97	25,19	64,6	16,67
20	2	43,5	11,13	25,47	66,4	14,39
20	10	45,0	12,56	27,26	65,3	13,56

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Tana-ZYM NCP ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.31'de gösterilmektedir.

Tablo 5.31: Tana-ZYM NCP ile işlem sonucu elde edilen değerler

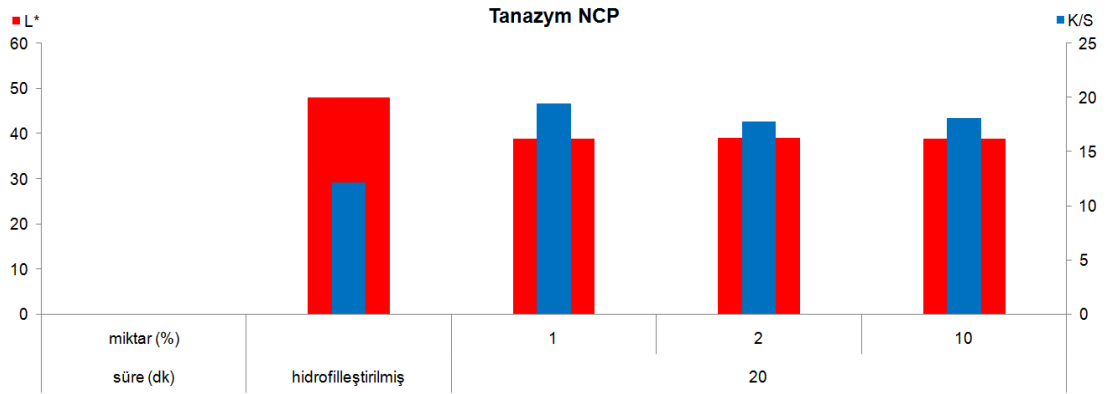
süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofileştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
20	1	39,0	7,65	25,35	73,2	19,43
20	2	39,1	10,97	25,80	67,0	17,83
20	10	39,0	11,00	25,72	66,9	18,11

Tana-ZYM NCP ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.23'te gösterilmektedir.



Şekil 5.23: Tana-ZYM NCP ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Tana-ZYM NCP ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.24'te gösterilmektedir.



Şekil 5.24: Tana-ZYM NCP ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

### Novazime T-DP Super 1

Hindistan cevizi liflerinin Novazime T-DP Super 1 ile reçeteleri Tablo 5.32'de gösterilmektedir.

İşlem sonunda 95°C 'lık sodalı suda pH değeri 9'a ayarlanarak 30 dakika durulama işlemi yapılmıştır.

Tablo 5.32: Novazime T-DP Super 1 ile uygulanan enzim reçeteleri

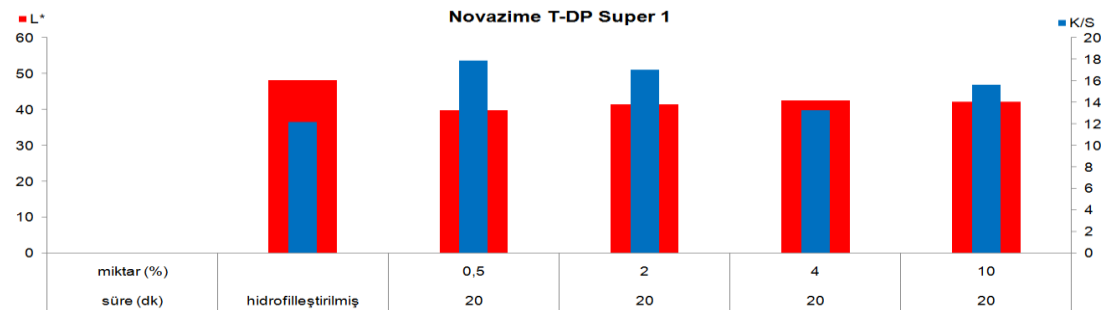
<b>Novazime T-DP Super 1 Enzimi ile işlem</b>	
Novazime T-DP Super 1 konsantrasyonu	% 0,5,2,4,10
Ağartma sıcaklığı	65°C
Ağartma süresi	20 dakika
pH	pH 5 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Novazime T-DP Super 1 ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.33'te gösterilmektedir.

Tablo 5.33: Novazime T-DP Super 1 ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
	<b>hidrofileştirilmiş</b>	48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
20	0,5	39,9	10,56	25,59	67,6	17,87
20	2	41,5	9,31	26,53	70,7	17,03
20	4	42,6	10,26	25,14	67,8	13,28
20	10	42,1	9,01	26,62	71,3	15,67

Novazime T-DP Super 1 ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.25'te gösterilmektedir.



Şekil 5.25: Novazime T-DP Super 1 ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

## Perizym 69

Hindistan cevizi liflerinin Perizym 69 ile reçeteleri Tablo 5.34'de gösterilmektedir.

Tablo 5.34: Perizym 69 ile uygulanan enzim reçeteleri

<b>Perizym 69 Enzimi ile işlem</b>	
Perizym 69 konsantrasyonu	% 0.5,2,4,10
Ağartma sıcaklığı	60 C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 7 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

İşlem sonunda 75°C de 10 dakika durulama işlemi yapılmıştır.

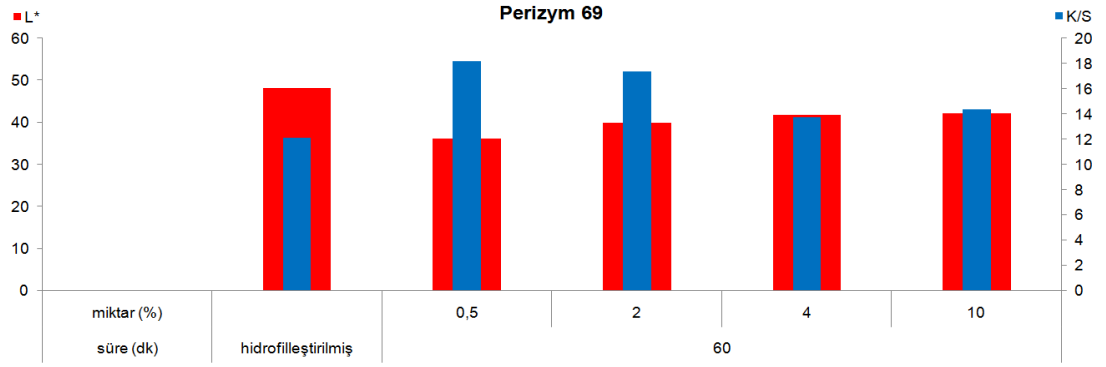
Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Perizym 69 ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik  zellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.35'te gösterilmektedir.

Tablo 5.35: Perizym 69 ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofilleştirilmiş</b>		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	0,5	36,1	9,12	21,34	66,9	18,19
60	2	39,9	8,70	24,78	70,6	17,35
60	4	41,8	11,38	24,14	64,8	13,74
60	10	42,2	9,33	25,56	69,9	14,39

Perizym 69 ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.26'da gösterilmektedir.





Şekil 5.26: Perizym 69 ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk(L\*) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

### Scourzyme L

Hindistan cevizi liflerinin Scourzyme L ile reçeteleri Tablo 5.36'da gösterilmektedir.

Tablo 5.36: Scourzyme L ile uygulanan enzim reçeteleri

Scourzyme L Enzimi ile işlem	
Scourzyme L konsantrasyonu	% 0,5,2,10
Ağartma sıcaklığı	55°C
Ağartma süresi	30 dakika
pH	pH 8,5 soda
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

İşlem sonunda 95°C'lik alkali su çözeltisinin içine tanasperse be ilave edilerek durulama işlemi yapılmıştır.

Ham ve ham olarak farklı konsantrasyonlarda Scourzyme L ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.37'de gösterilmektedir.

Tablo 5.37: Scourzyme L ile hamdan işlem sonucu elde edilen değerler

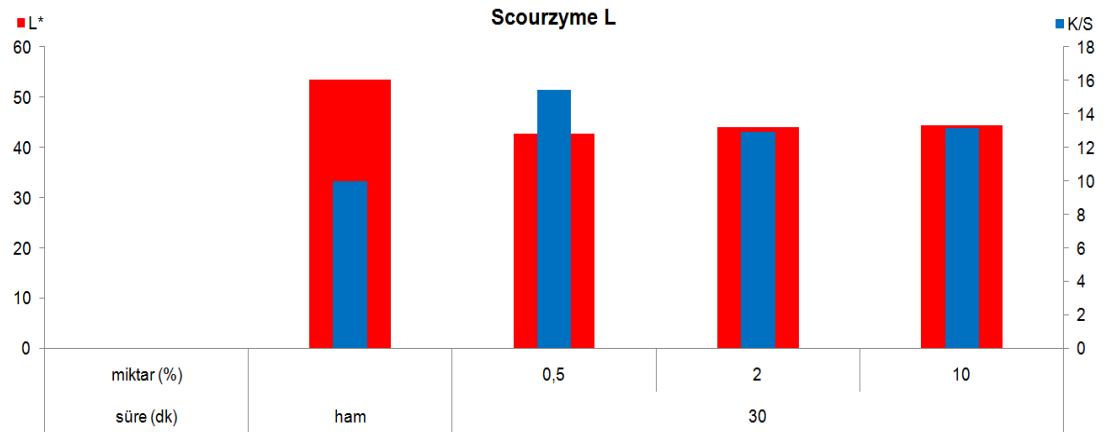
süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
ham		53,5	11,25	27,70	67,9	10,01
30	0,5	42,7	11,72	25,79	65,6	15,42
30	2	44,0	11,95	25,06	64,5	12,92
30	10	44,5	11,58	25,46	65,6	13,18

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Scourzyme L ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.38’de gösterilmektedir.

Tablo 5.38: Scourzyme L ile işlem sonucu elde edilen değerler

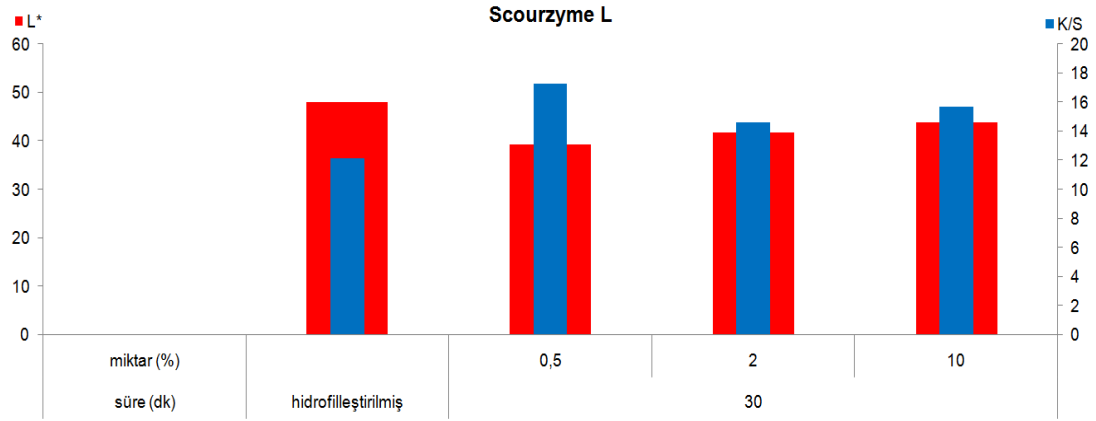
süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofileştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	0,5	39,3	10,64	25,41	67,3	17,26
30	2	41,7	11,19	25,42	66,2	14,60
30	10	43,8	9,25	28,65	72,1	15,67

Scourzyme L ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.27’de gösterilmektedir.



Şekil 5.27: Scourzyme L ile işlem görmüş ham numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Scourzyme L ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.28’de gösterilmektedir.



Şekil 5.28: Scourzyme L ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

## Novalite II S

Hindistan cevizi liflerinin Novalite II S ile reçeteleri Tablo 5.39’da gösterilmektedir.

Tablo 5.39: Novalite II S ile Uygulanan enzim reçeteleri

<b>Novalite II S Enzimi ile işlem</b>	
Novalite II S konsantrasyonu	% 0,5,2,10
Ağartma sıcaklığı	70°C
Ağartma süresi	20 dakika
pH	-
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

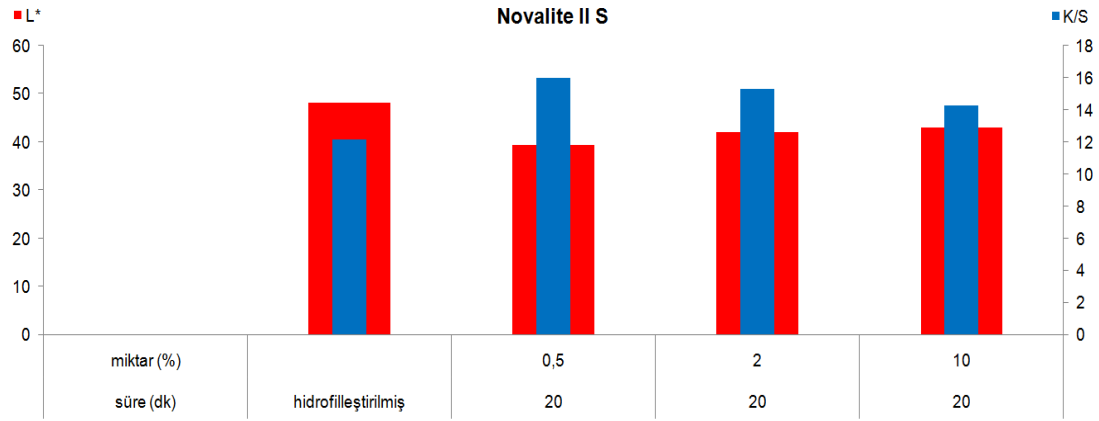
İşlem sonunda durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Novalite II S ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.40’da gösterilmektedir.

Tablo 5.40: Novalite II S ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofilleştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
20	0,5	39,5	9,18	23,29	68,5	16,02
20	2	42,1	10,87	25,72	67,1	15,34
20	10	43,1	11,06	26,63	67,4	14,26

Novalite II S ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.29'da gösterilmektedir.



Şekil 5.29: Novalite II S ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

### Celsoft NB

Hindistan cevizi liflerinin Celsoft NB ile reçeteleri Tablo 5.41'de gösterilmektedir.

Tablo 5.41: Celsoft NB ile uygulanan enzim reçeteleri

Celsoft NB Enzimi ile işlem	
Celsoft NB konsantrasyonu	% 0,5,2,4,10
Ağartma sıcaklığı	60°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 5 asetik asit tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

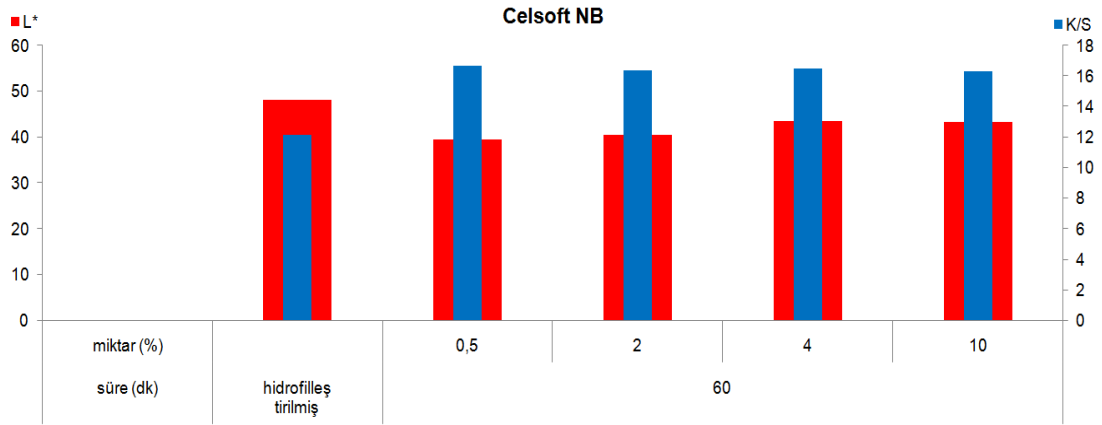
İşlem sonunda 80°C de 10 dakika pH seviyesi sodyum karbonat yardımıyla 9'a ayarlanarak durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Celsoft NB ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.42'de gösterilmektedir.

Tablo 5.42: Celsoft NB ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofileştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	0,5	39,5	10,94	24,63	66,0	16,69
60	2	40,5	10,87	26,01	67,3	16,35
60	4	43,4	11,19	28,54	68,6	16,48
60	10	43,3	11,71	29,00	68,0	16,29

Celsoft NB ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.30'da gösterilmektedir.



Şekil 5.30: Celsoft NB ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

## Savinase 16L

Hindistan cevizi liflerinin Savinase 16L ile reçeteleri Tablo 5.43'te gösterilmektedir.

Tablo 5.43: Savinase 16L ile uygulanan enzim reçeteleri

<b>Savinase 16L Enzimi ile işlem</b>	
Savinase 16L konsantrasyonu	% 4,10
Ağartma sıcaklığı	50°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 8 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

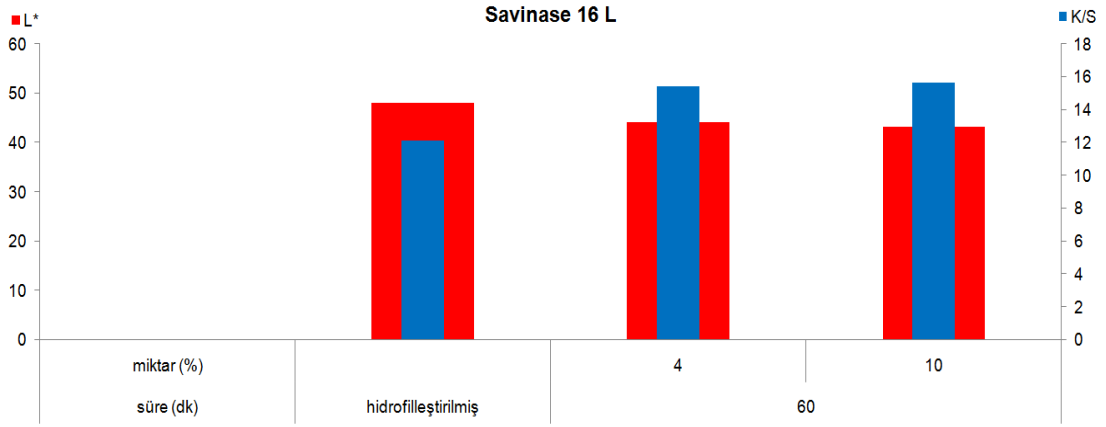
İşlem sonunda 70°C de durulama ardından 2g/l asetik asit yardımıyla nötralizasyon ve son olarak soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Savinase 16L ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.44'de gösterilmektedir.

Tablo 5.44: Savinase 16L ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofilleştirilmiş</b>		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	4	44,1	9,68	26,97	70,3	15,42
60	10	43,3	8,06	25,53	72,5	15,63

Savinase 16L ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.31'de gösterilmektedir.



Şekil 5.31: Savinase 16L ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

### Alcalase 2,5L

Hindistan cevizi liflerinin Alcalase 2,5L ile reçeteleri Tablo 5.45'te gösterilmektedir.

Tablo 5.45: Alcalase 2,5L ile uygulanan enzim reçeteleri

Alcalase 2,5L Enzimi ile işlem	
Alcalase 2,5L konsantrasyonu	% 4,10
Ağartma sıcaklığı	55°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 8,5 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

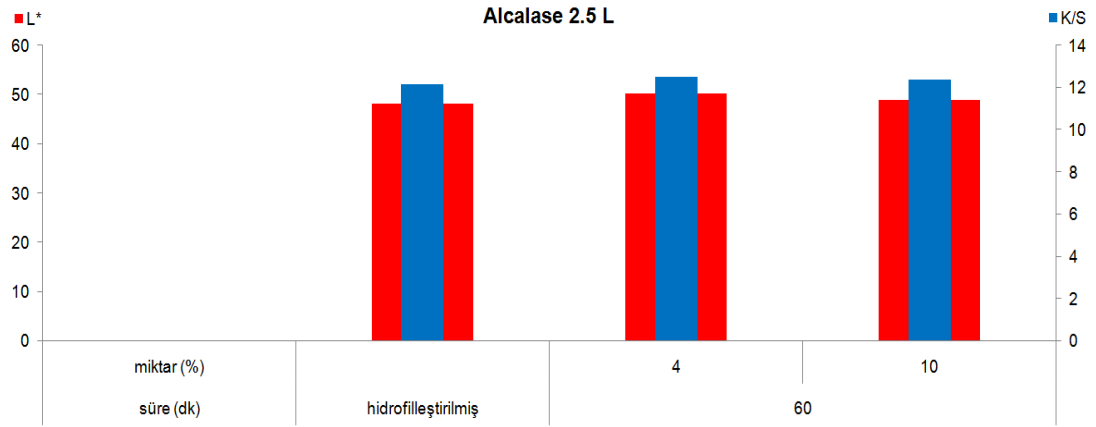
İşlem sonunda 70°C de durulama ardından 2g/l asetik asit yardımıyla nötralizasyon ve son olarak soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Alcalase 2,5L ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.46'da gösterilmektedir.

Tablo 5.46: Alcalase 2,5L ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofilleştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	4	50,2	7,17	29,65	76,4	12,51
60	10	49,0	9,32	28,79	72,1	12,37

Alcalase 2,5L ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.32’de gösterilmektedir.



Şekil 5.32: Alcalase 2,5L ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

## Papain

Hindistan cevizi liflerinin Papain ile reçeteleri Tablo 5.47’de gösterilmektedir.

