

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

ANANAS LİFLERİNİN ÖN TERBİYESİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ECE KALAYCI

DENİZLİ, OCAK - 2017

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



ANANAS LİFLERİNİN ÖN TERBİYESİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ECE KALAYCI

DENİZLİ, OCAK - 2017

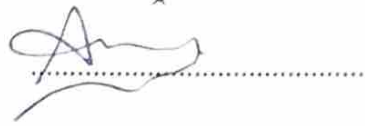
KABUL VE ONAY SAYFASI

ECE KALAYCI tarafından hazırlanan "ANANAS LİFLERİNİN ÖN TERBİYESİNİN ARAŞTIRILMASI" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 06.01.2017 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. Osman Ozan AVINÇ



Üye
Doç. Dr. Arzu YAVAŞ
Pamukkale Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Arif Taner ÖZGÜNEY
Ege Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ~~11.01.2017~~ tarih ve ~~02/13~~ sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

**Bu tez çalışması Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri
Komitesi tarafından 2015-FB020 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.



ECE KALAYCI

ÖZET

ECE KALAYCI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ECE KALAYCI
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. O. OZAN AVİNÇ)

DENİZLİ, OCAK - 2017

Ananas lifleri, ananas bitkisi yapraklarından elde edilen lignoselülozik bir doğal lif türüdür. Bu çalışmada ananas lifli tekstil yüzeylerinin optimum ağartma koşullarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla %100 ananas lifli dokuma kumaşlar yükseltgen (hidrojen peroksit, perasetik asit, sodyum perkarbonat, sodyum perborat, potasyum permanganat) ve indirgen ağartma maddeleri (tiyoüre dioksit) ile çektirme yöntemine göre işleme tabii tutulmuştur. Ayrıca, ağartma kimyasallarına ilaveten aktivatör ve enzimlerin kullanımının ağartma işlemlerinin performansına etkisi incelenmiştir.

Tüm ağartma işlemleri sonrasında, ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık ve sarılık dereceleri değerlendirilmiş, uygun görülen kimyasal konsantrasyonlarında, mikrodalga enerjisi ve ozon kullanımının ağartma performansına etkileri araştırılmıştır.

Ananas lifli dokuma kumaşların mukavemet özellikleri göz önünde bulundurularak, en iyi beyazlık ve sarılık derecelerinin elde edildiği optimum işlem şartları değerlendirilmiştir. Ayrıca bu işlem şartlarında kumaşların kalınlıkları, sertlikleri, absorpsiyon kapasiteleri, kırışıklık açılma açıları gibi özelliklerindeki ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) incelenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Doğal lifler, Ananas lifleri, Ön terbiye, Ağartma

ABSTRACT

PRE-TREATMENT OF PINEAPPLE FIBERS
MSC THESIS
ECE KALAYCI
PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
TEXTILE ENGINEERING

(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. O. OZAN AVIŒ)

DENİZLİ, JANUARY 2017

Pineapple fiber is a kind of lignocellulosic natural fiber extracted from pineapple plant leaves. In this study, it is aimed to determine the optimum bleaching conditions for textile structures derived from pineapple fibers. For this purpose, woven fabrics with %100 pineapple fibers were processed with oxidative (hydrogen peroxide, peracetic acid, sodium percarbonate, sodium perborate, potassium permanganate) and reductive bleaching (thiourea dioxide) chemicals utilizing exhaustion method. In addition to this, the influence of enzymes and activators on bleaching performance were also studied.

Whiteness degrees and yellowness values of pineapple fabrics are evaluated for all bleaching processes. Microwave bleaching and ozonation were also investigated for pineapple fibers.

The optimum bleaching conditions with the highest whiteness and the lowest yellowness values were determined. Also, some properties such as breaking strength, thickness, stiffness, absorption capacity and chemical oxygen demand (COD) are tested.