Tablo 5.47: Papain ile uygulanan enzim reçeteleri

<b>Papain Enzimi ile işlem</b>	
Papain konsantrasyonu	% 4,10
Ağartma sıcaklığı	25°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 6 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

İşlem sonunda 70°C de durulama ardından soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

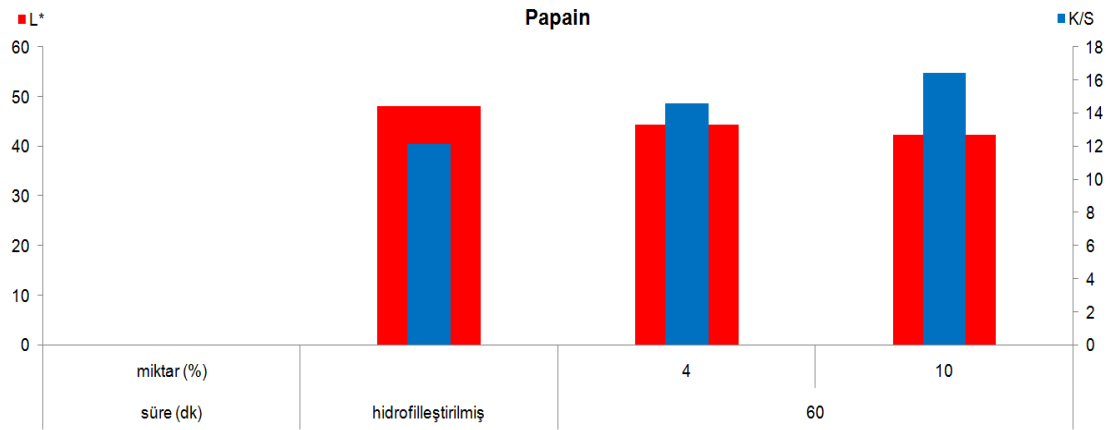


Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Papain ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.48’de gösterilmektedir.

Tablo 5.48: Papain ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofileştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	4	44,4	9,16	26,46	70,9	14,58
60	10	42,3	10,61	26,97	68,5	16,43

Papain ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.33’te gösterilmektedir.



Şekil 5.33: Papain ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

## Pepsin

Hindistan cevizi liflerinin Pepsin ile reçeteleri Tablo 5.49'da gösterilmektedir.

Tablo 5.49: Pepsin ile uygulanan enzim reçeteleri

<b>Pepsin Enzimi ile işlem</b>	
Pepsin konsantrasyonu	% 4,10
Ağartma sıcaklığı	37°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 2 sitrik asit sodyum sitrat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

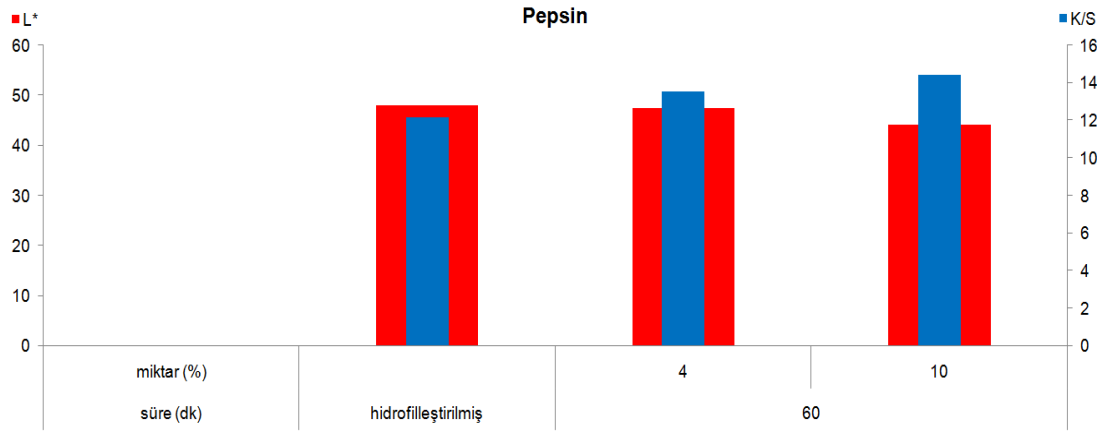
İşlem sonunda 70°C de durulama ardından 2g/l sodyum karbonat yardımıyla nötralizasyon ve son olarak soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Pepsin ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.50'de gösterilmektedir.

Tablo 5.50: Pepsin ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofilleştirilmiş</b>		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	4	47,5	8,31	27,65	73,3	13,53
60	10	44,2	8,54	25,37	71,4	14,42

Pepsin ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.34'de gösterilmektedir.



Şekil 5.34: Pepsin ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

### Perizyme AFW

Hindistan cevizi liflerinin Perizyme AFW ile reçeteleri Tablo 5.51’de gösterilmektedir.

Tablo 5.51: Perizyme AFW ile uygulanan enzim reçeteleri

Perizyme AFW Enzimi ile işlem	
Perizyme AFW konsantrasyonu	% 4,10
Ağartma sıcaklığı	70°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 8 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

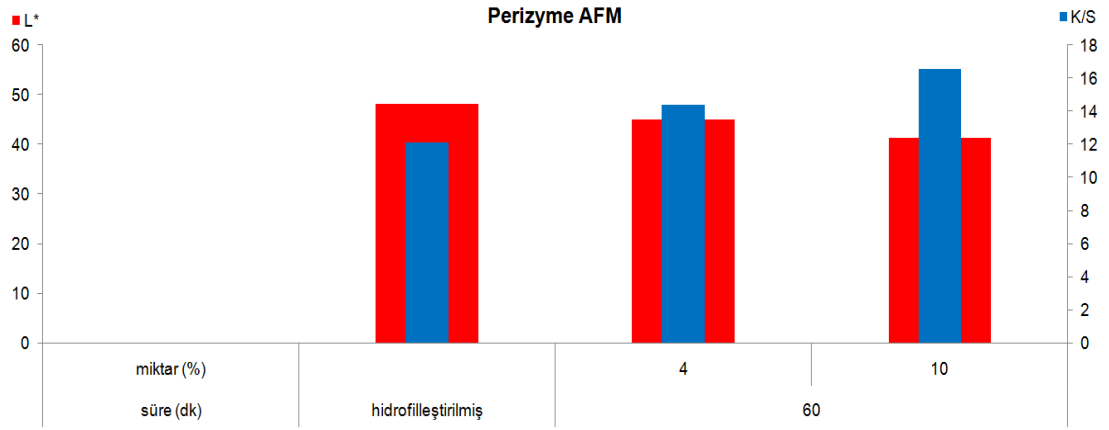
İşlem sonunda ılık suyla yıkama ardından formik asit ile pH 4 de 10 dakika nötralizasyon ve son olarak ılık su ile durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Perizyme AFW ile ağartma işlemi görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.52’de gösterilmektedir.

Tablo 5.52: Perizyme AFW ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofileştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	4	45,0	9,17	27,01	71,2	14,41
60	10	41,4	8,94	24,49	69,9	16,55

Perizyme AFW ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.35'te gösterilmektedir.



Şekil 5.35: Perizyme AFW ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

## Esperase

Hindistan cevizi liflerinin Esperase ile reçeteleri Tablo 5.53'te gösterilmektedir.

Tablo 5.53: Esperase ile uygulanan enzim reçeteleri

Esperase Enzimi ile işlem	
Esperase konsantrasyonu	% 4,10
Ağartma sıcaklığı	25°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 8 fosfat tamponu
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

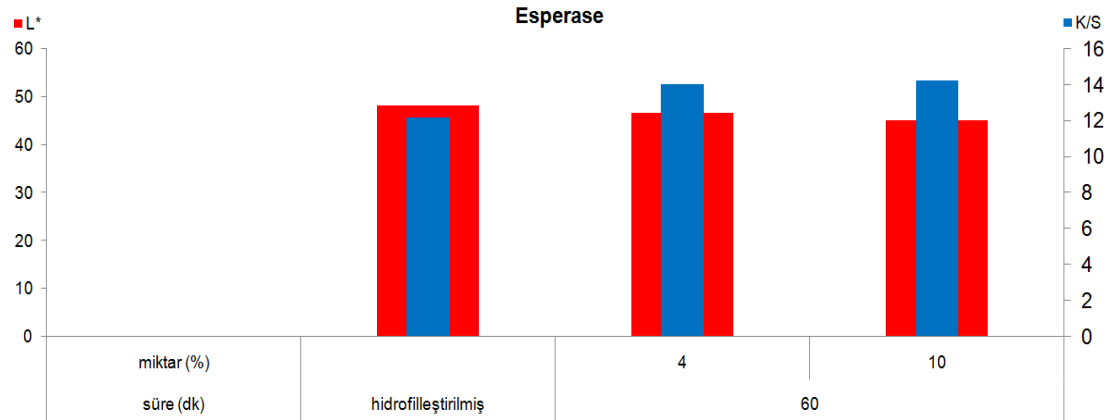
İşlem sonunda 70°C de durulama ardından 2g/l asetik asit yardımıyla nötralizasyon ve son olarak soğuk durulama işlemi yapılmıştır.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda Esperase ile işlem görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.54’de gösterilmektedir.

Tablo 5.54: Esperase ile işlem sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Miktar (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofilleştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
60	4	46,5	9,08	27,51	71,7	14,02
60	10	45,0	8,51	25,89	71,8	14,21

Esperase ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.5’te gösterilmektedir.



Şekil 5.36: Esperase ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Enzimlerle yapılan işlemlerin hiçbirinde açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerlerinde iyileşme sağlanamamıştır. Bu enzimlerin kullanılma amacı ağartma işlemlerinde enzimlerin etkisini incelemek değil, enzimlerin hindistan cevizi liflerine etkisini incelemektir.

### 5.1.10 Aktivatörler İle İşlemlerde Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri

#### Aktivatör A

Hindistan cevizi liflerinin aktivatör A ile ağartma reçeteleri Tablo 5.55'te gösterilmektedir.

Tablo 5.55: Aktivatör A ile uygulanan ağartma reçeteleri

Aktivatör A kimyasalları ile ağartma	
Aktivatör A konsantrasyonu	% 1,2,3,4,5,6,7,8
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	%2,5,7,5,12,5,25,50,70,100,130
NaOH konsantrasyonu	% 1,2,3,5,6,7,9,10,11,13,14,15,18,22,26,30
Ağartma sıcaklığı	95,100,110 ve 130°C
Ağartma süresi	15 ve 30 dakika
pH	pH 9.5-12.5 arasında
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda aktivatör A ile ağartma işlemi görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.56'da gösterilmektedir.

Tablo 5.56: Aktivatör A ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	AktivatörA (%)	sıcaklık (°C)	NaOH (%)	peroksit (%)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofilleştirilmiş</b>					48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	1	95	2	2,5	52,1	8,69	29,85	73,8	11,23
30	2	95	6	7,5	59,6	8,07	35,15	77,1	8,37
30	3	95	10	12,5	60,2	6,52	34,68	79,4	8,68
30	4	95	14	25	61,3	7,70	35,90	77,9	7,63

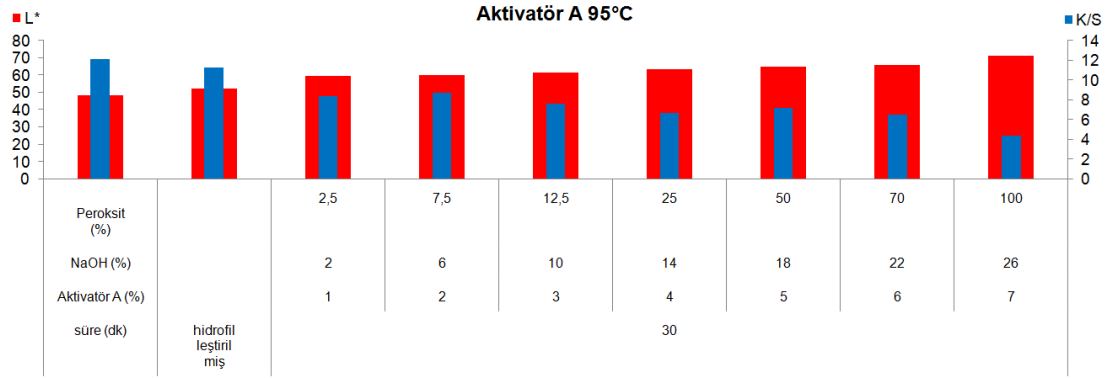
Tablo 5.56 (Devam)

30	5	95	18	50	63,5	7,12	33,81	78,1	6,67
30	6	95	22	70	64,6	7,96	36,01	77,5	7,17
30	7	95	26	100	65,8	7,50	35,20	78,0	6,47
30	8	95	30	130	71,1	4,64	31,06	81,5	4,37
30	1	100	2	2,5	50,8	8,51	26,84	72,4	9,38
30	2	100	6	7,5	57,9	8,00	33,16	76,4	8,32
30	3	100	10	12,5	59,6	7,57	36,67	78,3	10,10
30	4	100	14	25	60,3	7,83	34,56	77,2	7,63
30	5	100	18	50	62,3	7,49	33,92	77,6	7,15
30	6	100	22	70	63,0	8,31	34,28	76,4	6,64
30	7	100	26	100	63,5	7,67	32,81	76,8	6,37
30	8	100	30	130	68,5	5,47	32,48	80,4	4,99
15	1	110	1	2,5	45,9	8,64	23,38	69,7	10,47
15	2	110	3	7,5	50,3	9,15	31,10	73,6	12,57
15	3	110	5	12,5	53,4	7,22	28,75	75,9	9,07
15	4	110	7	25	56,7	8,25	32,46	75,7	8,66
15	5	110	9	50	57,3	6,98	31,84	77,6	9,04
15	6	110	11	70	60,1	6,92	32,36	77,9	7,98
15	7	110	13	100	61,7	6,69	30,44	77,6	6,10
15	8	110	15	130	62,6	6,74	31,29	77,9	6,28
30	1	110	1	2,5	47,0	8,85	24,93	70,5	11,01
30	2	110	3	7,5	51,9	8,51	30,19	74,3	11,16
30	3	110	5	12,5	54,9	9,20	32,96	74,4	10,44
30	4	110	7	25	57,0	8,70	32,96	75,2	9,73
30	5	110	9	50	59,0	7,95	33,04	76,5	8,64
30	6	110	11	70	61,7	6,72	28,86	76,9	5,60
30	7	110	13	100	61,8	7,70	33,37	77,0	7,63
30	8	110	15	130	64,7	6,51	29,18	77,4	5,09
15	1	130	1	2,5	44,7	8,52	25,53	71,5	13,75
15	2	130	3	7,5	47,2	7,39	26,01	74,1	12,79
15	3	130	5	12,5	51,8	9,20	29,56	72,7	10,29
15	4	130	7	25	53,2	8,77	29,91	73,7	10,12
15	5	130	9	50	56,7	6,80	29,79	77,1	8,21
15	6	130	11	70	57,2	9,31	30,39	73,0	7,86

Tablo 5.56 (Devam)

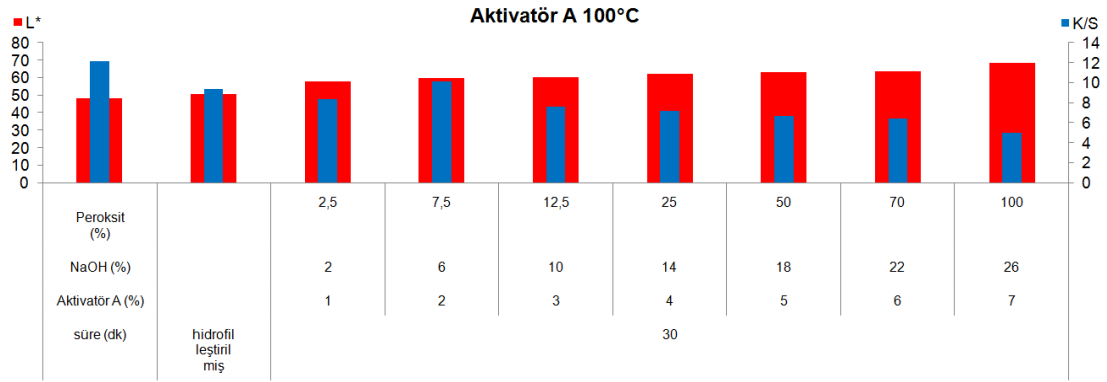
15	7	130	13	100	58,8	8,41	30,40	74,5	7,51
15	8	130	15	130	60,9	8,28	29,86	74,5	6,41
30	1	130	1	2,5	44,3	10,30	26,56	68,8	13,38
30	2	130	3	7,5	49,9	9,52	29,42	72,1	11,90
30	3	130	5	12,5	50,9	9,47	27,67	71,1	9,33
30	4	130	7	25	55,0	9,64	29,37	71,8	7,98
30	5	130	9	50	58,0	8,26	28,87	74,0	7,15
30	6	130	11	70	59,6	8,15	28,86	74,2	6,59
30	7	130	13	100	59,9	8,09	29,62	74,7	7,03
30	8	130	15	130	61,6	7,46	31,86	76,8	7,14

Aktivatör A ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.37, 5.38, 5.39 ve 5.40'da gösterilmektedir.

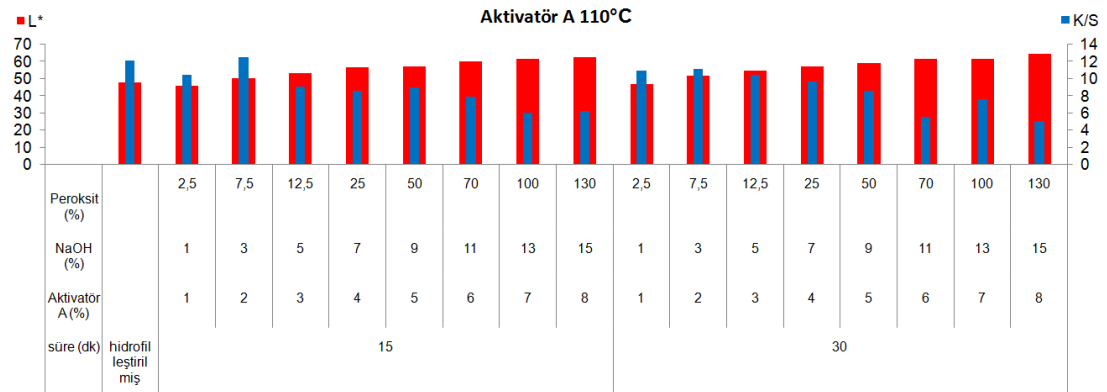


Şekil 5.37: Aktivatör A ile 95°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

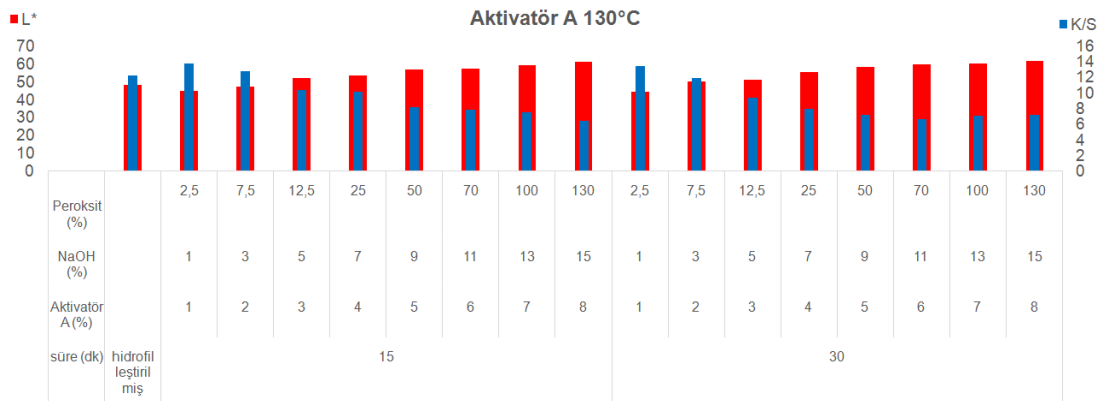




Şekil 5.38: Aktivatör A ile 100°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.39: Aktivatör A ile 110°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.40: Aktivatör A ile 130°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Aktivatör A kimyasalı ile yapılan ağartmalarda, hidrojen peroksit ve buna bağlı olarak optimum pH çalışma aralığını sağlayan sodyum hidroksit konsantrasyonu ve işlem süresi arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Ancak işlemlerde süre sabit tutularak, sıcaklık 95°C'ten 100°C-110°C ve 130°C seviyelerine yükseltildiğinde ağartma etkilerinin düştüğü görülmektedir. Buradan optimum çalışma sıcaklığının 95°C olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Genel olarak bakıldığında aktivatör A kimyasalı ile yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmaktadır. Sıcaklık yükseltildiğinde ise rengin daha fazla açılması beklenirken bu gerçekleşmemektedir.

### **Aktivatör B**

Hindistan cevizi liflerinin aktivatör B ile ağartma reçeteleri Tablo 5.57'de gösterilmektedir.

Tablo 5.57: Aktivatör B ile uygulanan ağartma reçeteleri

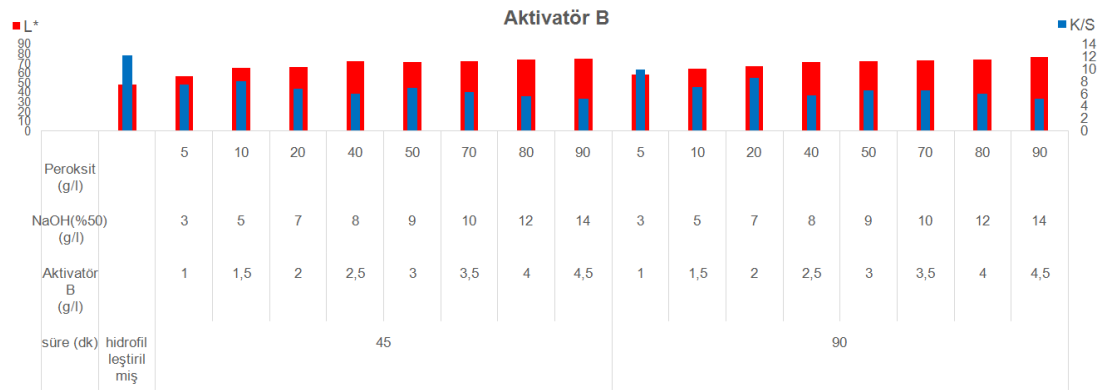
<b>Aktivatör B kimyasalları ile ağartma</b>	
Aktivatör B konsantrasyonu	1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4, 4.5 g/l
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	5,10,20,40,50,70,80,90 g/l
NaOH konsantrasyonu (%50'lik)	3,5,7,8,9,10,12,14 g/l
Ağartma sıcaklığı	60°C
Ağartma süresi	45 ve 90 dakika
pH	pH 10-11 arasında
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	2 g/l

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda aktivatör B ile ağartma işlemi görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.58'de gösterilmektedir.

Aktivatör B ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.41’de gösterilmektedir.

Tablo 5.58: Aktivatör B ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	aktivatörB (g/l)	NaOH (%50) (g/l)	peroksit (g/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofilleştirilmiş</b>				48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
45	1	3	5	56,2	5,84	28,27	78,3	7,54
45	1,5	5	10	65,0	7,91	41,07	79,1	8,09
45	2	7	20	65,8	5,19	37,53	82,1	6,85
45	2,5	8	40	71,7	4,08	41,17	84,3	6,05
45	3	9	50	71,4	3,84	42,77	84,9	7,04
45	3,5	10	70	72,3	3,35	42,02	85,4	6,27
45	4	12	80	73,3	2,92	40,37	85,9	5,65
45	4,5	14	90	74,3	1,73	40,42	87,6	5,23
90	1	3	5	57,9	9,74	37,48	75,4	9,87
90	1,5	5	10	64,5	5,77	34,94	80,6	7,08
90	2	7	20	67,1	5,12	42,91	83,2	8,57
90	2,5	8	40	70,8	5,06	40,62	82,9	5,79
90	3	9	50	72,0	4,17	43,87	84,6	6,62
90	3,5	10	70	72,6	4,72	43,70	83,8	6,60
90	4	12	80	73,4	3,10	42,18	85,8	6,09
90	4,5	14	90	76,4	2,80	43,12	86,3	5,30



Şekil 5.41: Aktivatör B ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Aktivatör B kimyasalı ile 60°C sıcaklıkta yapılan ağartmalarda hidrojen peroksit ve buna bağlı olarak optimum pH çalışma aralığını sağlayan sodyum hidroksit konsantrasyonu ve işlem süresi arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri düşmektedir. En iyi değerlerin 90 dakika sürede 90g/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda elde edildiği görülmektedir. ( $L^*$ : 76.4 ve K/S: 5.30) Yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmaktadır.

### Aktivatör C

Hindistan cevizi liflerinin aktivatör C ile ağartma reçeteleri Tablo 5.59'da gösterilmektedir.

Tablo 5.59: Aktivatör C ile uygulanan ağartma reçeteleri

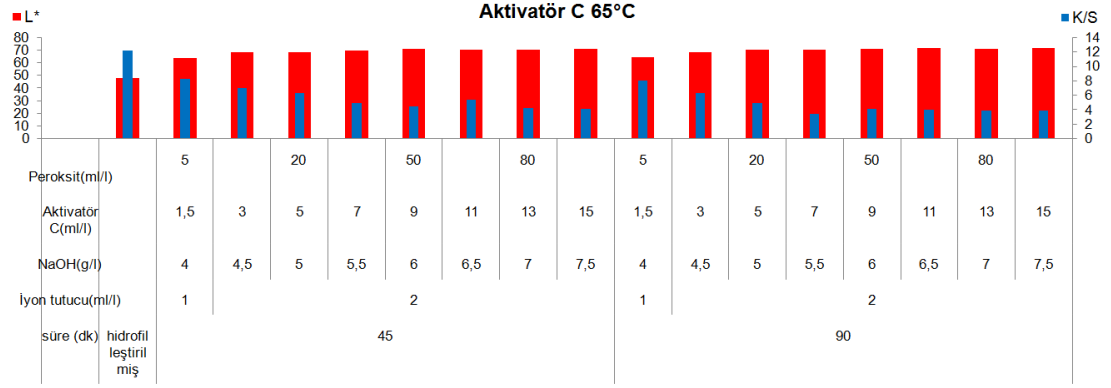
Aktivatör C kimyasalları ile ağartma	
Aktivatör C konsantrasyonu	1.5, 3,5,7,9,11,13,15 ml/l
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	5-10-20-40-50-70-80-90 ml/l
NaOH konsantrasyonu (%50'lik)	4-4.5-5-5.5-6-6.5-7-7.5 g/l
Ağartma sıcaklığı	65 ve 75°C
Ağartma süresi	45 ve 90 dakika
pH	pH 10-11 arasında
Flotte oranı	1:30
İyon tutucu	1 ve 2 ml/l
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda aktivatör C ile ağartma işlemi görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*,a^*,b^*,C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.60'da gösterilmektedir.

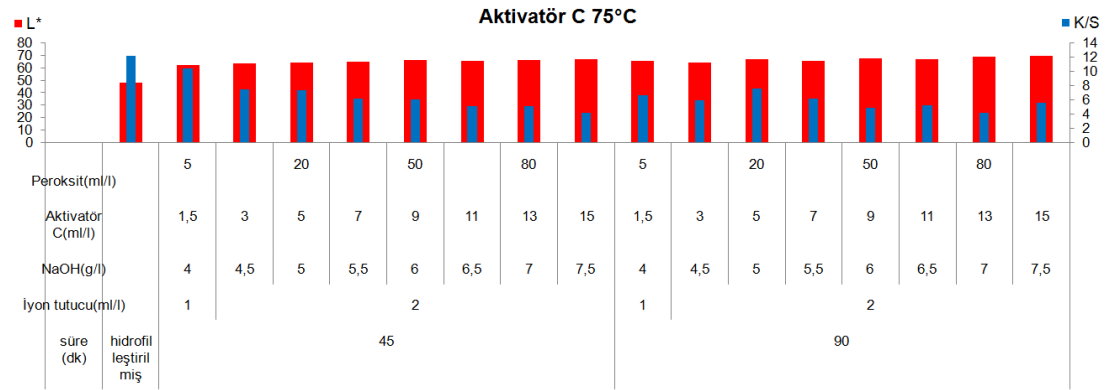
Tablo 5.60: Aktivatör C ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	iyon tutucu (ml/l)	sıcaklık (°C)	NaOH (g/l)	aktivatör C (ml/l)	peroksit (ml/l)	L*	a*	b*	C*	(K/S)
<b>hidrofilleş</b>										
<b>tirilmiş</b>						48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
45	1	65	4	1,5	5	63,7	8,55	40,12	78,0	8,30
45	2	65	4,5	3	10	68,1	5,28	38,39	82,2	7,01
45	2	65	5	5	20	68,5	5,53	37,93	81,7	6,29
45	2	65	5,5	7	40	69,4	5,40	34,24	81,0	4,94
45	2	65	6	9	50	70,7	5,65	34,06	80,6	4,53
45	2	65	6,5	11	70	70,4	6,34	35,94	80,0	5,38
45	2	65	7	13	80	70,3	4,69	31,67	81,6	4,27
45	2	65	7,5	15	90	70,8	4,00	31,90	82,9	4,12
90	1	65	4	1,5	5	64,0	6,70	38,56	80,1	8,08
90	2	65	4,5	3	10	68,5	6,14	38,46	80,9	6,31
90	2	65	5	5	20	69,9	5,48	34,82	81,1	4,97
90	2	65	5,5	7	40	70,3	3,46	25,33	82,2	3,48
90	2	65	6	9	50	70,6	4,74	31,84	81,5	4,12
90	2	65	6,5	11	70	71,6	4,93	32,03	81,3	4,01
90	2	65	7	13	80	70,9	5,42	31,08	80,1	3,87
90	2	65	7,5	15	90	71,2	4,14	32,10	82,7	3,92
45	1	75	4	1,5	5	62,3	8,74	41,67	78,2	10,41
45	2	75	4,5	3	10	63,7	7,43	38,07	79,0	7,52
45	2	75	5	5	20	63,9	6,95	35,94	79,1	7,30
45	2	75	5,5	7	40	64,9	5,86	33,40	80,1	6,16
45	2	75	6	9	50	65,9	6,49	34,47	79,3	6,11
45	2	75	6,5	11	70	65,4	6,12	31,23	78,9	5,11
45	2	75	7	13	80	66,1	5,50	27,11	78,5	5,11
45	2	75	7,5	15	90	67,0	3,77	17,43	77,8	4,19
90	1	75	4	1,5	5	65,3	4,70	34,65	82,3	6,61
90	2	75	4,5	3	10	64,2	4,91	29,58	80,6	5,92
90	2	75	5	5	20	66,7	5,57	38,97	81,9	7,59
90	2	75	5,5	7	40	65,2	6,52	34,14	79,2	6,18
90	2	75	6	9	50	67,5	6,72	32,48	78,3	4,93
90	2	75	6,5	11	70	66,9	7,03	31,97	77,6	5,22
90	2	75	7	13	80	68,4	6,80	31,06	77,7	4,20
90	2	75	7,5	15	90	69,1	5,53	36,33	81,3	5,59

Aktivatör C ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.42 ve 5.43'te gösterilmektedir.



Şekil 5.42: Aktivatör C ile 65°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri



Şekil 5.43: Aktivatör C ile 75°C sıcaklıkta işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Aktivatör C kimyasalı ile yapılan ağartmalarda hidrojen peroksit ve buna bağlı olarak optimum pH çalışma aralığını sağlayan sodyum hidroksit konsantrasyonu ve işlem süresi arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Ancak işlemlerde süreler sabit tutularak, sıcaklık 65°C'ten 75°C seviyesine yükseltildiğinde ağartma etkilerinin az da olsa düştüğü görülmektedir. Buradan optimum çalışma sıcaklığının 65°C olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Genel olarak bakıldığında aktivatör C kimyasalı ile yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmaktadır. Sıcaklık yükseltildiğinde ise rengin daha fazla açılması beklenirken bu gerçekleşmemektedir.

En iyi sonuçlara 65°C sıcaklıkta 90 dakika ve 90ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda ulaşıldığı görülmektedir. (L: 72.1 ve (K/S):3.92)

### **Aktivatör D**

Hindistan cevizi liflerinin aktivatör D ile ağartma reçeteleri Tablo 5.61'de gösterilmektedir.

Tablo 5.61: Aktivatör D ile uygulanan ağartma reçeteleri

<b>Aktivatör D kimyasalları ile ağartma</b>	
Aktivatör D konsantrasyonu	2 g/l
Enzim yardımcı kimyasalı konsantrasyonu	4,5,6,7,8,9,10,11 g/l
Düşük sıcaklıkta ağartma sağlayan enzim konsant.	1,2,3,4,5,6,7,8 g/l
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	6,12,24,36,48,60,72,84 ml/l
Sodyum karbonat konsantrasyonu	3,4,5,6,7,8,9,10 g/l
Ağartma sıcaklığı	65°C
Ağartma süresi	45 ve 90 dakika
pH	pH 9-10.5 arasında
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

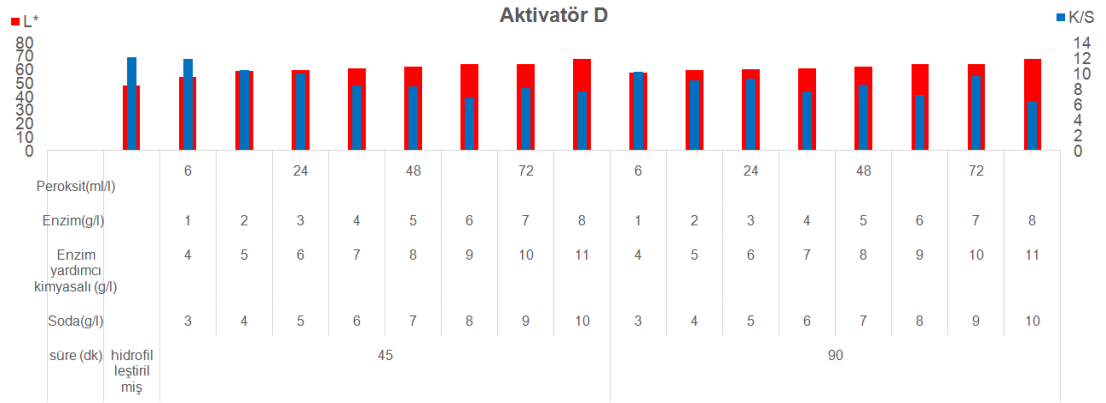
Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda aktivatör D ile ağartma işlemi görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.62'de gösterilmektedir.

Aktivatör D ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.44'de gösterilmektedir.

Tablo 5.62: Aktivatör D ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	aktivatörD (g/l)	soda(g/l)	enzim kimya. (g/l)	enzim (g/l)	peroksit (ml/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
<b>hidrofilleş</b>										
<b>tirilmiş</b>						48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
45	2	3	4	1	6	54,4	7,21	30,82	76,8	11,85
45	2	4	5	2	12	59,0	8,68	36,63	76,7	10,42
45	2	5	6	3	24	59,8	7,37	35,68	78,3	9,95
45	2	6	7	4	36	60,9	8,26	34,49	76,5	8,44
45	2	7	8	5	48	62,3	6,43	35,43	79,7	8,31
45	2	8	9	6	60	63,9	5,37	32,90	80,7	6,85
45	2	9	10	7	72	63,9	6,65	36,67	79,7	8,08
45	2	10	11	8	84	67,9	5,83	39,62	81,6	7,70
90	2	3	4	1	6	57,7	8,88	34,84	75,7	10,19
90	2	4	5	2	12	59,8	8,91	35,15	75,8	9,14
90	2	5	6	3	24	60,2	7,26	34,99	78,3	9,34
90	2	6	7	4	36	60,8	5,37	31,52	80,3	7,67
90	2	7	8	5	48	62,1	7,92	36,39	77,7	8,57
90	2	8	9	6	60	64,0	6,37	34,29	79,5	7,23
90	2	9	10	7	72	64,1	5,72	39,45	81,8	9,70
90	2	10	11	8	84	68,0	6,61	37,75	80,1	6,44





Şekil 5.44: Aktivatör D ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Aktivatör D kimyasalı ile 65°C sıcaklıkta yapılan ağartmalarda hidrojen peroksit ve buna bağlı olarak optimum pH çalışma aralığını sağlayan sodyum karbonat konsantrasyonu ve işlem süresi arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri düşmektedir. En iyi değerlerin 90 dakika sürede 84ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda elde edildiği görülmektedir. (L: 68.0 ve K/S: 6.44) Yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmaktadır.

### Aktivatör E

Hindistan cevizi liflerinin aktivatör E ile ağartma reçeteleri Tablo 5.63'te gösterilmektedir.

Tablo 5.63: Aktivatör E ile uygulanan ağartma reçeteleri

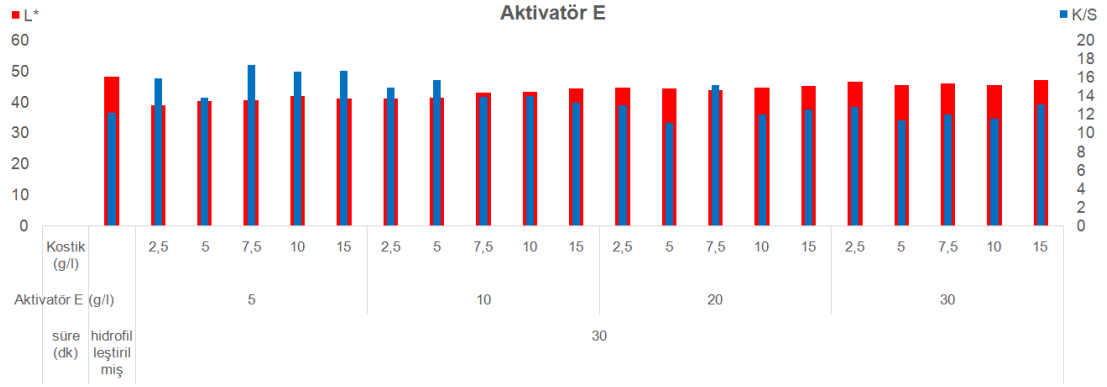
Aktivatör E kimyasalı ile ağartma	
Aktivatör E konsantrasyonu	5,10,20 ve 30 g/l
Sodyum hidroksit konsantrasyonu	2.5, 5, 7.5, 10 ve 15 g/l
Ağartma sıcaklığı	90°C
Ağartma süresi	30 dakika
pH	pH 12.5-13.5 arasında
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Hidrofileştirilmiş ve hidrofileştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda aktivatör E ile ağartma işlemi görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.64’de gösterilmektedir.

Aktivatör E ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.45’te gösterilmektedir.

Tablo 5.64: Aktivatör E ile ağartma sonucu elde edilen değerleri

süre (dk)	aktivatörE (g/l)	Kostik (g/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofileştirilmiş			48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	5	2,5	38,8	10,33	23,08	65,9	15,83
30	5	5	40,3	8,70	22,00	68,4	13,76
30	5	7,5	40,5	10,00	25,35	68,5	17,26
30	5	10	41,8	10,87	27,05	68,1	16,58
30	5	15	41,0	9,45	25,94	70,0	16,64
30	10	2,5	41,1	9,93	24,35	67,8	14,80
30	10	5	41,3	9,67	23,53	67,7	15,67
30	10	7,5	42,9	10,87	26,02	67,3	13,81
30	10	10	43,3	9,88	25,95	69,2	13,92
30	10	15	44,2	9,56	25,86	69,7	13,18
30	20	2,5	44,5	9,71	25,81	69,4	12,94
30	20	5	44,1	10,28	23,99	66,8	11,08
30	20	7,5	43,8	10,33	28,75	70,2	15,13
30	20	10	44,6	9,79	25,85	69,3	11,91
30	20	15	45,0	9,49	26,33	70,2	12,49
30	30	2,5	46,3	10,63	28,80	69,8	12,74
30	30	5	45,2	10,26	26,54	68,9	11,30
30	30	7,5	45,8	8,12	26,46	72,9	11,95
30	30	10	45,2	11,29	27,14	67,4	11,47
30	30	15	47,1	11,48	30,59	69,4	13,07



Şekil 5.45: Aktivatör E ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Aktivatör E kimyasalı ile 65°C sıcaklıkta 30 dakika süre yapılan ağartmalarda aktivatör ve buna bağlı olarak optimum pH çalışma aralığını sağlayan sodyum hidroksit konsantrasyonu arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri önce düşmekte sonra yükselmekte, renk kuvveti (K/S) değerleri ise önce yükselmekte sonra düşmektedir. Yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin renginin açılmadığı görülmektedir.

### Aktivatör F

Hindistan cevizi liflerinin aktivatör F ile ağartma reçeteleri Tablo 5.65'te gösterilmektedir.

Tablo 5.65: Aktivatör F ile uygulanan ağartma reçeteleri

Aktivatör F kimyasalı ile ağartma	
Aktivatör F konsantrasyonu	5-10-20 ve 30 g/l
Ağartma sıcaklığı	90°C
Ağartma süresi	30 dakika
pH	pH 12
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

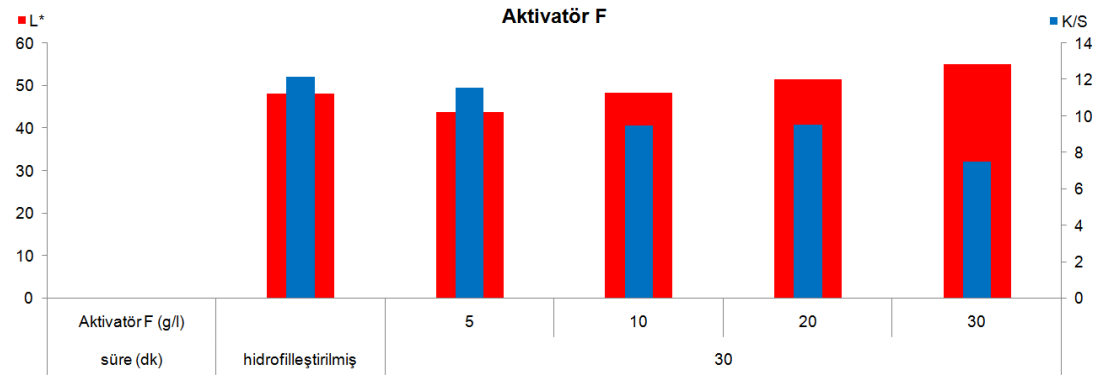
Hazırlanan çözelti pH değerleri başlangıçta 13 civarında ölçülmüş, pH 12'ye asetik asit ile ayarlanmıştır.

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı konsantrasyonlarda aktivatör F ile ağartma işlemi görmüş hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.66'da gösterilmektedir.

Tablo 5.66: Aktivatör F ile ağartma sonucu elde edilen değerler

süre (dk)	Aktivatör F (g/l)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	(K/S)
hidrofilleştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
30	5	43,8	8,30	23,83	70,8	11,56
30	10	48,4	7,32	23,99	73,0	9,50
30	20	51,5	8,19	28,44	73,9	9,54
30	30	55,1	7,92	27,46	73,9	7,51

Aktivatör F ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.46'da gösterilmektedir.



Şekil 5.46: Aktivatör F ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Aktivatör F kimyasalı ile 90°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle yapılan ağartmalarda kimyasal konsantrasyonu arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmaktadır.

En iyi değerlerin 30g/l Aktivatör F konsantrasyonunda elde edildiği görölmektedir. ( $L^*$ : 55.1 ve  $K/S$ : 7.51) Bu sonuçlar bile etkin bir ağartma yapılamadığını göstermektedir.

### 5.1.11 Kombinasyonlar İle İşlemlerde Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti ( $K/S$ ) Değerleri

Hindistan cevizi liflerinin kombinasyon ağartma reçeteleri Tablo 5.67'de gösterilmektedir.