KEYWORDS: Natural fibers, Pineapple fibers, Pretreatment, Bleaching

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
TABLO LİSTESİ	x
ÖNSÖZ.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. ANANAS LİFLERİNİN ÜRETİMİ, GENEL ÖZELLİKLERİ VE TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDEKİ YERİ.....	3
2.1 Ananas Bitkisi ve Tarımı.....	3
2.2 Ananas Bitkisi Yapraklarından Ananas Lifi Eldesi.....	5
2.2.1 Biyolojik yöntemler ile eldesi.....	7
2.2.2 Mekanik yöntemler ile eldesi.....	8
2.2.3 Zamk giderme işlemi	10
2.3 Ananas Liflerinin Genel Özellikleri	11
2.3.1 Ananas liflerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri	12
2.4 Ananas Liflerinin Tekstil Endüstrisindeki Kullanım Alanları	16
3. TEKSTİLDE ÖN TERBİYE İŞLEMLERİ	19
3.1 Hidrofilleştirme (Alkali İşlem).....	21
3.2 Ağartma İşlemleri.....	22
3.2.1 Hidrojen peroksit ağartması.....	25
3.2.2 Potasyum permanganat ağartması	26
3.2.3 Perasetik asit ağartması.....	27
3.2.4 Sodyum perkarbonat ağartması	28
3.2.5 Sodyum perborat ağartması	29
3.2.6 Tiyoüre dioksit (TUDO) ağartması.....	30
3.2.7 Aktivatörlerin kullanımı ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri... 30	
3.2.8 Ön terbiye işlemlerinde enzimlerin kullanımı	32
3.2.8.1 Selülaz	34
3.2.8.2 Pektinaz	35
3.2.8.3 Lakkaz	38
3.3 Ön Terbiye İşlemlerinde Kullanılan Yeni Teknoloji Yöntemler	39
3.3.1 Ön terbiye işlemlerinde mikrodalga enerjisi kullanımı	39
3.3.2 Ön terbiye işlemlerinde ozon (O ₃) kullanımı.....	40
3.4 Ön Terbiye İşlemlerinde Optik Beyazlatıcı Kullanımı	41
3.5 Ananas Liflerine Uygulanan Ön Terbiye İşlemleri	42
4. MATERYAL VE METOD	44
4.1 Materyal.....	44
4.1.1 Ön terbiye işlemi uygulanan materyal	44
4.1.2 Çalışmada kullanılan kimyasal ve yardımcı maddeler	45
4.2 Metod.....	45
4.2.1 Uygulanan işlem adımları	45
4.2.1.1 Alkali işlem (Hidrofilleştirme).....	45
4.2.1.2 Çektirme yöntemine göre gerçekleştirilen ağartma işlemleri .46	
4.2.1.2.1 Hidrojen peroksit ağartmasında uygulanan yöntem	46