Tablo 5.67: Ağartma kombinasyonlarında uygulanan reçeteler

<b>Sodyum Klorit (<math>\text{NaClO}_2</math>) ile ağartma reçetesi</b>	
Sodyum Klorit konsantrasyonu	20 g/l
Ağartma sıcaklığı	95°C
Ağartma süresi	30 dakika
pH	pH 4
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

<b>Hidrojenperoksit (<math>\text{H}_2\text{O}_2</math>) ile 1. ağartma reçetesi</b>	
$\text{H}_2\text{O}_2$ konsantrasyonu (% 35'lik)	80 ml/l
Sodyum hidroksit (katı)	2 g/l
Ağartma sıcaklığı	95°C
Ağartma süresi	90 dakika
pH	pH 9.5
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l
İyon tutucu	2 g/l
Stabilizatör	0.5 g/l

Tablo 5.67 (Devam)

<b>Hidrojenperoksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ile 2. ağartma reçetesi</b>	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	50 ml/l
Sodyum hidroksit (katı)	2 g/l
Ağartma sıcaklığı	95°C
Ağartma süresi	120 dakika
pH	pH 9.85
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l
İyon tutucu	2 g/l
Stabilizatör	3 g/l

<b>Hidrojenperoksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ile 3. ağartma reçetesi</b>	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	70 ml/l
Sodyum hidroksit (katı)	2 g/l
Ağartma sıcaklığı	95°C
Ağartma süresi	120 dakika
pH	pH 9.7
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l
İyon tutucu	2 g/l
Stabilizatör	4 g/l

Tablo 5.67 (Devam)

<b>Aktivatör D ile 1. ağartma reçetesi</b>	
Aktivatör D konsantrasyonu	2 g/l
Enzim yardımcı kimyasalı konsantrasyonu	9 g/l
Düşük sıcaklıkta ağartma sağlayan enzim konsant.	6 g/l
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	60 ml/l
Sodyum karbonat konsantrasyonu	8 g/l
Ağartma sıcaklığı	65°C
Ağartma süresi	45 dakika
pH	pH 9.28
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

<b>Aktivatör D ile 2. ağartma reçetesi</b>	
Aktivatör D konsantrasyonu	2 g/l
Enzim yardımcı kimyasalı konsantrasyonu	11 g/l
Düşük sıcaklıkta ağartma sağlayan enzim konsant.	8 g/l
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	84 ml/l
Sodyum karbonat konsantrasyonu	10 g/l
Ağartma sıcaklığı	65°C
Ağartma süresi	90 dakika
pH	pH 9.07
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Tablo 5.67 (Devam)

<b>Aktivatör C ile ağartma reçetesi</b>	
Aktivatör C konsantrasyonu	7 ml/l
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	40 ml/l
NaOH konsantrasyonu (%50'lik)	5.5 g/l
Ağartma sıcaklığı	65°C
Ağartma süresi	90 dakika
pH	pH 10.5
Flotte oranı	1:30
İyon tutucu	2 ml/l
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l
<b>Tiyöüre Dioksit (H<sub>2</sub>NC(=NH)SO<sub>2</sub>H) ile ağartma reçetesi</b>	
Tiyöüre Dioksit (TUDO) konsantrasyonu	30 g/l
NaOH (Sodyum hidroksit)	4 g/l
Ağartma sıcaklığı	90°C
Ağartma süresi	60 dakika
pH	pH 10.35
Flotte oranı	1:30
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası kombinasyon ağartma reçeteleri ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.68'de gösterilmektedir.



Tablo 5.68: Ağartma kombinasyonlarında elde edilen değerler

1. Adım	2. Adım	<i>L</i> *	<i>a</i> *	<i>b</i> *	<i>C</i> *	(K/S)
Hidrofilleştirilmiş		48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
Sodyum Klorit Reçetesi		77,7	2,02	28,10	85,9	2,18
Hidrojen peroksit 1. Reç.		81,4	-0,30	32,86	90,5	2,64
Hidrojen peroksit 2. Reç.		84,6	-2,65	32,57	94,7	2,60
Hidrojen peroksit 3. Reç.		85,5	-1,54	34,84	92,5	2,29
Aktivatör D 1.Reçetesi		63,9	5,37	32,90	80,7	6,85
Aktivatör D 2.Reçetesi		68,0	6,61	37,75	80,1	6,44
Aktivatör C Reçetesi		70,3	3,46	25,33	82,2	3,48
Tiyüüre dioksit Reçetesi		61,3	3,47	28,34	83,0	6,67
Sodyum Klorit Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	90,2	-3,53	27,97	97,2	1,32
Sodyum Klorit Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reç.	87,1	-2,71	26,95	95,8	1,33
Sodyum Klorit Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reç.	89,6	-4,11	31,01	97,5	1,63
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Sodyum Klorit Reçetesi	82,5	-0,08	40,29	90,1	3,49
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Sodyum Klorit Reçetesi	80,9	1,68	39,96	87,6	3,47
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Sodyum Klorit Reçetesi	81,5	1,61	30,58	87,0	2,41
Sodyum Klorit Reçetesi	Aktivatör D 1.Reçetesi	81,8	1,11	39,55	88,4	3,29
Sodyum Klorit Reçetesi	Aktivatör D 2.Reçetesi	79,1	1,83	38,34	87,3	3,41
Sodyum Klorit Reçetesi	Aktivatör C Reçetesi	80,2	-0,19	34,46	90,3	2,80
Aktivatör D 1.Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi	78,5	2,01	36,77	86,9	3,61
Aktivatör D 2.Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi	76,4	1,95	38,47	87,1	4,85
Aktivatör C Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi	77,3	2,79	43,58	86,3	5,16
Sodyum Klorit Reçetesi	Sodyum Klorit Reçetesi	87,0	-1,80	21,84	94,7	1,28
Aktivatör D 1.Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,0	-4,18	34,25	97,0	2,31
Aktivatör D 2.Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	90,7	-4,67	32,08	98,3	1,89
Aktivatör C Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,1	-4,52	34,35	97,5	2,29
Aktivatör D 1.Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reç.	86,9	-4,06	34,56	96,7	2,54
Aktivatör D 2.Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reç.	87,7	-2,65	33,40	94,5	2,06
Aktivatör C Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reç.	87,6	-3,18	36,31	95,0	2,39
Aktivatör D 1.Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reç.	88,4	-5,34	31,03	99,8	1,91
Aktivatör D 2.Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reç.	87,5	-3,82	37,07	95,9	2,84
Aktivatör C Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reç.	88,6	-3,73	38,44	95,5	2,83
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Aktivatör D 1.Reçetesi	88,1	-3,37	35,02	95,5	2,12
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Aktivatör D 2.Reçetesi	86,6	-2,82	42,21	93,8	3,35

Tablo 5.68 (Devam)

Hidrojen peroksit 1. Reç.	Aktivatör C Reçetesi	87,4	-1,56	39,62	92,3	2,49
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Aktivatör D 1.Reçetesi	87,6	-3,10	37,06	94,8	2,42
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Aktivatör D 2.Reçetesi	86,3	-3,05	37,50	94,7	2,69
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Aktivatör C Reçetesi	88,0	-3,08	38,75	94,5	2,62
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Aktivatör D 1.Reçetesi	89,6	-3,84	34,86	96,3	2,11
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Aktivatör D 2.Reçetesi	87,7	-3,93	37,06	96,1	2,42
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Aktivatör C Reçetesi	88,0	-3,35	38,26	95,0	2,63
Hidrojen peroksit 1. Reç	Hidrojen peroksit 1. Reç	89,9	-5,27	34,22	98,8	2,12
Hidrojen peroksit 1. Reç	Hidrojen peroksit 2. Reç	88,9	-4,23	34,98	96,9	2,23
Hidrojen peroksit 1. Reç	Hidrojen peroksit 3. Reç	89,4	-5,45	31,82	99,7	1,90
Hidrojen peroksit 2. Reç	Hidrojen peroksit 1. Reç	88,5	-5,25	32,47	99,2	2,17
Hidrojen peroksit 2. Reç	Hidrojen peroksit 2. Reç	89,5	-4,88	32,71	98,5	1,85
Hidrojen peroksit 2. Reç	Hidrojen peroksit 3. Reç	89,2	-4,29	35,98	96,8	2,17
Hidrojen peroksit 3. Reç	Hidrojen peroksit 1. Reç	89,6	-5,54	29,72	100,6	1,91
Hidrojen peroksit 3. Reç	Hidrojen peroksit 2. Reç	89,5	-4,84	34,92	97,9	2,20
Hidrojen peroksit 3. Reç	Hidrojen peroksit 3. Reç	90,1	-4,46	32,11	97,9	1,81
Hidrojen peroksit 1. Reç	Tiyöüre dioksit Reçetesi	90,1	-5,78	27,76	101,8	1,56
Hidrojen peroksit 2. Reç	Tiyöüre dioksit Reçetesi	89,8	-5,52	36,55	98,6	2,68
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Tiyöüre dioksit Reçetesi	89,5	-4,10	31,91	97,3	1,89
Tiyöüre dioksit Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç	88,5	-3,69	36,40	95,8	2,50
Tiyöüre dioksit Reçetesi	Hidrojen peroksit 2. Reç	88,0	-3,28	37,05	95,1	2,43
Tiyöüre dioksit Reçetesi	Hidrojen peroksit 3. Reç	88,0	-3,53	33,41	96,0	2,07

Tek adımda yapılan ağartmalarda en yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve en düşük renk kuvveti (K/S) sonuçlarına 95°C sıcaklıkta, 120 dakikalık işlem süresinde 2g/l iyon tutucu, 2g/l sodyum hidroksit, 4g/l stabilizatör, 1g/l ıslatıcı ve 70ml/l konsantrasyonunda hidrojenperoksit ağartması ile ulaşılmıştır.

Ağartma kombinasyonları tek adım ağartma ile ulaşılamayan değerlere ikinci bir ağartma ile ulaşıp ulaşılamayacağını belirlemek amacıyla yapılmıştır. Burada optimum açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değeri ve renk kuvveti (K/S) değerlerini veren münferit ağartma reçeteleri seçilmiş ve daha sonra bunlar birbirini takip eden iki banyoda numunelere uygulanmışlardır. Kombine ağartmalarda en yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve en düşük renk kuvveti (K/S) sonuçlarına; 90 dakikalık işlem

süresinde 2g/l iyon tutucu, 2g/l sodyum hidroksit, 0,5g/l stabilizatör, 1g/l ıslatıcı ve 80ml/l konsantrasyonunda hidrojenperoksit ağartması ardından 90°C sıcaklıkta, 60 dakikalık işlem süresinde 4g/l sodyum hidroksit, 1g/l ıslatıcı ve 30g/l konsantrasyonunda tiyoüre dioksit ile yapılan indirgen ağartma kombinasyonunda ulaşılmıştır.

Her ne kadar kombinasyon reçeteleri ile daha iyi değerlere ulaşılabilsede tek adımda ağartma işlem süresi, su, kimyasal madde ve enerji tüketimleri açısından ciddi avantajlar sağlamakta ve dolayısıyla daha tasarruflu ve çevre dostu olmaktadır.

Genel olarak kombinasyon ağartmalarında en yüksek açıklık değerleri ve buna bağlı lif hasarı sebebiyle %50-55 mukavemet kaybı görülmektedir.

Burada dikkat edilmesi gereken husus hidrojen peroksit ile yükseltgen ağartma reçetelerinin ardından tiyo üredioksit ile indirgen ağartma reçetesi uygulandığında, hidrojen peroksit ile yükseltgen ağartma reçetesinin iki defa ayrı banyolarda üstüste uygulanması ile yaklaşık aynı açıklık ve hidrofilitte değerlerine ulaşılmasına rağmen mukavemet düşüşleri ortalama %54 yerine %50 olmasıdır. Bu muhtemelen indirgen ve müteakip yükseltgen ağartmanın lifte daha az hasar oluşturmasından kaynaklanmaktadır.

#### **5.1.12 Mikrodalga Enerjisi Yardımıyla Yapılan İşlemlerde Elde Edilen Açıklık/Koyuluk ( $L^*$ ) ve Renk Kuvveti (K/S) Değerleri**

Mikrodalga enerjisinin ağartmada etkisini gözleyebilmek amacıyla 50ml/l hidrojen peroksit ve 2g/l sodyum hidroksit reçetesi seçilmiş, flotte oranı 1/30-1/60-1/90 olarak ayarlanmış ve süreler ise 1-12 dakika arasında tutulmuştur.

Burada bu reçetenin seçilmesinin sebebi, yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve düşük renk kuvveti (K/S) değerlerine sahip olmasıdır.

Hindistan cevizi liflerinin mikrodalga enerjisi kullanılarak yapılan ağartma reçeteleri Tablo 5.69'da gösterilmektedir.

Tablo 5.69: Mikrodalga yönteminde uygulanan ağartma reçeteleri

<b>Mikro dalga ile ağartma reçetesi</b>	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> konsantrasyonu (% 35'lik)	50 ml/l
Kostik	2 g/l
MW Gücü	900 watt
Ağartma süresi	1,2,4,6,8,10,12 dakika
pH	pH 10.13
Flotte oranı.	1:30,1:60,1:90
Noniyonik ıslatıcı	1 g/l
Stabilizatör	3 g/l
İyon tutucu	2 g/l

Hidrofilleştirilmiş ve hidrofilleştirme sonrası farklı kostik ve stabilizatör oranlarında hidrojen peroksit ile ağartma işlemi uygulanmış hindistan cevizi liflerinin kolorimetrik özellikleri ( $L^*, a^*, b^*, C^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Tablo 5.70'de gösterilmektedir.

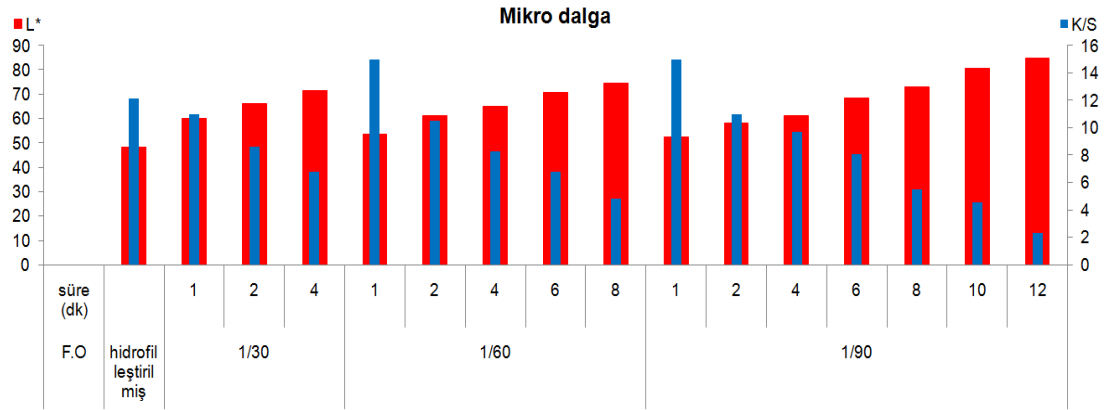
Tablo 5.70: Mikrodalga yöntemi ile ağartma sonucu elde edilen değerler

<b>F.O</b>	<b>süre (dk)</b>	<b>peroksit (ml/l)</b>	<b>kostik (g/l)</b>	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	<b>(K/S)</b>
<b>hidrofilleştirilmiş</b>				48,1	9,11	27,12	71,4	12,15
1/30	1	50	2	60,0	8,89	38,78	77,1	11,00
1/30	2	50	2	66,2	6,61	40,18	80,7	8,59
1/30	4	50	2	71,3	3,16	39,96	85,5	6,77
1/60	1	50	2	53,4	10,23	36,86	74,5	14,98
1/60	2	50	2	61,1	5,93	37,44	81,0	10,51
1/60	4	50	2	64,9	6,45	38,45	80,5	8,25
1/60	6	50	2	70,5	3,61	39,55	84,8	6,76
1/60	8	50	2	74,6	2,00	37,72	87,0	4,78

Tablo 5.70 (Devam)

1/90	1	50	2	52,5	9,78	35,49	74,6	14,99
1/90	2	50	2	58,0	9,69	37,05	75,3	10,98
1/90	4	50	2	61,1	7,29	37,80	79,1	9,68
1/90	6	50	2	68,5	5,84	40,94	81,9	8,07
1/90	8	50	2	73,0	2,96	38,98	85,7	5,49
1/90	10	50	2	80,6	-0,86	39,94	91,2	4,56
1/90	12	50	2	84,6	-2,44	26,57	95,3	2,29

Mikro dalga ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri Şekil 5.47’de gösterilmektedir.



Şekil 5.47: Mikrodalga ile işlem görmüş numunelerin açıklık/koyuluk( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerleri

Mikrodalga yöntemine göre hidrojen peroksit ile yapılan ağartmalarda genel olarak süre artırdıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ,  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte öte yandan  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir.

Aynı süre ve kimyasal konsantrasyonlarında flotte oranı arttıkça ağartma etkisinin düştüğü görülmektedir. Bunun sebebi sıcaklığın kaynama sıcaklığına yükselmesinin yüksek flotte oranlarında (dolayısıyla yüksek flotte miktarlarında) daha uzun sürmesi ve buna bağlı olarak numunenin kaynar sıcaklıkta işlem süresinin daha kısa kalmasıdır.








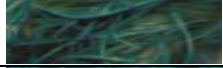

Mikrodalga yöntemine göre hidrojen peroksit ile yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmaktadır. En yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve en düşük renk kuvveti (K/S) sonuçlarına 1/90 flote oranında 12 dakika sürede 50ml/l hidrojen peroksit ve 2g/l sodyum hidroksit konsantrasyonlarında ulaşılmıştır ( $L^*$ : 84.6 ve K/S: 2.29). Bu açıdan bakıldığında tek adımlı ağartmalarda en iyi sonuçları veren hidrojen peroksit ağartma reçetesinin değerlerine yaklaşılmış olup, mikrodalga yöntemi ile sağlanan faydalardan yararlanılmıştır. Bunlar; hızlı işlem süresi ve daha düşük kimyasal madde konsantrasyonuna bağlı tasarruflardır.

### 5.1.13 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen Metilen Mavisi Testi









Metilen mavisi test sonuçları incelenirken liflerde ağartma esnasında yükseltgenerek oksiselüloz oluşturmuş kısımların bağlayabildiği mavi boyarmadde miktarları karşılaştırıldığından kalitatif bir test olmaktadır.

İşlem sonucu elde edilen metilen mavisi test numuneleri görüntüleri Tablo 5.71’de gösterilmektedir.

Tablo 5.71: Denemeler sonucu metilen mavisi testi görüntüleri

1. Adım	2. Adım	$L^*$	(K/S)	Metilen Mavisi Numunesi
Sodyum KloritReç.		77,7	2,18	
Hidrojen peroksit 1. Reç.		81,4	2,64	
Hidrojen peroksit 2. Reç.		84,6	2,60	
Hidrojen peroksit 3. Reç.		85,5	2,29	
Aktivatör D 1.Reç.		63,9	6,85	
Aktivatör D 2.Reç.		68,0	6,44	
Aktivatör C Reç.		70,3	3,48	
Tiyoüre dioksit Reç.		61,3	6,67	
Aktivatör D 1.Reç.	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,0	2,31	

Tablo 5.71 (Devam)

Aktivatör D 2.Reç.	Hidrojen peroksit 1. Reç.	90,7	1,89	
Aktivatör C Reç.	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,1	2,29	
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,9	2,12	
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Hidrojen peroksit 2. Reç.	89,5	1,85	
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Hidrojen peroksit 3. Reç.	90,1	1,81	
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Tiyürediyoksit Reç.	90,1	1,56	
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Tiyürediyoksit Reç.	89,8	2,68	
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Tiyürediyoksit Reç.	89,5	1,89	

Metilen mavisi ile boyanmış numuneler incelendiğinde ağartmalarda genel olarak açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri ile paralel bir mavi renk tonu olduğu görülmektedir.

Tiyürediyoksit ve aktivatörlerde en düşük açıklık değerleri elde edilebilirken aynı zamanda en az lif hasarı ve buna bağlı liflerin sarımtırak rengi ve en az mavi renk görülmektedir.

Yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonlarına çıkılan tek adımlı ağartmalarda lifin kendi renginin açılmasına bağlı olarak sarı renkte azalma ve oksiselüloz miktarının artışına bağlı olarak da daha mavi bir renk görülmektedir.

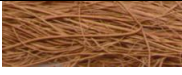













Kombinasyon ağartmalarında en yüksek açıklık değerlerine ulaşılmakta ve lif hasarına bağlı olarak en net mavi renk görülmektedir.

Burada dikkat çeken bir husus tek adımlı sodyum klorit ağartmasında yine tek adımlı hidrojen peroksit ağartmalarından daha düşük bir açıklık değerine ulaşılırken, lifin onlara kıyasla daha mavi bir renge boyanmasıdır. Burada sodyum klorit ağartma malzemesinin lifleri ağartma esnasında eşdeğer renk açılması sağlayan hidrojen peroksit ağartmasına nazaran daha ağır bir hasar verdiği düşünülmektedir.

### 5.1.14 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen Mukavemet ve Hidrofilite Değerleri








Ağartma işlemleri esnasında liflerin rengi açılmakta, hidrofiliteyi iyileşmekte ancak mukavemetlerinde düşme olmaktadır. Ağartma reçetelerine bağlı bu değerlerdeki değişimler ve iplik renk görüntüleri Tablo 5.72 ve 5.73'te görülmektedir.