4.2.1.2.2	Perasetik asit ağartmasında uygulanan yöntem	47
4.2.1.2.3	Potasyum permanganat ağartmasında uygulanan yöntem	47
4.2.1.2.4	Sodyum perborat ağartmasında uygulanan yöntem.....	47
4.2.1.2.5	Sodyum perkarbonat ağartmasında uygulanan yöntem....	47
4.2.1.2.6	Aktivatörler ile işlemlerde uygulanan yöntem.....	48
4.2.1.2.7	Asidik ortamda hidrojen peroksit ağartmasında uygulanan yöntem	49
4.2.1.2.8	Tiyöüre dioksit ağartmasında uygulanan yöntem	50
4.2.1.2.9	Enzimler ile yapılan işlemlerde uygulanan yöntemler	50
4.2.1.3	Mikrodalga enerjisi ardımı ile ağartma işlemleri	51
4.2.1.4	Ozon ile ağartma işlemleri	52
4.2.2	Çalışmada kullanılan cihazlar ve makinalar	52
4.2.2.1	Boyama makinası	52
4.2.2.2	Mikrodalga fırın	53
4.2.2.3	Ozon jeneratörü ve ultrasonik homojenizatör (UH).....	54
4.2.3	Çalışmada uygulanan testler ve yapılan ölçümler	55
4.2.3.1	Renk özelliklerinin (Beyazlık ve Sarılık derecelerinin) değerlendirilmesi.....	55
4.2.3.2	Hidrofilite özelliklerinin değerlendirilmesi.....	56
4.2.3.3	Kumaş kalınlığının tespiti	57
4.2.3.4	Yırtılma mukavemeti testi.....	57
4.2.3.5	Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ).....	58
4.2.3.6	Kırışıklık açılma açısı testi.....	59
4.2.3.7	Sertlik testi	60
5.	BULGULAR	61
5.1	Ananas Lifli Kumaşların Hidrofilleştirme İşlemi (Alkali İşlem).....	61
5.2	Ananas Lifli Kumaşların Yükseltgen Ağartma Maddeleri ile Ağartılması.....	63
5.2.1	Ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ile ağartılması	63
5.2.2	Ananas lifli kumaşların perasetik asit ile ağartılması	70
5.2.3	Ananas lifli kumaşların potasyum permanganat ile ağartılması ..	72
5.2.4	Ananas lifli kumaşların sodyum perborat ile ağartılması	76
5.2.5	Ananas lifli kumaşların sodyum perkarbonat ile ağartılması	78
5.3	Ananas Lifli Kumaşların Aktivatörler ile Ağartılması.....	79
5.3.1	Aktivatör A	79
5.3.2	Aktivatör B	82
5.3.3	Aktivatör C	85
5.3.4	Asidik ortamda hidrojen peroksit ağartması.....	88
5.4	Ananas Lifli Kumaşların İndirgen Madde İle Ağartılması.....	89
5.4.1	Tiyöüre dioksit (TUDO) ağartması.....	89
5.5	Ananas Lifli Kumaşların Enzimler ile Muamelesi	92
5.5.1	Lakkaz enzimi	92
5.5.2	Pektinaz (A) enzimi	94
5.5.3	Pektinaz (B) enzimi	99
5.5.4	Asit selülaz (A) enzimi	103
5.5.5	Asit selülaz (B) enzimi	105
5.5.6	Nötr selülaz enzimi	107
5.6	Ananas Lifli Kumaşların Mikrodalga Enerjisi ile Ağartılması	110
5.7	Ananas Lifli Kumaşların Ozon İle Ağartılması.....	112
5.8	Ananas Lifli Kumaşların Terbiyesinde Optik Madde Kullanımı	117

5.8.1 Mavi nüanslı optik beyazlatıcı ilavesi ile gerçekleştirilen beyazlatma işlemi	117
5.8.1 Kırmızı nüanslı optik beyazlatıcı ilavesi ile gerçekleştirilen beyazlatma işlemi	119
5.9 Ananas Lifli Kumaşların Ağartma İşlemleri Sonrası Absorbsiyon Kapasitesi Değerleri	121
5.10 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Kalınlıkları.....	123
5.1 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Ağırlık Kaybı.....	125
5.2 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Yırtılma Mukavemetleri	127
5.3 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Sertlik Özellikleri	132
5.4 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Kırıklık Açılma Açısı	135
5.5 Ağartma İşlemleri Sonucu Ortaya Çıkan Atık Suların Arıtılması için Gerekli Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)	137
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	140
7. KAYNAKLAR.....	143
8. ÖZGEÇMİŞ	157

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Ananas bitkisinin görünümü.....	5
Şekil 2.2: Ananas yaprağının enine kesit görünümü.....	6
Şekil 2.3: Ananas yaprağı liflerinin üretimi sırasıyla; a) meyve vermiş ananas bitkisi, b) ananas bitkisi yaprakları, c) ananas yaprakları içerisinde buluna lifler, d) ananas lifleri	7
Şekil 2.4: Ananas liflerinin SEM görüntüleri a) elle çıkartılan ananas liflerinin SEM görüntüsü, b) dekortikatör kullanılarak çıkartılan ananas liflerinin SEM görüntüsü.....	9
Şekil 2.5: Ananas liflerinin mekanik yöntemler ile elde edilmesi; a) elle porselen tabak kullanımı ile ayrılma işlemi, b)elle ayrılan lifler, c-d) dekortikatör kullanımı ile liflerin yapraktan ayrılması, e) dekortikatör ile yapraktan ayrılmış lifler ..	10
Şekil 2.6: Ananas lifleri ve benzer özelliklerde bazı doğal liflerin mukavemet-uzama eğrilerinin karşılaştırılması	14
Şekil 2.7: Ananas lifli tekstil malzemeleri ile üretilmiş çeşitli ürünler.....	17
Şekil 2.8: Ananas lifli deri benzeri görünüme sahip ticari dokusuz yüzey malzeme ve kullanıldığı ürünler.....	18
Şekil 3.1: Tetraasetilendiamin (TAED) ve nonanoloksibenzen sülfonat (NOBS) kimyasallarının kimyasal gösterimi	31
Şekil 3.2: Selülaz enzimi ile selülozun parçalanma reaksiyonu	34
Şekil 3.3: Selülaz enzimi modeli.....	35
Şekil 3.4: Pektinin hücre içerisindeki yeri	36
Şekil 3.5: Pektinaz enzim modeli	37
Şekil 3.6: Lakkaz enzimlerinin çoğunluğunda bulunan üçbakır kümesi	38
Şekil 3.7: Konvansiyonel ısıtma ve mikrodalga ısıtma mekanizması	40
Şekil 4.1: Ananas liflerinin geleneksel ön terbiye işlemlerinin gerçekleştirildiği ATAÇ marka ATAÇ Lab Dye HT model IR numune boyama makinası.....	53
Şekil 4.2: Ananas liflerinin mikrodalga ile ağartma işlemlerinin gerçekleştirildiği Arçelik marka MD 595 model ev tipi mikrodalga fırın.....	54
Şekil 4.3: Ananas lifli kumaşlara uygulanan ozon ve ozon + UH işlemleri	55
Şekil 4.4: EDANA 10.3.99 standardına uygun olarak gerçekleştirilen absorpsiyon kapasitesi testi	56
Şekil 4.5: Kumaş kalınlığı tespit cihazı.....	57
Şekil 4.6: Elmatear Dijital Teat Tester yırtılma mukavemeti test cihazı	58
Şekil 4.7: KOİ ölçümlerinde kullanılan Standart titrimetrik yöntem göre, gerçekleştirilen işlemler sırasında WTW CR 2200 Reaktör, Merck UV Visible Spectroquant Pharo 300.....	59
Şekil 4.8: SDL Atlas Wrinkle Recovery Tester Test Cihazı.....	60
Şekil 4.9: Prowhite Stiffness Tester Test Cihazı.....	60
Şekil 5.1: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık derecelerinin (Stendsby) işlem süresine göre karşılaştırılması	64

Şekil 5.2: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık derecelerinin (Stendsby) hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması	65
Şekil 5.3: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların sarılık derecelerinin (E313) işlem süresine göre karşılaştırılması	66
Şekil 5.4: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların sarılık derecelerinin (E313) hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması	66
Şekil 5.5: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların açıklık/koyuluk (L^*).....	67
Şekil 5.6: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların açıklık/koyuluk (L^*) değerlerinin hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması	68
Şekil 5.7: Ham ananas lifli kumaşlar ve hidrofilleştirilmiş ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartması işlemi sonrası kumaşların renk özelliklerinin hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması	69
Şekil 5.8: Perasetik asit ağartması sonrası kumaşların renk özelliklerinin perasetik asit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması	71
Şekil 5.9: 90 dakika işlem süresinde gerçekleştirilen perasetik asit ağartması sonrası kumaşların renk özelliklerinin perasetik asit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması	72
Şekil 5.10: pH 4'te gerçekleştirilen potasyum permanganat ağartması sonucu ölçülen renk özellikleri (ard-işlem: 8 g/l oksalik asit)	74
Şekil 5.11: Ananas lifli kumaşların potasyum permanganat ağartması sonrası kimyasal madde konsantrasyonuna göre renk özellikleri ..	76
Şekil 5.12: Ananas lifli kumaşların sodyum perborat ağartması sonrası sodyum perborat konsantrasyonuna ve işlem sıcaklığına göre renk özellikleri.....	78
Şekil 5.13: Ananas lifli kumaşların sodyum perkarbonat ağartması sonrası sodyum perkarbonat konsantrasyonuna ve işlem sıcaklığına göre renk özellikleri.....	79
Şekil 5.14: Ananas lifli kumaşların aktivatör A yardımı ile ağartılması sonucu aktivatör konsantrasyonuna göre renk özellikleri	81
Şekil 5.15: Ananas lifli kumaşların aktivatör B yardımı ile pH 7'de ağartılması sonucu aktivatör konsantrasyonuna göre renk özellikleri.....	83
Şekil 5.16: Ananas lifli kumaşların aktivatör B yardımı ile pH 10'da ağartılması sonucu aktivatör konsantrasyonuna göre renk özellikleri.....	84
Şekil 5.17: Ananas lifli kumaşların aktivatör B yardımı ile ağartılması sonucu ölçülen renk özelliklerinin aktivatör konsantrasyonuna ve ortam pH'ına göre karşılaştırılması	85
Şekil 5.18: Ananas lifli kumaşların aktivatör C yardımı ile ağartılması sonucu aktivatör konsantrasyonuna göre renk özellikleri	87
Şekil 5.19: 20 g/l tudo ile farklı sodyum hidroksit konsantrasyonlarının kullanıldığı tudo ağartması sonucu ananas lifli kumaşlarda ölçülen renk özellikleri.....	90