Tablo 5.72: Denemeler sonucu elde edilen mukavemet ve uzama değerleri

1. Adım	2. Adım	L*	(K/S)	İplik görüntüsü	Kopma Mukavemet (N)	Kopma Uzaması (%)
Ham		53,5	10,01		112,7	23,0
Hidrofilleştirilmiş		48,1	12,15		119,3	23,9
Sodyum Klorit Reç.		77,7	2,18		53,1	15,8
Hidrojen peroksit 1. Reç.		81,4	2,64		63,5	15,7
Hidrojen peroksit 2. Reç.		84,6	2,60		63,1	22,9
Hidrojen peroksit 3. Reç.		85,5	2,29		63,1	19,9
Aktivatör D 1.Reçetesi		63,9	6,85		66,9	17,0
Aktivatör D 2.Reçetesi		68,0	6,44		67,7	20,6
Aktivatör C Reçetesi		70,3	3,48		68,8	22,1
Tiyüüre dioksit Reç.		61,3	6,67		71,3	15,5
Mikro dalga 1/90 F.O 10 dak.		80,6	4,56		58,7	18,3
Mikro dalga 1/90 F.O 12 dak.		84,6	2,29		54,4	17,0
Aktivatör D 1.Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,0	2,31		55,8	13,5
Aktivatör D 2.Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	90,7	1,89		55,1	14,4



Tablo 5.72 (Devam)

Aktivatör C Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,1	2,29		56,5	16,9
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,9	2,12		56,8	19,5
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Hidrojen peroksit 2. Reç.	89,5	1,85		55,7	19,7
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Hidrojen peroksit 3. Reç.	90,1	1,81		51,6	15,6
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Tiyöüre dioksit Reç.	90,1	1,56		60,2	19,5
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Tiyöüre dioksit Reç.	89,8	2,68		59,4	18,8
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Tiyöüre dioksit Reç.	89,5	1,89		58,7	20,2

Tablo 5.73: Denemeler sonucu elde edilen batma ve hidrofilite değerleri

1. Adım	2. Adım	L*	(K/S)	Bat ma (sn)	Hidrofilite (mm)					
					30s	60s	90s	120s	150 s	300 s
Ham		53,5	10,01	98,33	2,3	3,7	5,7	6,0	6,3	6,3
Hidrofilleştirilmiş		48,1	12,15	16,33	6,3	10,7	13,3	15,7	16,3	16,6
Sodyum Klorit Reç.		77,7	2,18	8,33	28,7	37,0	48,3	50,7	51,3	52,3
Hidrojen peroksit 1. Reç.		81,4	2,64	8,33	29,3	37,3	50,3	52,3	53,0	53,7
Hidrojen peroksit 2. Reç.		84,6	2,60	8,33	30,0	38,3	49,7	51,3	52,0	53,0
Hidrojen peroksit 3. Reç.		85,5	2,29	8,67	29,3	39,0	50,0	52,3	53,3	53,3
Aktivatör D 1.Reçetesi		63,9	6,85	9,33	27,7	36,3	47,0	48,3	50,3	50,7
Aktivatör D 2.Reçetesi		68,0	6,44	9,66	27,3	36,7	47,3	48,3	50,3	50,7
Aktivatör C Reçetesi		70,3	3,48	9,33	27,7	36,3	47,0	48,7	50,0	50,3
Tiyöüre dioksit Reç.		61,3	6,67	9,67	27,3	36,0	47,3	48,7	50,0	50,7

Tablo 5.73 (Devam)

Mikro dalga 1/90 F.O 10 dak.		80,6	4,56	9,66	28,3	35,3	46,0	47,3	48,3	48,6
Mikro dalga 1/90 F.O 12 dak.		84,6	2,29	9,33	29,0	36,0	47,3	48,3	49,0	50,0
Aktivatör D 1.Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,0	2,31	6,33	32,7	42,0	54,0	57,0	57,7	58,0
Aktivatör D 2.Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	90,7	1,89	6,33	33,7	41,7	54,3	57,3	58,0	58,0
Aktivatör C Reçetesi	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,1	2,29	6,33	31,0	41,7	54,0	57,3	58,0	58,0
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Hidrojen peroksit 1. Reç.	89,9	2,12	6,67	32,7	41,0	52,3	54,7	55,3	55,3
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Hidrojen peroksit 2. Reç.	89,5	1,85	6,67	33,3	41,7	53,0	58,3	59,0	59,3
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Hidrojen peroksit 3. Reç.	90,1	1,81	6,67	32,3	42,3	53,3	56,3	57,0	57,0
Hidrojen peroksit 1. Reç.	Tiyüüre dioksit Reç.	90,1	1,56	6,67	33,3	41,3	51,3	55,7	56,3	56,7
Hidrojen peroksit 2. Reç.	Tiyüüre dioksit Reç.	89,8	2,68	7,00	33,7	43,0	53,7	57,7	58,3	58,7
Hidrojen peroksit 3. Reç.	Tiyüüre dioksit Reç.	89,5	1,89	6,67	32,3	42,3	53,0	57,0	57,7	58,0

Mukavemet testi değerlerine bakıldığında ağartmalar sonucunda numunelerin tümünde %40-55 arasında bir mukavemet kaybı yaşandığı görülmektedir. Elde edilen açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değeri yükseldikçe mukavemet değerleri de o kadar düşmektedir.

Bu yüzden metilen mavisi testinde de görüldüğü şekilde, tiyüuredioksit ve aktivatörlerde en düşük açıklık değerleri elde edilebilirken aynı zamanda en az lif hasarı ve buna bağlı %40-43 mukavemet kaybı belirlenmiştir. Yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonlarına çıkılan tek adımlı ağartmalarda lifin renginin açılmasına bağlı sarı renkte azalma ve yaklaşık %46-47 mukavemet kaybı tespit edilmiştir. Kombinasyon ağartmalarda en yüksek açıklık değerleri ve lif hasarına bağlı olarak %50-55 mukavemet kaybı görülmüştür.

Metilen mavisi testinde de görüldüğü gibi sodyum klorit ağartmasında asidik ortamda çalışıldığı için, ortalama bir açıklık değerinde görülmediği kadar yüksek,

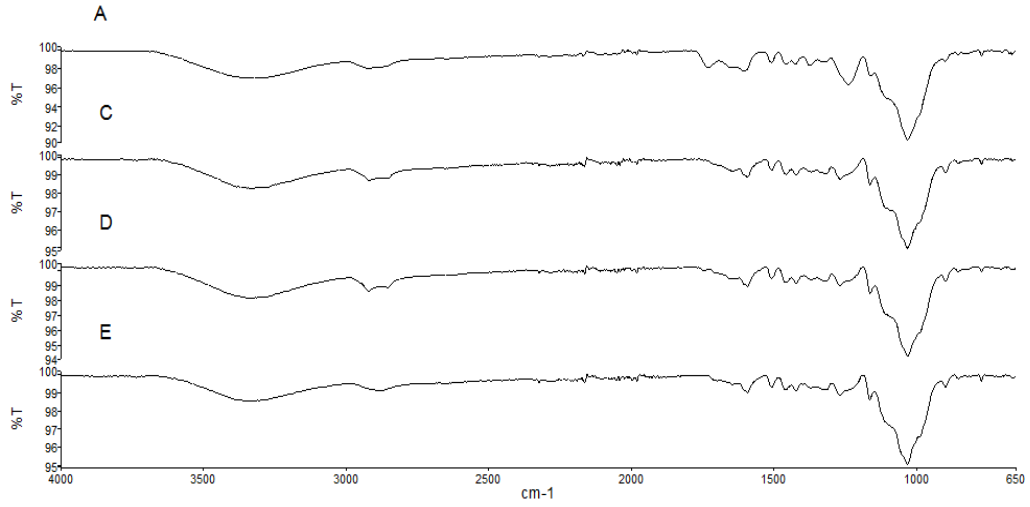
%55'lik bir mukavemet kaybı göze çarpmaktadır. Bu durum sodyum klorit ağartma maddesinin lifleri ağartma esnasında selüloza eşdeğer renk açılması sağlayan hidrojen peroksit ağartmasına nazaran daha ağır bir hasar verdiğini düşündürmektedir.

Hidrofilite değerleri ile ilgili batma testinde Hindistan cevizinin ham halinin batmakta zorlandığı, 98 saniye gibi uzun bir süre sonunda battığı ancak tam olarak dibe gitmediği, su emme yeteneğini ölçen DIN 53924 testinde ise 5 dakikalık süre sonunda bile 6,3mm ile çok zor su emdiği görülmektedir. Hidrofilleştirme işlemi sonunda değerlerde belirli bir iyileşme sağlanmakta, ancak esas iyileştirme ağartma işlemleri sonucunda ortaya çıkmakta ve yapılan kimyasal işlemin konsantrasyonu ile paralel olarak batma testi 6,67 saniye ve su emme yeteneği ise 58,7mm gibi değerlere kadar yükselebilmektedir.

#### **5.1.15 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen FTIR-ATR Ölçümü**

FTIR (FourierTransformedInfraredSpectroscopy) genellikle kristal yapıdaki veya ufak kimyasal değişiklikleri tespit etmek için kullanılır (Blackburn 2005).

Lif analizi çoğunlukla münferit bir lif için yapılır. Bunun için IR enstrümanı bağlı bir mikroskop ile tekstil lifi veya maddesi tanımlanır. Lif numunesi çok kısa veya ince ise iç yansıtmalı spektroskop ATR(attenuated totalreflectance) kullanılır. Bu teknikte yüksek refraktif indeksli kristal ile sıkı temas halinde olan life kritik açıdan daha büyük bir açıyla IR radyasyonu geldiğinde, tam yansıma ve buna bağlı mükemmel IR spektrumu elde edilebilir (Houck 2009). Hindistan cevizi lifi numunelerinin FTIR/ATR spektrumları Şekil 5.48'de görülmektedir.



A: Ham

C: Hidrojen peroksit 1. Reçetesi

D: 1. Adım Aktivatör D 2. Reçetesi, 2. Adım Hidrojen peroksit 1. Reçetesi

E: 1. Adım Hidrojen peroksit 1. Reçetesi, 2. Adım Tiyöüre dioksit Reçetesi

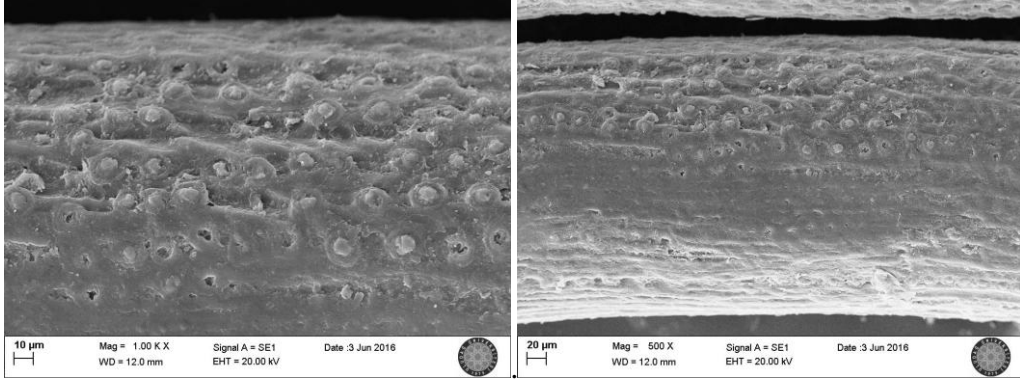
Şekil 5.48: Ham ve işlem görmüş hindistan cevizi lif numunelerinin FTIR/ATR spektrumları

Bizim yaptığımız denemelerde ham ve ağartılmış numunelerin FTIR eğrileri karşılaştırıldığında;

$3400\text{cm}^{-1}$  dalga boyu civarındaki aşağı doğru pikselüloz ve lignin içindeki hidrojene bağlı hidroksil gruplarından (OH) kaynaklandığı düşünülmektedir.  $2900\text{cm}^{-1}$  yakınında çok az miktarda değişiklikler gözlenmiştir.  $1700\text{cm}^{-1}$  civarındaki pik azalması veya kaybolması gözlenmiştir.  $1250\text{cm}^{-1}$  dalga boyu civarındaki pik azalmaları lifin doğasında bulunan vakslardaki ester, eter ve fenol bağlarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir, ağartma işlemleri belirtilen dalga boylarındaki piklerde bazı değişiklikler olduğu gözlemlenmiştir.

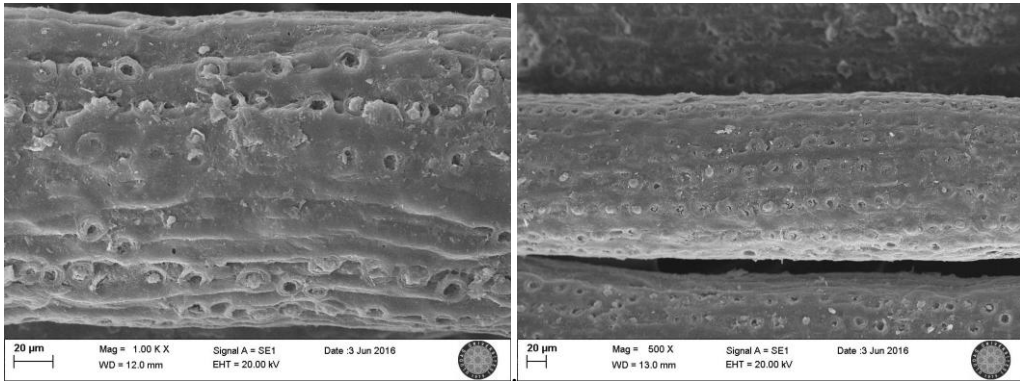
### 5.1.16 Yapılan Çalışmadaki Uygulamalardan Elde Edilen SEM Analizleri

Hindistan cevizi lifinin işlem görmemiş boyuna SEM görüntüleri Şekil 5.49'da gösterilmektedir.



Şekil 5.49: İşlem görmemiş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü

Hindistan cevizi lifleri safsızlıklar, vaks, yağlı maddeler ve tiloz adı verilen küresel çıkıntılar ve az miktarda porlar bulunmaktadır. Lifin yüzeyi düzgün ve pütürlü kısımların bir araya gelmesi ile tamamen heterojen bir görünüme sahiptir. Yaş işlemlerin temel rolü bu safsızlıkları uzaklaştırarak lifin hidrofilitasını arttırmaktır. Hidrofileştirilmiş hindistan cevizi lifinin boyuna SEM görüntüleri Şekil 5.50'de gösterilmektedir.



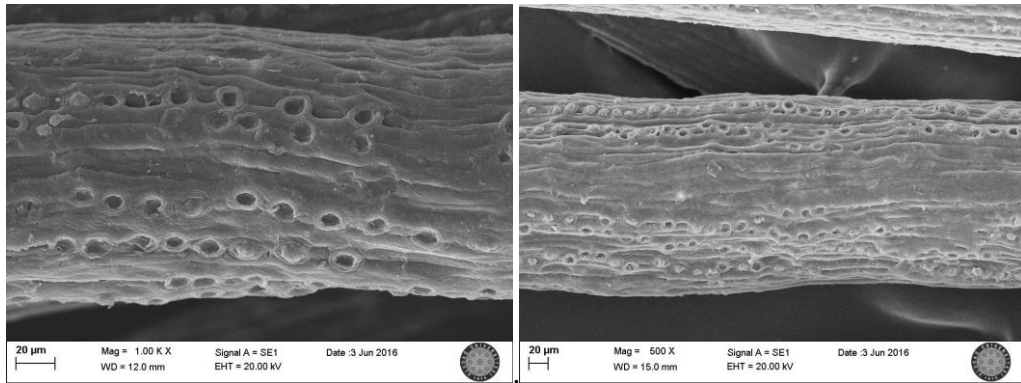
Şekil 5.50: Hidrofileştirilmiş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü

Hidrofilleştirme işlemi sonucunda hindistan cevizinin yüzeyinde düzgünleşme olduğu görülmektedir. Bu yüzeyde pütürleri oluşturan safsızlıklar, vaks, yağlı maddeler ve tiloz adı verilen küresel çıkıntılarının hidrofilleştirme işlemi esnasında lif yüzeyinden uzaklaştırılmaları sonucunda olmaktadır. Silva ve arkadaşlarının ve Mulinari ve arkadaşlarının yaptığı çalışmalarda da benzer sonuçlar görülmektedir.

Silva ve arkadaşlarının Brezilya hindistan cevizi lifinin mekanik ve termal karakterizasyonu çalışmalarında, %5lik sodyum hidroksit varlığında 72 saatlik bir alkali işlem ile pütürlü yüzeyi oluşturan yağlı kalıntıları ve tilozları (küresel çıkıntı) uzaklaştırarak daha düzgün bir yüzey oluşturduğu belirtilmektedir (Silva ve diğ. 2000).

Mulinari ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada poliester kompozitleri içinde kullanılan hindistan cevizi liflerine %1lik sodyum hidroksit ile yapılan alkali işlem sonucunda lif yüzeyinden vaks, pektin, lignin ve hemiselülozun uzaklaştırıldığı görülmüştür (Mulinari ve diğ. 2011).

Hindistan cevizi lifinin hidrojen peroksit 1. Reçetesi ile işlem görmüş boyuna SEM görüntüleri Şekil 5.51’de gösterilmektedir.



Şekil 5.51: Hidrojen peroksit ile işlem görmüş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü

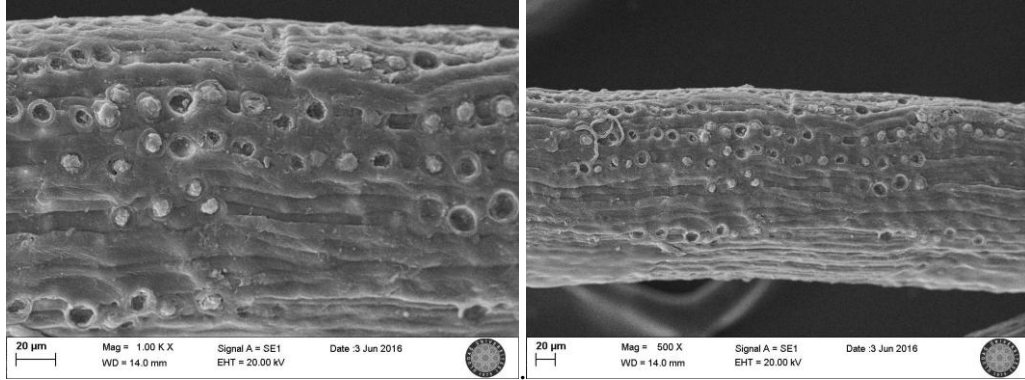
Hidrojen peroksit ağartması ile liflerin rengi koyu kahverenginden sarımtırak kahverengine doğru açılmaktadır. Aynı zamanda hidrofilleştirme işleminde görülen

yüzey düzgünleşmesi yanı sıra yüzeydeki boyuna ufak, ince, ara ara, küçük çizgili kanallı yapı biraz daha belirginleştiği görülmüştür. Bunun sonucunda hidrofilite ve batma değerlerinde iyileşme ve mukavemet değerlerinde düşme olmuştur.

Bu Rosa ve arkadaşlarının 2009 yılında yaptıkları çalışmalarda 1/10 flotte oranında 85°C’de 1 saat %30 hidrojen peroksit ile ağartılmış hindistan cevizi lifi numunelerinde de görülmektedir.

Brigida ve arkadaşlarının kimyasal işlemlerin hindistan cevizi liflerine etkilerini araştırdıkları çalışmada 1:20 flotte oranında 85°C’de 2 saat %30’luk hidrojen peroksit ile ağartılan hindistan cevizi lifinin renginin açık kahverengiden sarımtırak renge döndüğü, vaksların uzaklaşmasıyla birlikte çukur gibi açıklıklar görülmüş ancak bazı bölgelerde kimyasal etkinin daha kuvvetli olduğu ve yüzeyi daha düzgün hale gelen lifin deforme olduğu tespit edilmiştir (Brigida ve diğ. 2010).

Hindistan cevizi lifinin aktivatör C 2. Reçetesini müteakiben yapılan hidrojen peroksit 1. Reçetesi ile işlem görmüş boyuna SEM görüntüleri Şekil 5.52’de gösterilmektedir.

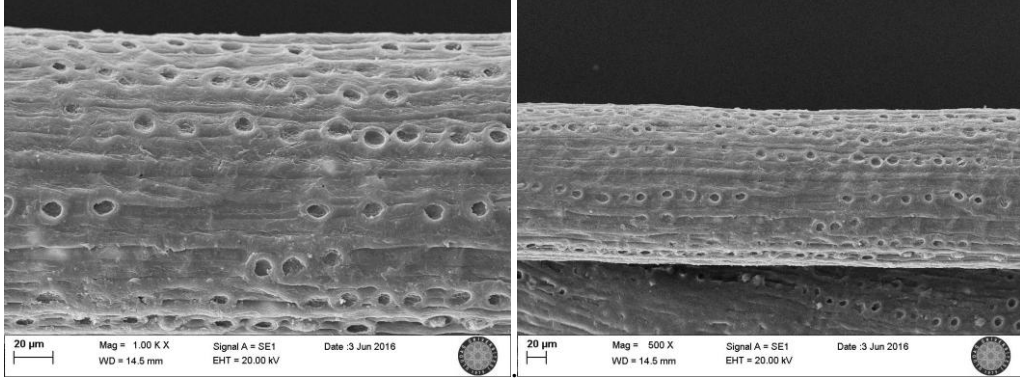


Şekil 5.52: Aktivatör ardından hidrojen peroksit ile işlem görmüş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü

Hidrojen peroksit ağartması ile liflerin rengi koyu kahverengiden sarımtırak kahverengine dönmesiyle elde edilen açıklık bu aktivatör ardından yapılan hidrojen peroksit ağartması ile daha iyi elde edilmiştir. Aynı zamanda hidrojen peroksit

ağartması sonucu lif yüzeyde görülen boyuna ufak, ince, ara ara, küçük çizgili kanallı yapının biraz daha belirginleştiği görülmüştür.

Hindistan cevizi lifinin hidrojen peroksit 1. Reçetesini müteakiben yapılan TUDO (tiyüredioksit) ile işlem görmüş boyuna SEM görüntüleri Şekil 5.53'te gösterilmektedir.



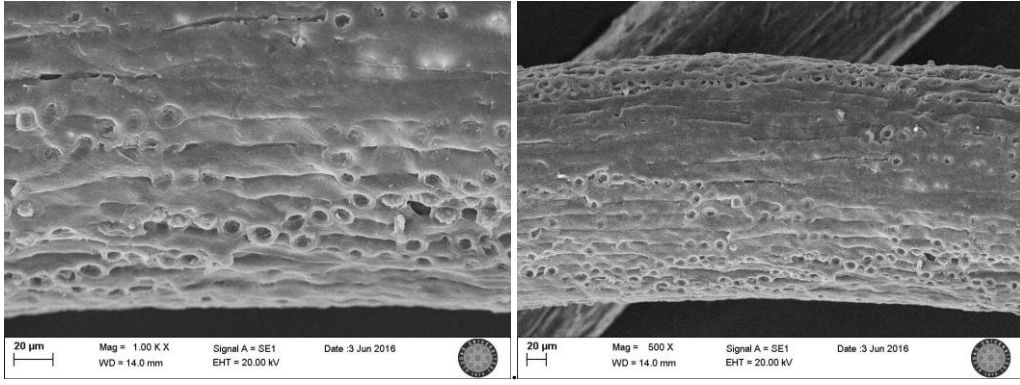
Şekil 5.53: Hidrojen peroksit ardından tiyüredioksit ile işlem görmüş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü

Aktivatör ardından yapılan hidrojen peroksit ağartması ile elde edilen açıklık değerlerine yakın değerlere ulaşılmıştır. Aynı zamanda ağartma sonucu lif yüzeyinde görülen boyuna ufak, ince, ara ara, küçük çizgili kanallı yapının yanı sıra lif yüzeyindeki porların da belirginleştiği görülmüştür.