Şekil 5.20: Ananas lifli kumaşlar üzerine TUDO ile gerçekleştirilen ağartma işlemi sonrası değişen TUDO konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri.....	91
Şekil 5.21: Lakkaz enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre renk özellikleri.....	93
Şekil 5.22: Lakkaz enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri	94
Şekil 5.23: Pektinaz (a) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların enzim konsantrasyonuna göre renk değerleri.....	96
Şekil 5.24: Pektinaz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri	97
Şekil 5.25: Pektinaz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartması sonucu, kullanılan enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri.....	98
Şekil 5.26: Pektinaz (b) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların enzim konsantrasyonuna göre renk değerleri.....	101
Şekil 5.27: Pektinaz (b) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri	101
Şekil 5.28: Pektinaz (b) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartması sonucu, kullanılan enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri.....	103
Şekil 5.29: Asit selüloz (a) ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri.....	104
Şekil 5.30: Asit selüloz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri	105
Şekil 5.31: Asit selüloz (b) ile farklı sürelerde işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri.....	106
Şekil 5.32: Asit selüloz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri	107
Şekil 5.33: Nötr selüloz ile farklı sürelerde işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri.....	109
Şekil 5.34: Asit selüloz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri	109
Şekil 5.35: Mikrodalga ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit (10 ml/l) ağartması sonucu ölçülen renk değerlerinin, aynı hidrojen peroksit konsantrasyonunda geleneksel yöntem ile ölçülen renk değerleri ile karşılaştırılması	112
Şekil 5.36: Ananas lifli kumaşlara sulu ortamda uygulanan ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen renk değerleri.....	114
Şekil 5.37: Ananas lifli ham ve hidrofilleştirme işlemi uygulanmış kumaşlara sulu ortamda uygulanan optimum ozonlu ağartma işlemi (120dk) sonrası ölçülen renk değerleri	115

Şekil 5.38: Ananas lifi kumaşların Ozon + Ultrasonik Homojenizatör (UH) ağartma ile elde edilen renk değerleri	117
Şekil 5.39: Mavi nüanslı optik madde ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması ile normal hidrojen peroksit ağartması sonrası ölçülen reflektans eğrileri	119
Şekil 5.40: Kırmızı nüanslı optik ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması ile normal hidrojen peroksit ağartması sonrası ölçülen reflektans eğrileri	121
Şekil 5.41: Ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasiteleri	123
Şekil 5.42: Ananas lifli kumaşların ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen kumaş kalınlık değerleri	125
Şekil 5.43: Ananas liflerine uygulanan ağartma işlemleri sonrası ağırlık kayıpları.....	127
Şekil 5.44: Ananas lifli kumaşların ağartma işlemleri sonrası ölçülen yırtılma mukavemetleri	130
Şekil 5.45: Ozonlu ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerindeki değişim.....	131
Şekil 5.46: Ozonlu ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların yırtılma mukavemetleri	132
Şekil 5.47: Ananas lifli kumaşların ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen kumaş sertlik değerleri	134
Şekil 5.48: Ananas lifli kumaşların farklı ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen sertlik değerleri	135
Şekil 5.49: Ananas lifli kumaşların ağartma işlemleri sonrası kırışıklık açılma açısı.....	137

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Ananas liflerinin yapısında bulunan kimyasal bileşenler	11
Tablo 2.2: Ananas liflerinin kimyasal içeriklerin diğer doğal lifler ile karşılaştırılması	12
Tablo 2.3: Ananas liflerinin özellikleri	13
Tablo 2.4: Ananas lifleri ile diğer liflerin özelliklerinin karşılaştırılması	15
Tablo 3.1: Yükseltgen ve indirgen ağartma maddeleri, kimyasal formülleri ..	24
Tablo 3.2: Tekstil endüstrisinde kullanılan enzimler ve kullanım alanları	33
Tablo 4.1: Çalışmada kullanılan ananas lifli dokuma kumaşların özellikleri.....	44
Tablo 4.2: Ananas liflerinin ön terbiye işlemleri sırasında kullanılan kimyasal maddeler ve üretici firmalar.....	45
Tablo 4.3: Ticari ürün olarak temin edilen aktivatörlerin kimyasal yapıları	48
Tablo 4.4: Prestogen hesaplama denklemleri.....	50
Tablo 5.1: Hidrofilleştirme (alkali işlem) şartları	62
Tablo 5.2: Hidrofilleştirme (alkali işlem) sonrası ananas lifli dokuma kumaşların renk özellikleri.....	62
Tablo 5.3: Hidrojen Peroksit (H ₂ O ₂) ile gerçekleştirilen ağartma şartları	63
Tablo 5.4: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık dereceleri (Stendsby)	64
Tablo 5.5: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların sarılık dereceleri (E313)	65
Tablo 5.6: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların açıklık/koyuluk (L*) değerleri.....	67
Tablo 5.7: Ham ananas lifli kumaşlar ve hidrofilleştirilme işlemine tabii tutulmuş ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartması işlemi sonrası kumaşların renk özellikleri	69
Tablo 5.8: Perasetik asit ile gerçekleştirilen ağartma şartları	70
Tablo 5.9: Perasetik asit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların renk özellikleri.....	70
Tablo 5.10: Potasyum permanganat ile gerçekleştirilen ağartma şartları	72
Tablo 5.11: Oksalik asit ile ard-işlem şartları	73
Tablo 5.12: pH 4'te gerçekleştirilen potasyum permanganat ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların renk özellikleri (ard işlem: 8 g/l oksalik asit).....	73
Tablo 5.13: Farklı pH ve sıcaklıklarda gerçekleştirilen potasyum permanganat ağartması sonrası ölçülen renk özellikleri (ard-işlem: 8 g/l oksalik asit).....	74
Tablo 5.14: 90 °C'de ve pH 7'de farklı potasyum permanganat konsantrasyonlarında gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonrası ölçülen renk özellikleri.....	75
Tablo 5.15: Sodyum perborat ile gerçekleştirilen işlem şartları	77
Tablo 5.16: Ananas lifli dokuma kumaşların sodyum perborat ağartması sonucu ölçülen renk özellikleri	77
Tablo 5.17: Sodyum perkarbonat ile gerçekleştirilen işlem şartları	78