Hindistan cevizi lifinin mikrodalga yöntemine göre hidrojen peroksit ile işlem görmüş boyuna SEM görüntüleri Şekil 5.54'de gösterilmektedir.

Mikrodalga yöntemine göre hidrojen peroksit ağartması ile daha kısa sürelerde ve tek adımlı işlem ile liflerin rengi koyu kahverenginden sarımtırak kahverengine doğru açılmıştır. Aynı zamanda hindistan cevizi lifinin yüzey düzgünleşmesi yanı sıra yüzeydeki boyuna ufak, ince, ara ara, küçük çizgili kanallı yapı biraz belirginleştiği görülmüştür.





Şekil 5.54: Mikrodalga yöntemine göre hidrojen peroksit ile işlem görmüş hindistan cevizi lifi SEM görüntüsü

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, hindistan cevizi liflerinin optimum ağartma koşullarının belirlenmesi amacıyla %100 hindistan cevizi lifinden üretilmiş iplikler yükseltgen (hidrojen peroksit, perasetik asit, potasyum permanganat, sodyum klorit, sodyum hipoklorit, sodyum perborat, sodyum perkarbonat) ve indirgen (tiyoüre dioksit) ağartma malzemeleri ile muamele edilmiştir.

Yapılan tüm ön terbiye işlemleri geleneksel çektirme yöntemine göre yapılmıştır.

İndirgen ve yükseltgen ağartma malzemelerine ilaveten ön terbiye işlemlerinde aktivatörler ve enzimler incelenmiştir. Ayrıca, çektirme yönteminde yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve düşük renk kuvveti (K/S) değerlerinin elde edildiği ağartma kimyasal (hidrojen peroksit) konsantrasyonları ve proses şartları baz alınarak mikrodalga yönteminin etkisi araştırılmıştır.

Ağartma işlemine tabi tutulan numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerlerinin yanında mukavemet, kopma uzaması, hidrofilite gibi fiziksel özellikleri de ölçülmüştür. Ayrıca ağartma esnasında liflerin gördüğü hasarın tespiti için metilen mavisi testiyle oksiselüloz oluşumu incelenmiştir. Seçilen numunelere SEM ve FTIR analizleri yapılmıştır.

Optimum bir ağartma işleminde yüksek renk açıklık dereceleri elde etmek tek başına yeterli olmamakta, maksimum renk açılması elde edilirken liflere verilen zararın minimize edilmesi amaçlanmaktadır. Bu çalışmada elde edilen değerler bu kapsamda ele alınmıştır. Yüksek açıklık değerlerinin elde edildiği numunelere fiziksel testler uygulanarak kumaşa verilen zarar ile sağlanan fayda beraber değerlendirilmiştir.

Bu optimizasyon çalışmaları sırasında klasik ön terbiye yöntemleri yanında çevre dostu (enzimler) ile enerji tasarrufu ve zaman kazandıracak malzeme ve teknikler (aktivatörler ve mikrodalga) gibi yöntemler de incelenmiştir.

Hidrojen peroksit ile çektirme yöntemine göre yapılan denemelerde kimyasal konsantrasyonu, işlem süresi, sıcaklığı ve flote pH'ının numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerlerine etkileri araştırılmıştır. Genel olarak bakıldığında hidrojen peroksit ağartmalarında süre ve kimyasal konsantrasyonu artırıldıkça, açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri artmakta,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise oldukça düşmektedir. Hidrojen peroksitin işlem sonuna kadar bozulmayarak ağartma sürecinde yer alması sebebiyle aynı hidrojen peroksit konsantrasyonlarında, stabilizatör konsantrasyonu artırıldığında ağartma değerleri iyileşmektedir. Sodyum hidroksit konsantrasyonu 2g/l altında veya üstünde olduğunda ağartma için gerekli pH aralığı sağlanamamakta, buna bağlı olarak ise ağartma değerleri kötüye gitmektedir.

Burada 2g/l sodyum hidroksit konsantrasyonu sabit olarak tutulduğunda, 90 dakikalık işlem süresinde 80ml/l hidrojenperoksit konsantrasyonunda 0,5g/l iyon tutucu ile 81.4 açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve 2.64 renk kuvveti (K/S) değerlerine, 120 dakikalık işlem süresinde 50ml/l hidrojenperoksit konsantrasyonunda 3g/l iyon tutucu ile 84.6 açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve 2.60 renk kuvveti (K/S) değerlerine, 70ml/l hidrojenperoksit konsantrasyonunda 4g/l iyon tutucu ile 85.5 açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve 2.29 renk kuvveti (K/S) değerlerine ulaşılmıştır. Bunlar en yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve en düşük renk kuvveti (K/S) değerleridir. Bu yüzden en iyi performansı gösteren hidrojen peroksit ağartması olmuştur. Burada yüksek hidrojen peroksit konsantrasyonlarına çıkılan tek adımlı ağartmalarda lifin renginin açılmasına bağlı sarı renk tonunda azalma ve yaklaşık %46-47 mukavemet kaybı görülmektedir. Bu hususa süreç tasarımı dikkat edilmesi gerekmektedir.

Çektirme yönteminde potasyum permanganat ağartmasıyla yüksek açıklık değerleri elde edilememiştir (en fazla 59.6). Süre ve kimyasal konsantrasyonları arttırıldıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri yükselmekte,  $C^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Bu da artan süre ve konsantrasyonla numunelerin renklerinin az da olsa açıldığını göstermektedir.

Perasetik asitle yapılan ağartma işlemlerinde, asidik ortamda pH 5’de ve nötr ortamda pH 7’de yapılan perasetik asit ağartması yaklaşık aynı açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), renk kuvveti (K/S),  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  değerlerini vermekle birlikte, pH 7’de açıklık değerleri biraz daha yüksek, renk kuvveti (K/S) değerleri ise biraz daha düşük olmakta yani hindistan cevizi liflerinde az da olsa daha iyi bir ağartma sağlandığı söylenebilmektedir ( $L^*$ : 68.8). Perasetik asit kullanımı sonrası yıkamaların az miktarda su ve kimyasal gerektirmesi ve ekolojik olması nedeniyle avantajlıdır ancak hidrojen peroksit elde edilen açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) derecelerine ulaşamamıştır.

Genel olarak sodyum perborat ile yapılan ağartmalarda süre ve kimyasal konsantrasyonu artırıldıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte öte yandan  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Hindistan cevizi liflerinin rengi açılmakta, daha az kırmızı, daha yeşil, daha sarı olmaktadır. İşlem sıcaklığı 60°C’den 80°C’ye yükseltildiğinde ise değerler çok değişmemekte hatta az da olsa kötüleşmektedirler. 60°C’de açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri biraz daha yüksek, renk kuvveti (K/S) değerleri ise biraz daha düşük olmaktadır. Bu sonuçlar sodyum perborat için optimum çalışma sıcaklığının 60°C olduğunu göstermektedir. Bu sıcaklıkta bile 120 dakika işlem süresinde 30g/l sodyum perborat konsantrasyonunda ulaşılabilen maksimum açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), değeri 66.4, minimum renk kuvveti (K/S) değeri 6.80 olmaktadır. Bu değerler de iyi ağartma etkisi sağlamamaktadır.

Sodyum perkarbonat ile yapılan ağartmalarda süre ve kimyasal konsantrasyonu artırıldıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmekte olduğundan, sodyum perkarbonat ile yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin renginin açıldığı söylenebilmektedir. Ancak sodyum perboratla yaklaşık aynı sürelerde daha yüksek kimyasal konsantrasyonlarda elde edilen ağartma değerleri, sodyum perborat ile yapılan ağartmalara kıyasla daha düşük olmaktadır. 120 dakika işlem süresinde 30g/l sodyum perkarbonat konsantrasyonunda ulaşılabilen maksimum açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), değeri 56.6, minimum renk kuvveti (K/S) değeri 8.32dir.

Sodyum klorit ile çektirme yöntemine göre yapılan denemelerde kimyasal konsantrasyonu ve işlem süresinin numunelerin açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerlerine etkileri araştırılmıştır. Genel olarak bakıldığında süre ve kimyasal konsantrasyonu yükseldikçe, açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve  $C^*$  değerleri artmakta  $a^*$ ,  $b^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise oldukça düşmektedir. 120 dakikada 40g/l sodyum klorit konsantrasyonunda ağır şartlarda yapılan ağartmaların sonucunda açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), değeri 94.5,  $a^*$  değeri -0.87,  $b^*$  değeri 6.05, renk kuvveti (K/S) değeri ise 0,11 olmuş, ancak liflerin mukavemeti düşmüş ve liflerde dağılma olmuştur. Bu değerler ve numuneler incelendiğinde sodyum klorit ağartması ile rengin oldukça açıldığı, kırmızılığın kalmadığı ve sarılığın azaldığı görülmektedir. Burada 30 dakika işlem süresi ve 20g/l sodyum klorit konsantrasyonunda liflerin çok hasar görmediği ve 77.7 açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değeri ile 2.18 renk kuvveti (K/S) değerine ulaşıldığı görülmüştür. Bu lifin ortalama bir ağartma işleminin en az lif hasarıyla yakalandığı nokta ise optimum reçete olarak belirlenmiştir. Ancak yine de sodyum klorit ağartmasında ortalama bir açıklık değerinde görülmediği kadar yüksek, %55'lik bir mukavemet kaybı göze çarpmaktadır. Bu durum sodyum klorit ağartma malzemesinin lifleri ağartma esnasında, eşdeğer açıklıktaki hidrojen peroksit ağartmasına nazaran, selüloza daha ağır bir hasar verdiğini düşündürmektedir. Yüksek açıklık değerlerine ulaşılmasına rağmen aşırı mukavemet kaybı gerçekleşmesi bu yöntemin pratikte uygulanabilirliğinin olmadığını göstermekte, hem de çalışma zorlukları ve çevreye verdiği zarardan dolayı sodyum klorit ağartması tavsiye edilememektedir.

Sodyum hipoklorit ağartmalarında süre ve kimyasal konsantrasyonu artırıldıkça, açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri artmakta,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise oldukça düşmektedir. Numuneler ve değerler incelendiğinde sodyum hipoklorit ağartması ile rengin oldukça açıldığı (en yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değeri 82.3, en düşük renk kuvveti (K/S) değeri 2.82), kırmızılığın kalmadığı görülmektedir. Ancak bu yöntem çevre açısından kullanımı zarar verebileceğinden tavsiye edilememektedir.

İndirgen özellikteki ağartıcılardan olan tıyoüre dioksit (TUDO) ile yapılan ağartmalarda süre uzadıkça ve tıyoüre dioksit konsantrasyonları arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri artmakta,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Ancak işlem süresi 90 dakikadan 120 dakikaya uzatıldığında değerler çok değişmemektedir. Ayrıca sodyum hidroksit konsantrasyonu 6g/l'den 8g/l'ye çıkarıldığında optimum pH değerinin üzerine çıkıldığından dolayı açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri az da olsa düşmektedir. Tıyoüre dioksit (TUDO) ile yapılan ağartmalarda rengin açıldığı, daha az mavi ve kırmızı, daha sarı olduğu görülmektedir. Optimum ağartma koşullarının yakalandığı en yüksek konsantrasyonlarda (40g/l Tıyoüre dioksit) ve uzun işlem sürelerinde (120 dakika) dahi çok iyi bir açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) (maksimum 62,8) elde edilememektedir.

Genel olarak enzimlerle yapılan işlemlerin hiçbirinde açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerlerinde iyileşme sağlanamamıştır. Biyolojik katalizör olan enzimlerin ön terbiye işlemlerinde kullanımı çevreye duyarlı bir yaklaşım sergilemektedir. Ancak yapılan denemelere göre hindistan cevizinin ağartılmasına yönelik enzim kullanımına dair bir yöntem tavsiye edilememektedir.

Muhtelif firmaların (Clariant, Rudolf, Tanetex, Huntsman, CHT, Bozzetto) aktivatör kimyasalları ile yapılan ağartmalarda hidrojen peroksit ve buna bağlı olarak optimum pH çalışma aralığını sağlayan kimyasal (sodyum hidroksit veya sodyum karbonat) konsantrasyonu ve işlem süresi arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte,  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Genel olarak bakıldığında aktivatörler ile yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmaktadır.

Aktivatör A reçeteli işlemlerde süre sabit tutularak, sıcaklık 95°C'ten 100°C-110°C ve 130°C seviyelerine yükseltildiğinde ağartma etkilerinin düştüğü görülmektedir. Buradan optimum çalışma sıcaklığının 95°C olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Aktivatör B kimyasalları ile 60°C sıcaklıkta yapılan ağartmalarda en iyi değerlerin 90 dakika sürede 90g/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda elde edildiği görülmektedir. ( $L^*$ : 76.4 ve K/S: 5.30)

Aktivatör C kimyasalları ile yapılan ağartmalarda süreler sabit tutularak, sıcaklık 65°C'ten 75°C seviyesine yükseltildiğinde ağartma etkilerinin az da olsa düştüğü görülmektedir. Buradan optimum çalışma sıcaklığının 65°C olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. En iyi sonuçlara 65°C sıcaklıkta 90 dakika ve 90ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda ulaşıldığı görülmektedir. ( $L^*$ : 72.1 ve K/S: 3.92)

Aktivatör D kimyasalları ile 65°C sıcaklıkta yapılan ağartmalarda en iyi değerlerin 90 dakika sürede 84ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda elde edildiği görülmektedir. ( $L^*$ : 68.0 ve K/S: 6.44)

Aktivatör F kimyasalı ile 90°C sıcaklıkta 30 dakika süreyle yapılan ağartmalarda en iyi değerlerin 30g/l kimyasal konsantrasyonunda elde edildiği görülmektedir. ( $L^*$ : 55.1 ve K/S: 7.51) Bu sonuçlar bile etkin bir ağartma yapılamadığını göstermektedir.

Aktivatör E kimyasalı ile 65°C sıcaklıkta 30 dakika süre yapılan ağartmalarda kimyasal ve buna bağlı olarak optimum pH çalışma aralığını sağlayan sodyum hidroksit konsantrasyonu arttıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri önce düşmekte sonra yükselmekte, renk kuvveti (K/S) değerleri ise önce yükselmekte sonra düşmektedir. Yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin renginin açılmadığı görülmektedir. Bu yüzden bu reçetenin hindistan cevizi lifini ağartılmasında kullanımı uygun görülmemektedir.

Tiyüredioksit (TUDO) ve aktivatörlerle yapılan ağartmalarda en düşük açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri elde edilebilirken aynı zamanda en az lif hasarı ve buna bağlı %40-43 mukavemet kaybı görülmektedir. Burada mukavemet kaybı düşük olmasına rağmen elde edilen açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) değerleri de düşük olduğundan bu yöntemlerin tek adımlı olarak uygulanması tavsiye edilememektedir.

Tek adımlı ağartma ile ulaşılamayan açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerlerine ikinci bir ağartma ile ulaşılacak amacıyla ağartma reçete kombinasyonları yapılmıştır. Burada optimum açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve renk kuvveti (K/S) değerlerini veren münferit ağartma reçeteleri seçilmiş ve daha sonra bunlar birbirini takip eden iki banyoda numunelere uygulanmıştır.

Tek adımda yapılan ağartmalarda en yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve en düşük renk kuvveti (K/S) sonuçlarına 95°C sıcaklıkta, 120 dakikalık işlem süresinde 2g/l iyon tutucu, 2g/l sodyum hidroksit, 4g/l stabilizatör, 1g/l ıslatıcı ve 70ml/l konsantrasyonunda hidrojenperoksit ağartması ile ulaşılmıştır.

Kombine ağartmalarda en yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) ve en düşük renk kuvveti (K/S) sonuçlarına;

- 90 dakikalık işlem süresinde 2g/l iyon tutucu, 2g/l sodyum hidroksit, 0,5g/l stabilizatör, 1g/l ıslatıcı ve 80ml/l konsantrasyonunda hidrojenperoksit ağartması ardından

-90°C sıcaklıkta, 60 dakikalık işlem süresinde 4g/l sodyum hidroksit, 1g/l ıslatıcı ve 30g/l konsantrasyonunda tiyoüre dioksit ile indirgen ağartma reçetesi ile yapılan kombinasyonda ulaşılmıştır.

Kombinasyon ağartmalarında en yüksek açıklık değerleri ve buna bağlı lif hasarına sebebiyle %50-55 mukavemet kaybı görülmektedir. Ancak dikkat edilmesi gereken husus hidrojen peroksit ile yükseltgen ağartma reçetelerinin ardından tiyoüredioksit ile indirgen ağartma reçetesi uygulandığında, hidrojen peroksit yükseltgen ağartma reçetesinin iki defa ayrı banyolarda üstüste uygulanması ile yaklaşık aynı açıklık ve hidrofilite değerlerine ulaşılmasına rağmen mukavemet düşüşleri ortalama %54 yerine %50 olmaktadır. Bu muhtemelen indirgen ve müteakip yükseltgen ağartmanın lifte daha az hasar oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Bunun yanısıra düşük kimyasal tüketimi ve ekolojik olması gibi avantajlarından dolayı da tiyoüredioksit dikkat çekmektedir.



Mikrodalga denemelerinde yukarıdaki konvansiyonel ağartma yöntemleri ve kombinasyonlarına ilave olarak hidrojen peroksit ile yapılan ağartmalarda dışarıdan ısıtma yerine mikrodalga yöntemine göre işlem banyolarının ısıtılması sağlanmıştır. Burada 50ml/l hidrojen peroksit ve 2g/l sodyum hidroksit konsantrasyonları sabit tutulmuş, flotte oranları 1/30-1/60-1/90 olarak ayarlanmış ve süreler ise 1-12 dakika arasında tutulmuştur.

Mikrodalga yöntemine göre hidrojen peroksit ile yapılan ağartmalarda genel olarak süre artırıldıkça açıklık/koyuluk ( $L^*$ ),  $b^*$  ve  $C^*$  değerleri yükselmekte öte yandan  $a^*$  ve renk kuvveti (K/S) değerleri ise düşmektedir. Buna göre yapılan ağartmalarda hindistan cevizi liflerinin rengi açılmaktadır.

Aynı süre ve kimyasal konsantrasyonlarında flotte oranı arttıkça ağartma etkisinin düştüğü görülmektedir. Bunun sebebi sıcaklığın kaynama sıcaklığına yükselmesinin yüksek flotte oranlarında (dolayısıyla yüksek flotte miktarlarında) daha uzun sürmesi ve buna bağlı numunenin kaynar sıcaklıkta işlem süresinin daha kısa kalmasıdır. En iyi sonuçlara 1/90 flotte oranında 10 ve 12 dakika sürelerde 50ml/l hidrojen peroksit ve 2g/l sodyum hidroksit konsantrasyonlarında ulaşılmıştır. (L: 80.6-84.6 ve (K/S):4.56-2.29) Burada liflerde mukavemet kaybı %51-54 arasında olmaktadır.

Yapılan denemelerin tümü dikkate alındığında hidrofilite değerleri ile ilgili batma testinde hindistan cevizinin ham halinin batmakta zorlandığı, 98 saniye gibi uzun bir süre sonunda battığı ancak tam olarak dibe gitmediği, su emme yeteneğini ölçen DIN 53924 testinde ise 5 dakikalık süre sonunda bile 6,3 mm ile çok zor su emdiği görülmektedir. Ağartma işlemleri sonucunda bu değerler iyileşmekte ve yapılan kimyasal işlemin konsantrasyonu ile paralel olarak batma testi 6,67 saniye ve su emme yeteneği ise 58,7 mm gibi değerlere kadar yükselebilmektedir. Ancak geneline bakıldığında tüm yapılan ağartma işlemlerinde gündelik kullanıma uygun hidrofilite değerlerine ulaşılabildiği görülmektedir.

Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında, hindistan cevizi lifinin ağartılmasında hidrojen peroksit ile yükseltgen ağartma reçetelerinin ardından tiyo

ürediyoksit ile indirgen ağartma reçetesi uygulanmasının açıklık/koyuluk ( $L^*$ ), renk kuvveti (K/S) ve mukavemet değerleri göz önünde bulundurulduğunda, en başarılı sonuçların alındığı proses olmuştur. Uygulanan şartlarda yüksek açıklık/koyuluk ( $L^*$ ) derecesi ve düşük renk kuvveti (K/S) değerleri elde edilmesine rağmen uzun süreli ve maliyetli bir çalışma şekli olmasından dolayı yükseltgen ağartma sonrası indirgen maddelerle iki adımlı kombinasyon kolaylıkla yapılabilecek bir işlem olmayabilmektedir.

Bu noktada tek adımlı olması, işlem hızı ve süresi, su, kimyasal ve enerji tasarrufu ile yine çevre dostu olması sebebiyle mikrodalga yöntemine göre hidrojen peroksit ağartması da ciddi avantajlar sağlamakta ve iyi bir alternatif olarak göz önünde bulundurulmalıdır.

Hindistan cevizi meyvesinin bir nevi yan ürünü olması ve kolayca, yüksek miktarlarda ucuza elde edilebilmesi, doğal, ekolojik, biyobozunur özelliklere sahip olması hindistan cevizi lifini, ileride gerçekleştirilecek olan çalışmalar için araştırmaya değer hale getirmekte ve bu lifin gelecekte popüleritesinin artacağı düşünülmektedir. Bu tez çalışmasının da ileride gerçekleştirilecek olan araştırmalar için literatüre katkıda bulunması amaçlanmıştır.