Tablo 5.18: Ananas lifli dokuma kumaşların sodyum perkarbonat ağartması sonucu ölçülen renk özellikleri	79
Tablo 5.19: Aktivatör A yardımı ile gerçekleştirilen işlem şartları	80
Tablo 5.20: Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör A ile ağartma işlemi sonrası ölçülen renk özellikleri	80
Tablo 5.21: Aktivatör A ile işlem gören ananas lifli kumaşların işlem sonrası ağırlık kayıpları	81
Tablo 5.22: Aktivatör B yardımı ile gerçekleştirilen işlem şartları	82
Tablo 5.23: Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör B ile ağartma işlemi sonrası ölçülen renk özellikleri	83
Tablo 5.24: Aktivatör B ile işlem gören ananas lifli kumaşların işlem sonrası ağırlık kayıpları	84
Tablo 5.25: Aktivatör C yardımı ile gerçekleştirilen işlem şartları	86
Tablo 5.26: Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör C ile ağartma işlemi sonrası ölçülen renk özellikleri	86
Tablo 5.27: Aktivatör B ile işlem gören ananas lifli kumaşların işlem sonrası ağırlık kayıpları	87
Tablo 5.28: Prestogen W ile gerçekleştirilen işlem şartları	88
Tablo 5.29: Prestogen W ile gerçekleştirilen işlem sonrası ölçülen renk değerleri.....	88
Tablo 5.30: Tiyoüre dioksit (Tudo) indirgen maddesi ile gerçekleştirilen ağartma işlemi şartları	89
Tablo 5.31: Farklı sodyum hidroksit konsantrasyonlarında 20 g/l Tudo ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonucu ölçülen renk değerleri..	90
Tablo 5.32: Tudo ağartması sonrası ananas lifli dokuma kumaşların ölçülen renk değerleri.....	91
Tablo 5.33: Lakkaz enzimi uygulama şartları.....	92
Tablo 5.34: Lakkaz enzimi ile işleme tabii tutulmuş ananas lifi dokuma kumaşların renk özellikleri ve absorpsiyon kapasiteleri	93
Tablo 5.35: Ananas lifli dokuma kumaşlara pektinaz (a) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları	94
Tablo 5.36: Pektinaz (a) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri	95
Tablo 5.37: Pektinaz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri	98
Tablo 5.38: Ananas lifli dokuma kumaşlara pektinaz (b) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları	99
Tablo 5.39: Pektinaz (b) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların renk değerleri.....	100
Tablo 5.40: Pektinaz (b) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen renk değerleri.....	102
Tablo 5.41: Ananas lifli dokuma kumaşlara asit selülaz (a) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları	103
Tablo 5.42: Asit selülaz (a) ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası ölçülen renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri.....	104
Tablo 5.43: Ananas lifli dokuma kumaşlara asit selülaz (b) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları	105

Tablo 5.44: Asit selülaz (b) ile farklı sürelerde işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası ölçülen renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri	106
Tablo 5.45: Ananas lifli dokuma kumaşlara nötr selülaz enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları	108
Tablo 5.46: Nötr selülaz ile farklı sürelerde işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası ölçülen renk değerleri	108
Tablo 5.47: Ananas lifli dokuma kumaşlara mikrodalga enerjisi kullanımı ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması işlem şartları.....	110
Tablo 5.48: Farklı flotte oranlarında gerçekleştirilen geleneksel hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen renk değerleri	111
Tablo 5.49: Mikrodalga ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit (10 ml/l) ağartması sonucu ölçülen renk değerlerinin, aynı hidrojen peroksit konsantrasyonunda geleneksel yöntem ile ölçülen renk değerleri ile karşılaştırılması	111
Tablo 5.50: Ananas lifli kumaşlara sulu ortamda uygulanan ozonlu ağartma işlemi şartları	112
Tablo 5.51: Ananas lifli kumaşlara sulu ortamda uygulanan ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen renk değerleri	113
Tablo 5.52: Ananas lifli ham ve hidrofilleştirme işlemi uygulanmış kumaşlara sulu ortamda uygulanan optimum ozonlu ağartma işlemi (120dk) sonrası ölçülen renk değerleri	114
Tablo 5.53: Sulu Ortamda Ozon + Ultrasonik Homojenizer (UH) ile Ağartma İşlemi Şartları	115
Tablo 5.54: Ananas lifli kumaşlara uygulanan Ozon + UH ağartması sonrası ölçülen renk değerleri	116
Tablo 5.55: Ananas lifli kumaşlara mavi nüanslı optik madde ilavesi ile hidrojen peroksit ağartması işlem şartları	118
Tablo 5.56: Mavi nüanslı optik ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması sonrası ölçülen renk değerleri	118
Tablo 5.57: Ananas lifli kumaşlara kırmızı nüanslı optik madde ilavesi ile hidrojen peroksit ağartması işlem şartları	120
Tablo 5.58: Kırmızı nüanslı optik madde ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması sonrası ölçülen renk değerleri.....	120
Tablo 5.59: Ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasiteleri	122
Tablo 5.60: Ananas lifli kumaşların ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen kumaş kalınlık değerleri	124
Tablo 5.61: Ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan ağartma işlemleri sonrası kumaşlarda gözlemlenen ağırlık kaybı	126
Tablo 5.62: Ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların yırtılma mukavemetleri	128
Tablo 5.63: Ananas lifli kumaşlarına uygulanan işlemler sonucu ölçülen yırtılma mukavemetlerinin atkı sıklıklarına göre değerlendirilmesi	129
Tablo 5.64: Ananas lifli kumaşların ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen sertlik değeri	133
Tablo 5.65: Ananas lifli kumaşların ağartma işlemleri sonrası kırışıklık açılma açısı	136