## 7. KAYNAKLAR

Abdel-Halim, E.S., “An effective redox system for bleaching cotton cellulose”, *Carbohydrate Polymers*, 90, 316-321, (2012).

Abdel-Halim, E.S., Al-Deyab, S.S., “Low temperature bleaching of cotton cellulose using peracetic acid”, *Carbohydrate Polymers*, 86, 988– 994, (2011).

Abdel-Halim, E.S., Al-Deyab, S.S., “One-step bleaching process for cotton fabrics using activated hydrogen peroxide”, *Carbohydrate Polymers*, 92, 1844– 1849, (2013).

Abdel-Halim, E.S., Fahmy, H.M., Fouda M.M.G., “Bioscouring of linen fabric in comparison with conventional chemical treatment”, *Carbohydrate Polymers*, 74, 707–711, (2008).

Abdul, S.B., Narendra, G., “Accelerated bleaching of cotton material with hydrogen peroxide”, *Textile Science & Engineering*, 3(4), 1-4, (2013).

Abraham E., Deepa B., Pothen L.A., Cintil J., Thomas S., John M.J., Anandjiwala R., Narine S.S., “Environmental friendly method for the extraction of coir fibre and isolation of nanofibre”, *Carbohydrate Polymers*, 92(2), 1477-1483, (2013).

Abrahama E., Deepab B., Pothenb L.A., Cintil J., Thomas S., Johnd M.J., Anandjiwalad R., Narinea S.S., “Environmental friendly method for the extraction of coir fibre and isolation of nanofibre”, *Carbohydrate Polymers*, 92, 1477– 1483, (2013).

Aehle, W., *Enzymes in Industry*, Leiden: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, (2007).

Aggarwal, L.K., “Studies on cement-bonded coir fibre boards”, *Cement and Concrete Composites*, 14(1), 63-69, (1992).

Agopyan, V., Savastano, J.H., John, V.M., Cincotto, M.A., “Developments on vegetablefibre-cementbasedmaterials in Paulo, Brazil: An overview”, *Cement and Concrete Composites*, 27(5), 527-536, (2005).

Agritech.tnau.ac.in, “Botany The Roots [online]”, (19 Ağustos 2015), [http://agritech.tnau.ac.in/horticulture/horti\\_pcrops\\_coconut\\_botany.html](http://agritech.tnau.ac.in/horticulture/horti_pcrops_coconut_botany.html), (2014).

Alfa kimya, Celsoft NB, Teknik bilgi formu, (2016<sup>c</sup>).

Alfa kimya, Novalite II S, Teknik bilgi formu, (2016<sup>b</sup>).

Alfa kimya, Scourzyme L, Teknik bilgi formu, (2016<sup>a</sup>).

Ali, M., “Coconut fibre: A versatile material and its applications in engineering”, *Journal of Civil Engineering and Construction Technology*, 2(9), 189-197, (2011).

Ali, M., Liu, A., Sou, H., Chouw, N., “Mechanical and dynamic properties of coconut fibre reinforced concrete”, *Construction and Building Materials*, 30, 814–825, (2012).

Anto, I.R., Ravindran, T., Ravi, P.K., Pillai, M.K., Sarma, U.S., “Investigations in bleaching of coir”, *Proceedings of the International Workshops on wet processing of Coir*, (1997).

Araujo, R., Casal, M., Cavaco-Paulo, A., “Application of enzymes for textile fibres processing”, *Biocatalysis and Biotransformation*, 26(5), 332- 349, (2008).

Arık, B., Körlü, A.E., Duran K., “Lakkaz Enzimlerinin Tekstilde Kullanım Alanları”, *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2, 17-22, (2008).

Asasutjarit, C., Charoenvai, S., Hirunlabh, J., Khedari, J., “Materials and mechanical properties of pretreated coir-based green composites”, *Composites: Part B*, 40, 633–637, (2009).

Asasutjarit, C., Hirunlabh, J., Khedari, J., Charoenvai, S., Zeghmati, B., Shin, U.C., “Development of coconut coir-based lightweight cement board”, *Construction and Building Materials*, 21(2), 277-288, (2007).

Balmumcukimya, “Sodium sulfite [online]”, (20 Mart 2016) <http://www.balmumcukimya.com/sodyum-sulfit-teknik>, (2016).

Başer, İ., *Lif Bilgisi*, İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayın No: 687, (2002).

BAT, *Tekstil Sanayii için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dokümanı*, Türkiye Tekstil Terbiye Sanayii Derneği, (2002).

Bellini, P., Bonetti, F., Franzetti, E., Rosace, G., Vago, S., *Finishing*, Milano: Acimit, (2002).

Betcheva, R.I., Hadzhiyska, H.A., Georgieva, N.V., Yotova, L.K., “Biobleaching of flax by degradation of lignin with laccase”, *BioResources*, 2(1), 58-65, (2007).

Bevan, G., “Fabric washing in Western Europe”, *Coloration Technology*, 27(1), 1-4, (1997).

Bhat, M.K., “Cellulases and related enzymes in biotechnology”, *Biotechnology Advances*, 18, 355–383, (2000).

Bhat, N.V., Kale, M.J., “Interaction of Microwave Radiation with Polyester Yarn to Enhance Its Textile Properties”, *Fibers and Polymers*, 13(7), 936-942, (2012).

Blackburn, R.S., *Biodegradable and sustainable fibres*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2005).

Blackburn, R.S., *Sustainable Textiles Life Cycle and Environmental Impact*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2009).

Brigida, A.I.S., Calado, V.M.A., Gonçalves, L.R.B., Coelho, M.A.Z., “Effect of Chemical Treatments on Properties of Green Coconut Fiber”, *Carbohydrate Polymers*, 79(4), 832-838, (2010).

Brooks, R.E., Moore S.B., “Alkaline hydrogen peroxide bleaching of cellulose”, 2000 Kluwer Academic Publishers, *Cellulose* 7, 263–286, (2000).

Calafell, M., Garriga, P., “Effect of some process parameters in the enzymatic scouring of cotton using an acid pectinase”, *Enzyme and Microbial Technology*, 34, 326–331, (2004).

Carr, C.M., *Chemistry of Textiles Industry*, Glasgow: Blackie Academic & Professional, (1995).

Carvalho, K.C.C., Mulinari, D.R., Voorwald, H.J.C., Cioffi, M.O.H., “Chemical modification effect on the mechanical properties of hips / coconut fiber composites”, *BioResources*, 5(2), 1143-1155, (2010).

Carvalho, K.C.C., Mulinari, D.R., Voorwald, H.J.C., Cioffi, M.O.H., “Chemical modification effect on the mechanical properties of hips/ coconut fiber composites”, *BioResources*, 5(2), 1143-1155, (2010).

Cavaco-Paulo A. and Gübitz , G. M., *Textile processing with enzymes*, Cambridge: Woodhead Publishing, (2003).

Chau, C., “Coconut Dehusking Machine - Diesel Engine Type [online]”, (20 Mart 2016) <https://www.youtube.com/watch?v=DYdwDhSPogE>, (25 Ekim 2008).

Chemicalbook , “Potassium permanganate [online]”, (20 Mart 2016), [http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty\\_EN\\_CB7775235.htm](http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB7775235.htm), (2016).

Chemspider , “Sodium chlorite [online]”, (20 Mart 2016), <http://www.chemspider.com/Chemical-Structure.22860.html>, (2016).

Chemwiki.ucdavis, “Dipole Moments [online]”, (20 Mart 2016), [http://chemwiki.ucdavis.edu/Core/Physical\\_Chemistry/Atomic\\_Theory/Dipole\\_Moments](http://chemwiki.ucdavis.edu/Core/Physical_Chemistry/Atomic_Theory/Dipole_Moments), (2016).

Clariant, Bactosol® CA liquid conc. , Teknik bilgi formu, (2015).

Cobaeurope.com, “The Material World of Entrance Matting [online]”, (20 Mart 2016), <http://www.cobaeurope.com/features/the-material-world-of-entrance-matting>, (2016).

Cocomatsnmore.com, “Coco runners-3/8 Inch thick coco coir rools [online]”, (20 Mart 2016), <http://www.cocomatsnmore.com/coco-runners-3-8-inch-thick-coco-coir-rolls.html>, (2016).

Coirindia.net, “Our photo gallery- Coir Products [online]”, (20 Mart 2016), [http://www.coirindia.net/user/Photo\\_Gallery.aspx](http://www.coirindia.net/user/Photo_Gallery.aspx), (2016).

Coleparmer , “Sodium peroxide p.a. (25g) CAS 1313-60-6 [online]”, (20 Mart 2016), [http://www.coleparmer.com/Product/Sodium\\_peroxide\\_p\\_a\\_25g\\_CAS\\_1313\\_60\\_6/EW-88222-40](http://www.coleparmer.com/Product/Sodium_peroxide_p_a_25g_CAS_1313_60_6/EW-88222-40), (2016).

Coleparmer , “Sodium persulfate [online]”, (20 Mart 2016), [http://www.coleparmer.com/Product/Sodium\\_persulfate\\_98\\_5kg/EW-88215-86](http://www.coleparmer.com/Product/Sodium_persulfate_98_5kg/EW-88215-86), (2016).

Collier, B.J. and Tortora, P.G., *Understanding Textiles*, New Jersey: Prentice Hall, (2001).

Commons.wikimedia , “ File: Ozone- 1,3 dipole.png [online]”, (20 Mart 2016), <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ozone-1,3-dipole.png> (2014).

Cooper, S., “Carpets are they bad for your health?”, *Nutrition & Food Science*, 31(3), 1-3, ( 2001).

Corradini E, De Morais LC, De Rosa MF, Mazzetto SE, Mattoso LH, Agnelli JA “A preliminary study for the use of natural fibers as reinforcement in starch-gluten-glycerolmatrix”, *Macromolecular Symposia*, 245-246(1), 558-564. (2008).

Çoban, S., *Genel Tekstil Terbiye ve Bitim İşlemleri*, İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma- Uygulama Merkezi Yayını, (1999).

Das, S., “Fabrication and characterization of raw and bleached treatment coir fiber Reinforced polymer composite”, Yüksek lisans, *National Institute of Technology*, Rourkela, (2010-2012).

Defoirdt, N., Biswas, S., Veriese, D.L., Tran, L.Q.N., Acker, V.J., Ahsan, Q., Gorbatiikh, L., Vuure, V.A., Verpoest, I., “Assessment of the tensile properties of coir, bamboo and jute fibre”, *Composites Part A*, 41, 588-595, (2010).

Dezert, M.H., Viallier, P., Wattiez, D., “Continuous control of an enzymatic pretreatment on linen fabric before dyeing”, *Coloration Technology*, 114(10), 283-286, (1998).

Differencebetween, “Difference Between Sulfuric Acid and Sulfurous Acid [online]” (20 Mart 2016), <http://www.differencebetween.com/difference-between-sulfuric-acid-and-vs-sulfurous-acid/>, (2016).

Dir.indiamart.com, “Coir Rope From India [online]”, (20 Mart 2016)(<http://dir.indiamart.com/impcat/coir-rope.html>, (2016).

Dönmez , P., Özek, Z., Kanık, M., “ Mikrodalga Teknolojisinin Pigment Baskı İşlemlerinde Kullanılması”, TÜBİTAK Projesi, Bursa, (1995).

Dr. Petry, Perizym AFW, Teknik bilgi formu, (2016).

Dr.Petry, Perizym 69, Teknik bilgi formu, (2014).

Duran, K., *Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma*, İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma- Uygulama Merkezi Yayını, (2001).

Duran, K.,Özdemir, D., Namlıgöz, E. S., “İpek Liflerindeki Serisinin Enzimatik Olarak Uzaklaştırılması”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 3, (2007).

Duran, N., Duran, M., “Enzyme applications in the textile industry”, *Coloration Technology*, 30(1), 41-44, (2000).

DyStar, Lava Cell BFX conc, Teknik bilgi formu, (2006).

Eklahare S.R., “Eco-Friendly Chemical Processing of Textiles & Environmental Management [online]”, 30 Mart 2016, <http://www.sulphurdyes.com/knowledgewall.html>, (2016).

Elsasser, V.H., *Textiles*, New York: Fairchild, (2005).

En.wikipedia, “Laccase [online]”, (20 Mart 2016), <https://en.wikipedia.org/wiki/Laccase>(2015).

En.wikipedia, “Sodium borohydride [online]”, (20 Mart 2016), [https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_borohydride](https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_borohydride), (2016<sup>b</sup>).

En.wikipedia, “Sodium dithionite [online]” (20 Mart 2016), [https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_dithionite](https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_dithionite), (2016<sup>c</sup>).

En.wikipedia, “Sodium percarbonate [online]”, (20 Mart 2016), [https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_percarbonate](https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_percarbonate), (2016<sup>d</sup>).

En.wikipedia, “Coir [online]”, (19 Ağustos 2014) <http://en.wikipedia.org/wiki/Coir>, (2014).

En.wikipedia.org, “Sodium pyrosulfate [online]”, (20 Mart 2016), [https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium\\_pyrosulfate](https://en.wikipedia.org/wiki/Sodium_pyrosulfate), (2016<sup>a</sup>).

Eren, H.A., Anış, P., Yılmaz, D., Kirişçi, Ş., İnkaya, T., “ Pamuğun ağartılmasında lakkaz, ozon ve hidrojen peroksitin kombine kullanımı”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4, 299- 303, (2009).

Erowid, “The Peracid Oxidation of Isosafrole: A Review [online]”, (20 Mart 2016), <https://www.erowid.org/archive/rhodium/chemistry/peracid.html> (2005).

Exportersindia.com, “Viet Delta Industrial Co. Ltd [online]”, (20 Mart 2016), <http://www.exportersindia.com/viet-delta-industrial-co-ltd2865897/products.htm>, (2014 ).

Fernandez, J.E., “Flax fiber reinforced concrete - A natural fiber biocomposite for sustainable building materials”, *High Performance Structures and Composites*, CA Brebbia and WP de Wilde (editors), 59, 193-207, (2002).



Fidelis, M.E.A., Pereira, T.V.C., Gomes, O.F.M., Silva, F.A., Filho, R.D.T., “The effect of fiber morphology on the tensile strength of natural fibers”, *Journal of Materials Research and Technology*, 2(2), 149-157, (2013).

Freshops.com, “String your hop vines easily [online]”, (20 Mart 2016), <http://freshops.com/shop/merchandise/accessories/hop-twine-coir-yarn/>, (2016).

Fyeahchemistry.tumblr , “Hydrogen peroxide, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> [online]”, (20 Mart 2016), <http://fyeahchemistry.tumblr.com/post/527413985/hydrogen-peroxide-h2o2-besides-being> (2010).

Gabriel, D., Maestre, J.P., Martin, L., Gamisans, X., Lafuente, J., “ Characterisation and performance of coconut fibre as packing material in the removal of ammonia in gas-phase biofilters”, *Biosystems Engineering*, 97, 481-490, (2007).

Goudarzi, G., Sepehrizadeh, Z., Tabatabaei Yazdi M, Jamshidiha, M., “Comparison of Surface Modification of Wool Fibres Using Pronase, Trypsin, Papain and Pepsin”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 16(3), 90-92, (2008).

Gu, H., “Tensile behaviours of the coir fibre and related composites after NaOH treatment”, *Materials and Design*, 30, 3931–3934, (2009).

Gulrajani, M.L., Gupta, D., Gupta, P., “Application of natural dyes on bleached coir yarn”, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 28, 466-470, (2003).

Gürsoy, N.Ç., Hauser, P., “Yeni Katyonik Ağartma Aktivatörleri Kullanılarak Ağartılmış Pamuklu Örme Kumaşların Boyama Özelliklerinin İncelenmesi”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2, 155-161, (2010).

Harper, H., *Introduction To Textile Chemistry*, London: Macmillan, (1921).

Hebeish, A., Hashem, M., Shaker, N., Ramadan, M., El-Sadek, B., Hady, M.A., “New development for combined bioscouring and bleaching of cotton-based fabrics”, *Carbohydrate Polymers*, 78, 961–972, (2009).

Hebeish, A., Sharaf, S., Abd El-Hady, M.M., “Ultrasound aided KMnO<sub>4</sub>-acid systems for bleaching linen fabric”, *Carbohydrate Polymers*, 83, 1370–1376, (2011).

Helpgrowlanka, “The coconut tree [online]”, (19 Ağustos 2015), [http://www.helpgrowlanka.com/coconut\\_tree.html](http://www.helpgrowlanka.com/coconut_tree.html), (2016).

Hemsri, S., Grieco, K., Asandei, A.D., Parnas, R.S., “Wheat gluten composites reinforced with coconut fiber”, *Composites: Part A*, 43, 1160–1168, (2012).

Hickman, W.S., “Peracetic acid and its use in fibre bleaching”, *Coloration Technology*, 32(1), 13-27, (2002).

Hou, A., Zhang, X., Zhou, Y., “Low temperature bleaching of cellulose fabric with (N-[4-triethylammoniomethyl]-benzoyl) caprolactam chloride as novel cationic activator for H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bleaching”, *Carbohydrate Polymers*, 82, 618–622, (2010).

Houck, M.M., *Identification of Textile Fibers*, Cambridge: Woodhead Publishing, (2009).

Houck, M.M., *Identification of Textile Fibers*, Oxford : Woodhead Publishing Series in Textiles, (2009).

Huang, G., Wang, J., Dong, F., Jia, Y., “Application of activators for hydrogen peroxide bleaching at low temperature”, *2nd International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT)*, Paris, 1550-1553, (2012).

Huang, L.K., Sun, G., “Durable and Oxygen Bleach Rechargeable Antimicrobial Cellulose: Sodium Perborate as an Activating and Recharging Agent”, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 42 (22), 5417–5422, (2003).

Hudson, P.B., Clapp, A.C. and Kness, D., *Joseph’s Introductory Textile Science*, New York: Harcourt Brace Jovanovich College, (1992).

Ibrahim, N.A., El-Hossamy, M., Hashem, M.M., Refai, R., Eid, B.M., “Novel pre-treatment processes to promote linen-containing fabrics properties”, *Carbohydrate Polymers*, 74, 880–891, (2008).

Ichemistry.cn ,” [online]”, (20 Mart 2016), <http://www.ichemistry.cn/cas/NaBO2>, (2016).

Issuu., “ Problem Solving at Various Stages in The Dyeing of Cotton Textile Materials [online]”, (19 Ağustos 2015), <https://issuu.com/ganari/docs/7-13ncm-z/57>, (2013).

İnkaya, T., Eren H.A., Anış, P., “Pamuk Ağartılmasında Lakkaz/Mediatör Sistemlerinin Oksijen ve Ozon ile Kombine Edilmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1), 77-82, (2008).

Jbcnaturals.com, “Soil bags [online]”, (20 Mart 2016), [http://www.jbcnaturals.com/erosion/soil\\_bags.html](http://www.jbcnaturals.com/erosion/soil_bags.html), (2016).

John, J.M., Thomas, S., “Biofibres and biocomposites”, *Carbohydrate Polymers*, 71, 343-364, (2008).

Joseph, M.L., *Textile Science*, New York: Holt Rinehart and Winston, (1977).

Jústiz-Smith, N.G., Virgo, G. J., Buchanan V.E., “Potential of Jamaican banana, coconut coir and bagasse fibres as composite materials”, *Materials Characterization*, 59, 1273-1278, (2008).

Kadokawa, J., *Ionic Liquids-New Aspects for the Future*, Intech, (2013).

Kalantzi, S., Mamma, D., Christakopoulos, P., Kekos, D., “Effect of pectate lyase bioscouring on physical, chemical and low-stress mechanical properties of cotton fabrics”, *Bioresource Technology*, 99, 8185–8192, (2008).

Kalia, S., and Avérous, L., *Biopolymers: Biomédical and Environmental Applications*, Salem: Wiley & Sons, Inc, (2011).

Karmakar, S.R., *Chemical Technology In The Pre-Treatment Processes of Textiles*, Vol 12, Amsterdam: Elsevier, (1999).

Kodama, Y. and Giovedi, C., Ionizing Radiation Effect on Morphology of PLLA: PCL Blends and on Their Composite with Coconut Fiber, Scanning Electron Microscopy, Dr. Viacheslav Kazmiruk (Ed.), InTech, Erişim: <http://www.intechopen.com/books/scanning-electronmicroscopy/ionizing-radiation-effect-on-the-morphology-of-llla-pcl-blends-and-on-their-composite-withcoconut-f>, (2016).

Križman, P., Kovac, F., Tavcer P.F., “ Bleaching of cotton fabric with peracetic acid in the presence of different activators”, *Coloration Technology*, 121, 304-309, (2005).

Kumar, S.M.S., Duraibabu, D., Subramanian, K., “Studies on mechanical, thermal and dynamic mechanical properties of untreated (raw) and treated coconut sheath fiber reinforced epoxy composites”, *Materials and Design*, 59, 63–69, (2014).

Kumbasar, P.A., Körlü, A.E., Can, C., “The effects of activator on whiteness and hydrophilicity during the hydrogen peroxide bleaching”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 1, 50-57, (2011).

- Lacasse, K., Baumann, W., *Textile Chemicals*, Berlin: Springer-Verlag, (2004).
- Lewin, M., *Handbook of fiber chemistry*, Boca Raton: CRC Press, (2007).
- Li Dong & Lei Xu, “Enzymatic Process for The Wool Fabric Anti-felting Finishing”, *Modern Applied Science*, 2(3),91-93, (2008).
- Li, Y., Hardin, I.R., “Enzymatic Scouring of Cotton: Effects on Structure and Properties”, *Textile Chemist and Colorist*, 29(8), 71-76, (1997).
- Li, Z., Wang, L., Wang, X. “Cement composites reinforced with surface modified coir fibers”, *Journal of Composite Materials*, 41(12), 1445-1457, (2007).
- Liu, Z. and Fei, B. Characteristics of Moso Bamboo with Chemical Pretreatment, Sustainable Degradation of Lignocellulosic Biomass - Techniques, Applications and Commercialization, (2013)
- Madehow, “Coir [online]”, (19 Augustos 2015), <http://www.madehow.com/Volume-6/Coir.html>, (2015).
- Mather, R.R. and Wardman, R.H., *The Chemistry of Textile Fibres*, Cambridge: RSC, (2011).
- Mechengg.net, “Hydraulic operated coconut dehusking machines report-mechanical projects [online]”, (20 Mart 2016), <http://www.mechengg.net/2015/05/hydraulic-operated-coconut-dehusking.html>, (2016).
- Miles, L.W.C., *Textile Printing*, West Yorkshire: Dyers Company Publications Trust, (1981).
- Miraftab, M., and Horrocks, A.R., *Ecotextiles The way forward for sustainable development in textiles*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2007).
- Monteiro, S.N, Terrones, L.A.H, D’Almeida, J.R.M., “Mechanical performance of coir fiber/polyester composites”, *Polymer Testing*, 27, 591– 595, (2008).
- Mortazavi, S.M., Ziaie, A., Khayamian, T., “Evaluating Simultaneous Desizing and Bleaching of Greige Cotton Fabric using KMnO<sub>4</sub>”, *Textile Research Journal*, 78(6), 497–501, (2008).

- Muensri, P., Kunanopparat, T., Menut, P., Siriwattanayotin, S., “Effect of lignin removal on the properties of coconut coir fiber/wheat gluten biocomposite”, *Composites: Part A*, 42, 173–179, (2011).
- Mukkulath, G., Thampi S.G., “ Biodegradation of Coir Geotextiles Attached Media in Aerobic Biological Wastewater Treatment”, *Journal of Bioremediation & Biodegradation*, 3(11), 1-4, (2012).
- Mulinari, D.R., Baptista, C.A.R.P., Souza, J. V. C., Voorwald, H.J.C., “Mechanical properties of coconut fibers reinforced polyester composites”, *Procedia Engineering*, 10, 2074–2079, (2011).
- Munawar, S.S., Umemura, K., Kawai, S., “Characterization of the morphological, physical, and mechanical properties of seven nonwood plant fiber bundles”, *Journal of Wood Science*, 53(2), 108-113, (2007).
- Narendar, R., Dasan K.P., “Chemical treatments of coir pith: Morphology, chemical composition, thermal and water retention behavior”, *Composites: Part B*, 56, 770–779, (2014).
- Naturesfootprint.com, “coconut-coir-bricks [online]”, (19 Ağustos 2015), <http://www.naturesfootprint.com/coconut-coir-bricks>, (2015).
- Novozymes, Savinase 16 L, Teknik bilgi formu, (2016<sup>a</sup>).
- Novozymes, Alcalase 2.5 L, Teknik bilgi formu, (2016<sup>b</sup>).
- Omonen, A.M., *Industrial Enzymes*, Aachen: Springer, (2007).
- Ossola, M., Galante, Y.M., “Scouring of flax rove with the aid of enzymes”, *Enzyme and Microbial Technology*, 34, 177–186, (2004).
- Özcan, Y., *Tekstil Lif ve Boyama Tekniği*, İstanbul: Fatih Yayınevi (1978).
- Özerdem, A., Tarakçıoğlu, I., Özgüney, A., “Mikrodalga enerjisinin reaktif baskılı pamuklu kumaşların fiksajında kullanılabilirliği”, *Tekstil ve Konfeksiyon*, 4, 289-296, (2008).
- Paramasivam, P., Nathan, G.K., Das Gupta, N.C., “Coconut fibre reinforced corrugated slabs” *International Journal of Cement Composites Lightweight Concrete*, 6(1), 19-27, (1984).

Pereira, L., Bastos, C., Tzanov, T., Cavaco-Paulo, A., Guebitz, G.M., “Environmentally friendly bleaching of cotton using laccases”, *Environ Chem Lett*, 3, 66–69, (2005).

Perkins, W.S., “Advances made in bleaching practice”, *Dyeing And Finishing*, 92-94, (1996).

Pesman, E., Kalyoncu, E.E., Kirci, H., “Sodium perborate usage instead of hydrogen peroxide for the reinforcement of oxygen delignification”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 18, No. 6 (83), 106-109, (2010).

Polat, S., “Kationik Ağartma Aktivatörü Kullanarak Hidrojen Peroksit Ağartmasının Pamuklu Örme kumaşlar İçin Optimize Edilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2013).

Poot, A.A.H., “Chemical bleaching of ancient textiles”, *Conservation of textiles: Contributions to the 1964 IIC Congress*, Delft, 53-64, (1965).

Prabaharan, M., Almeida, L., “Process optimization in tetraacetyl ethylenediamine activated sodium perborate bleaching of cotton”, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 29, 343-349, (2004).

Presa, P., Tavcer P.F., “Bioscouring and bleaching of cotton with pectinase enzyme and peracetic acid in one bath”, *Coloration Technology*, 124, 36-42, (2008).

Preša, P., Tavcer, P.F., “Low Water and Energy Saving Process for Cotton Pretreatment”, *Textile Research Journal*, 79(1), 76–88, (2008).

Prochimica, Novazime T-DP Super 1, Teknik bilgi formu, (2006).

Rahman, M.M., Khan, M.A., “Surface treatment of coir (*Cocos nucifera*) fibers and its influence on the fibers’ physico-mechanical properties”, *Composites Science and Technology*, 67, 2369–2376, (2007).

Ramakrishna, G., Sundararajan, T., “Impact strength of a few natural fibre reinforced cement mortar slabs: A comparative study”, *Cement and Concrete Composites*, 27(5), 547-553, (2005<sup>b</sup>).

Ramakrishna, G., Sundararajan, T., “Studies on the durability of natural fibres and the effect of corroded fibres on the strength of mortar”, *Cement & Concrete Composites*, 27(5), 575-582, (2005<sup>a</sup>).

- Ramírez, M.G.L., Muniz, G.I.B., Satyanarayana, K.G., Tanobe, V., Iwakiri, S., “Preparation and characterization of biodegradable composites based on brazilian cassava starch, corn starch and green coconut fibers”, *Revista Materia*, 15(2), 330-337, (2010).
- Rao, K.M.M., Rao, K.M., “Extraction and tensile properties of natural fibers: Vakka, date and bamboo”, *Composite Structures*, 77(3), 288-295, (2007).
- Ravindranath, A.D., Sarma, U.S., “Economical and ecofriendly wet processing of coir using "trametes versicolor" and coirret”, *Central Coir Research Institute*, (2014).
- Reis, J.M.L., “Fracture and flexural characterization of natural fiber-reinforced polymer concrete”, *Construction and Building Materials*, 20(9), 673-678, (2006).
- Reyes, C., “automated coconut dehusker machine [online]”,(20 Mart 2016) <https://www.youtube.com/watch?v=nfCWzXYajWM> (3 Nisan 2013).
- Rosa M.F., Chiou B., Medeiros E.S., Wood D.F., Williams T.G., Mattoso L.H.C., Orts W.J., Imam S.H., “Effect of fiber treatments on tensile and thermal properties of starch/ethylene vinyl alcohol copolymers/coir biocomposites”, *Bioresource Technology*, 100, 5196–5202, (2009).
- Rosa, M.F., Medeiros, E.S., Malmonge, J.A., Gregorski, K.S., Wood, D.F., Mattoso, L.H.C., Glenn, G., Orts, W.J., Imam, S.H., “Cellulose nanowhiskers from coconut husk fibers: Effect of preparation conditions on their thermal and morphological behavior”, *Carbohydrate Polymers*, 81, 83–92, (2010).
- Rouette, H.K., *Encyclopedia of Textile Finishing*, Aachen: Springer, (2000).
- Rsc , “Bleaches (1 of 2) [online]”, (20 Mart 2016), <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resources/chemistry-in-your-cupboard/finish/9>, (2016).
- Rudolf Duraner, Rucolase PTZ, Teknik bilgi formu, (2013).
- Rudolf Duraner, Rucolase TDE, Teknik bilgi formu, (2014).
- Sancar, B., Paksoy, N., Balcı, O., Kurtoğlu, N., “ Pamuklu Dokuma Kumaşların Boyamaya Hazırlık İşlemlerinde Enzim kullanım Olanaklarının İncelenmesi ve Kombine Proses Geliştirilmesi”, *Tekstil ve Mühendis*, 19(86), 7-13, (2012).
- Santhrasegaram, K., “Dry dust from coconut fibre mills. A useful soil ameliorant”, *Ceylon Cocon. Quart*, 16, 85-98, (1965).

Satyanarayana, K.G., Arizaga, G.G.C., Wypych, F., “Biodegradable composites based on lignocellulosic fibers- An overview”, *Progress in Polymer Science*, 34, 982-1021, (2009).

Satyanarayana, K.G., Guimaraes, J.L., Wypych, F., “Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications”, *Composites: Part A: Applied Science and Manufacturing*, 38, 1694–1709, (2007).

Satyanarayana, K.G., Sukumaran, K., Mukherjee, P.S., Pavithran, C., Pillai, S.G.K., “Natural fibre-polymercomposites”, *Cement & Concrete Composites*, 12(2), 117-136, (1990).

Saw, S.K., Sarkhel, G., Choudhury, A., “Surface modification of coir fibre involving oxidation of lignins followed by reaction with furfuryl alcohol: Characterization and stability”, *Applied Surface Science*, 257, 3763–3769, (2011).

Sbskimya, “Sodyum bisülfid [online]”, (20 Mart 2016), <http://sbskimya.com/urunler/sodyum-bisulfid.html>, (2016).

Shafie, A.E., Fouda, M.M.G., Hashem, M., “One-step process for bio-scouring and peracetic acid bleaching of cotton fabric”, *Carbohydrate Polymers*, 78, 302–308, (2009).

Silva, G.G., De Souza, D.A., Machado, J.C., Hourston D.J., “Mechanical and thermal characterization of native Brazilian coir fiber”, *Journal of Applied Polymer Science*, 76, 1197–1206, (2000).

Slade, P.E., *Handbook of Fiber Finish Technology*, Florida: Marcel Dekker, (1998).

Smole, M. S. Hribernik S., Kleinschek K. S. and Kreže T., *Advances in Agrophysical Research Plant Fibres for Textile and Technical Applications*, Intech, (2013)

Smulders, E., *Laundry Detergents*, Weinheim: Wiley-VCH, (2002)

Soa.utexas.edu, “Cocoa Fiber Insulation [online]”, (20 Mart 2016), <https://soa.utexas.edu/headlines/cocoa-fiber-insulation>, (2016).

Sójka-Ledakowicz, J., Lichawska-Olczyk, J., Ledakowicz, S., Michniewicz, A., “Bio-scouring of Linen Fabrics with Laccase Complex from *Cerrena unicolor*”, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, 15, No. 4 (63), 86-89, ( 2007).



Steiner, N., “Evaluation of Peracetic Acid as an Environmentally Safe Alternative for Hypochlorite”, *Textile Chemist & Colorist*, 27(8), 29-32, (1995).

Study, “Sodium Hypochlorite: Structure, Uses & Formula [online]”, (2016), <http://study.com/academy/lesson/sodium-hypochlorite-structure-uses-formula.html>, (2016).

Sundara, R., “Hot peroxide bleaching”, *Canadian Chemical News*, 50 (1), 15-17, (1998).

Sweetdomesticity.com, “Sustainable Seed Starting: Using Coconut Coir Instead of Peat [online]”, (20 Mart 2016), <http://sweetdomesticity.com/2014/03/11/sustainable-seed-starting-using-coconut-coir-instead-of-peat/>, (2014).

Tanatex, Tana-ZYM CS, Teknik bilgi formu, (2012<sup>a</sup>).

Tanatex, Tana-ZYM NCP, Teknik bilgi formu, (2012<sup>b</sup>).

Tarakçıoğlu, I., *Kimyasal Tekstil Muayeneleri*, İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları, (1982).

Tarakçıoğlu, I., *Tekstil Terbiyesi İşletmelerinde Enerji Tüketimi ve Tasarrufu*, Bursa: Uludağ Üniversitesi Basımevi, (1984).

Tarakçıoğlu, I., *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları*, Cilt 1, İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil Fakültesi Yayınları No:2, (1979).

Tarakçıoğlu, I., *Tekstil Terbiyesi ve Makinaları*, İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma- Uygulama Merkezi Yayını, (1996).

Tarakçıoğlu, I., *Tekstil Terbiyesinde Aplikasyon Yöntem ve Makinaları*, İzmir: Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma- Uygulama Merkezi Yayını, (2000).

Tavcer, P.F., “Impregnation and Exhaustion Bleaching of Cotton with Peracetic Acid”, *Textile Research Journal*, 80(1), 3–11, (2010).

Textilelearner.blogspot, “Bleaching of cotton fiber fabric with hydrogenperoxide [online]”, (19 Ağustos 2015), <http://textilelearner.blogspot.com.tr/2012/12/bleaching-of-cotton-fiberfabric-with.html>,(2012).

Toledo, F.R.D., Ghavami, K., Sanjuan, M.A., England, G.L., “Free, restrained and drying shrinkage of cement mortar composites reinforced with vegetable fibres” *Cement and Concrete Composites*, 27(5), 537-546, (2005).

Tomasino, C., *Chemistry & Technology of Fabric Preparation & Finishing*, North Carolina: North Carolina State University, (1992).

Tr.swewe, “[online]” (20 Mart 2016)  
[http://tr.swewe.org/word\\_list.htm/?class\\_162\\_257&Kimyasal\\_ad%C4%B1](http://tr.swewe.org/word_list.htm/?class_162_257&Kimyasal_ad%C4%B1), (2016)

Tr.wikipedia, “Selüloz [online]”, (20 Mart 2016),  
<https://tr.wikipedia.org/wiki/Sel%C3%BClaz>, (2016)

Tr.wikipedia, “Hindistan cevizi [online]”, (20 Mart 2016),  
[https://tr.wikipedia.org/wiki/Hindistan\\_cevizi](https://tr.wikipedia.org/wiki/Hindistan_cevizi), (2014<sup>a</sup>)

Tr.wikipedia, “Proteaz [online]”, (20 Mart 2016),  
<https://tr.wikipedia.org/wiki/Proteaz>, (2015<sup>b</sup>)

Tr.wikipedia, “Pektin [online]”, (20 Mart 2016), <https://tr.wikipedia.org/wiki/Pektin> (2014<sup>b</sup>).

Trotman, E.R., *Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibres*, London: Charles Griffin, (1970).

Turkcebilgi, “Glikoz nedir? [online]”, (20 Mart 2016),  
<http://www.turkcebilgi.com/glikoz>, (2016).

Turkish.alibaba, “perasetik asit [online]”, (20 Mart 2016),  
<http://turkish.alibaba.com/product-free/peracetic-acid-144336661.html>, (2016).

Tzanov, T., Basto, C., Gubitz, G.M., Cavaco-Paulo, A., “Laccases to Improve the Whiteness in a Conventional Bleaching of Cotton”, *Macromolecular Materials and Engineering*, 288 (10), 807–810, (2003).

Tzanov, T., Calafell, M., Guebitz, G.M., Cavaco-Paulo, A., “Bio-preparation of cotton fabrics”, *Enzyme and Microbial Technology*, 29, 357–362, (2001).

Upholsteredfurniture, “The gren sofa- When what is old is new again [online]”,  
[http://upholsteredfurniture.blogspot.com.tr/2007\\_08\\_01\\_archive.html](http://upholsteredfurniture.blogspot.com.tr/2007_08_01_archive.html), (2007).

Usesofcoconut.com, “Top Benefits and uses of coconut coir [online]”, (20 Mart 2016), <http://www.usesofcoconut.com/benefits-and-uses-of-coconut-coir/>, (2016).

Usluoglu, A., Arabaci, G., “Bleaching of Cotton/polyamide fabrics with enzymes and peracetic acid”, *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, 9, 364–367, (2014).

Van Dam, J.E.G., “Improvement of drying, softening, bleaching and dyeing coir fibre/yarn and printing coir floor coverings”, *Technical Paper*, No. 6, 1-51, (2002).

Van Dam, J.E.G., Van Den Oever, M.J.A., Teunissen, W., Keijsers, E.R.P., Peralta A.G., “Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk Part 1: Lignin as intrinsic thermosetting binder resin”, *Industrial Crops and Products*, 19, 207–216, (2004).

Vasconcelos, A., Silva C.J.S.M., Schroeder, M., Guebitz, G.M., Cavaco-Paulo, A., “Detergent formulations for wool domestic washings containing immobilized enzymes”, *Biotechnol Lett*, 28, 725-731, (2006).

Wang, Y., *Recycling in textiles*, Cambridge: Woodhead Publishing, (2006).

Wei, W., Gu, H., “Characterisation and utilization of natural coconut fibres composites”, *Materials and Design*, 30, 2741-2744, (2009).

Wikipedia , “Kükürt dioksit [online]”, (20 Mart 2016), [https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCK%C3%BCrt\\_dioksit](https://tr.wikipedia.org/wiki/K%C3%BCK%C3%BCrt_dioksit) , (2015<sup>a</sup>).

Wikipedia , “Calcium hypochlorite [online]”, (20 Mart 2016), [https://en.wikipedia.org/wiki/Calcium\\_hypochlorite](https://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_hypochlorite), (2016).

Xu, C., *The Chemistry and Perception of Fluorescent White Materials*, Charleston SC: Proquest, (2012).

Xu, C., Hinks, D., El-Shafei, A., Hauser, P., Li, M., Anken, M., Lee, K., “Review of Bleach Activators for Environmentally Efficient Bleaching of Textiles”, *Journal of Fiber Bioengineering & Informatics*, 4(3), 209-219, (2011).

Yakartepe, M., Yakartepe, Z., *Tekstil Terbiye Teknolojisi*, Cilt 1, İstanbul: Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi (1995).

Yakartepe, M., Yakartepe, Z., *Tekstil Terbiye Teknolojisi*, Cilt 4, İstanbul: Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi (1995).

Yazıcıoğlu, G., *Pamuk ve Diğer bitkisel Lifler*, İzmir: D.E.Ü Mühendislik fakültesi Basım Ünitesi, (1999).

Yılmaz, D., Kanık M., “ Bleaching of wool with sodium borohydride”, *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*, 4(3), 45-50, (2009).

Youtube, “Coconut Extract Machine [online]”, (20 Mart 2016), [https://www.youtube.com/watch?v=wo\\_Giz68fNM](https://www.youtube.com/watch?v=wo_Giz68fNM), (13 Mart 2007).

Youtube, “Coconut Fiber Extracting Machine [online]”, (20 Mart 2016), [https://www.youtube.com/watch?v=wo\\_Giz68fNM](https://www.youtube.com/watch?v=wo_Giz68fNM), (6 Temmuz 2012).

Zille, A., “Laccase Reactions for Textile Applications”, Phd Thesis, *Universidade do Minho*, Braga, (2005).

## 8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Melek ARPACI GÜNDOĞAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Denizli/10.05.1982

Lisans Üniversite : Marmara Üniversitesi

Y. Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : marpaci@pau.edu.tr

**Yayın Listesi** :

• Utkun E., Gündoğan M.A., “Buldan Dokumalarının Kullanım Alanının Arttırılmasına Yönelik Bir Uygulama Çalışması”, *Elektronik Meslek Yüksekokulları Dergisi*, Cilt. 4, Sayı. 4, 73-78. , (2014).

**Konferans Listesi** :

• Keskin N., Turgut E.İ., Terzi A., Arpacı M., “Denizli İli Kızılcabölük Beldesinde Bulunan Dokuma Alanında Faaliyet Gösteren İşyerlerinin Satışlarında E-Ticaret Uygulamalarına Yönelik Bir Alan Araştırması”, Kızılcabölük Geleneksel Dokumalar Sempozyumu, 28-30 Mayıs 2008, (Denizli, Türkiye)

• Arpacı M., Utkun E., “Yöresel Buldan Kumaşlarının Geçmişteki ve Günümüzdeki Kullanım Alanlarının Karşılaştırılması”, Uluslararası Katılımlı Güzel Sanatlar ve Tasarım Sempozyumu (İmece 2009), 18-24 Ekim 2009, (Eskişehir, Türkiye)

• Keskin N., Gündoğan M.A., Öztürk Ö., “Buldan Dokumacılığının Tarihsel Süreç İçerisinde Ülkemizdeki Yeri”, MYO-ÖS 2010- Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu, , 21-22 Ekim 2010, (Düzce, Türkiye)

• Gündoğan M.A., Gündoğan A., Ünker E., “Tekstil Terbiye Sektöründe Yalın Üretim Yöntemi İle Geleneksel Üretim Yönteminin Karşılaştırılması”, MYO-ÖS 2010- Ulusal Meslek Yüksekokulları Öğrenci Sempozyumu, 21-22 Ekim 2010, (Düzce, Türkiye)

• Utkun E., Gündoğan M.A., Gündoğan A., “Konfeksiyon Eğitimine Yönelik Örneğ Bir Ergonomik Atölye Modelinin Tasarlanması”, 19. Ulusal Ergonomi Kongresi, Balıkesir Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü & Türk Ergonomi Derneği, 27-29 Eylül 2013, (Balıkesir, Türkiye)

• Gundogan M, Avinc O.O, Yavas A, “Sodiumchlorite Bleaching of Coir Fiber”, Textile Science & Economy VII, 7<sup>th</sup> International Scientific-Professional Conference, 2015, (Zrenjanin, Serbia).

• Gundogan M, Avinc O.O, Yavas A, “Hydrogenperoxide Bleaching of Coir Fiber”, 7<sup>TH</sup> TexTeh International Conference Bucharest, 2015, (Bucharest, Romania).

• Gundogan M, Avinc O.O, Yavas A, “Coconut Charcoal/Carbon Fiber”, Textile Science and Economy VIII, 8<sup>th</sup> International Scientific-Professional Conference, May 16-19<sup>st</sup> 2016, (Zrenjanin, Serbia).

• Gundogan M, Avinc O.O, Yavas A, “Oxidative Bleaching of Coconut Charcoal Polyester Fiber”, Textile Science and Economy VIII, 8<sup>th</sup> International Scientific-Professional Conference, May 16-19<sup>st</sup> 2016, (Zrenjanin, Serbia).