Tablo 5.66: Ananas lifli kumaşların ağartma işlemlerinde ortaya çıkan atık sularının kimyasal oksijen ihtiyaı (KOİ)	138
Tablo 5.67: Ananas lifli kumaşlara uygulanan ağartma işlemleri ile elde edilen en iyi sonuçlar.....	139

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim sırasında desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, her zaman büyük bir içtenlikle yol göstericilerim olan çok değerli tez danışmanım Doç. Dr. Ozan Avinç ve çok değerli hocam Doç. Dr. Arzu Yavaş'a,

Değerli desteklerinden dolayı Pamukkale Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölüm Başkanı Doç. Dr. Sema Palamutçu'ya,

Ozon uygulamalarının yapılması sırasında sağladığı imkânlar ve verdiği destekten dolayı Prof. Dr. Hüseyin Aksel Eren'e,

Testlerin yapılış aşamasında katkılarından dolayı Tufan Topal'a ve Yrd. Doç. Dr. Barış Semiz'e,

Çalışmaların süresince yardımları ile beni hiç yalnız bırakmayan kıymetli arkadaşlarım Fatma Filiz Yıldırım, Öğr. Gör. Melek Arpacı Gündoğan'a,

Koşulsuz sevgileri ile her anımda bana destek olan annem Sevda Adak ve kardeşim Tayfun Adak'a,

Son olarak hayat arkadaşım ve ilham kaynağım değerli eşim Can Berk Kalaycı'ya teşekkürü bir borç bilirim.

1. GİRİŞ

Ananas lifleri, ananas bitkisinin yapraklarında elde edilen doğal bir lif türü olup yaprak lifi olarak sınıflandırılmaktadır. Bromeliaceae ailesine ait bir bitki türü olan ananas, tropikal ve yarı tropikal iklime sahip coğrafyalarda yaygın olarak yetiştirilmektedir ve ananas lifleri ananas bitkisi yapraklarından elde edildiğinden, PALF (Pineapple Leaf Fiber) şeklinde de isimlendirilebilmektedir.

Ananas liflerinin tekstil malzemesi olarak kullanımı oldukça eskiye dayanmaktadır. Her ne kadar ülkemiz coğrafyasında fazla bilinmeyen bir lif türü olsa da, özellikle Asya ve Güney Amerika ülkeleri gibi yetiştirildikleri coğrafyalarda geleneksel tekstil ürünlerinin üretiminde öne çıkan, oldukça değerli bir lif türüdür.

Son yıllarda neredeyse tüm dünyanın büyük bir hassasiyetle yaklaştığı konu haline gelen “sürdürülebilirlik” kavramı ile birlikte, ananas liflerinin tekstil endüstrisindeki kullanımı çok daha büyük bir önem kazanmıştır. Çünkü petrol türevli sentetik liflerin yerine, doğal lif kaynaklarının, biyobozunur, geri dönüştürülebilir, kolay ulaşılabilen ve çevre dostu ürünlerin tercihi giderek yaygınlaşmaktadır. Bu noktada, ananas lifleri sürdürülebilirlik kavramı içerisinde aranılan özelliklerin çoğunluğunu bünyesinde barındıran bir tekstil hammaddesi olarak görülmektedir. Ayrıca, ananas bitkisi çoğunlukla meyvesi için üretilen bir bitki türü olduğundan, her yıl tonlarca ananas yaprağı tarımsal atık olarak ortaya çıkmaktadır ve bu tarımsal atıklar ananas liflerinin eldesinde ciddi bir kaynak oluşturmaktadır. Ananas bitkisinin her yıl kendini yenileyebilen karakteri, geri dönüşümü, kolay ulaşılabirliği ve doğaya karışabilmesi sayesinde ananas lifleri endüstriyel kullanım için ideal bir potansiyele sahiptir (L Uma Devi ve diğ. 1997; Mohamed, Sapuan ve Khalina 2010; Rahman 2011).

Suyu seven karakteri, üstün mekanik özellikleri ve yüksek selüloz içeren yapısı ile oldukça iyi tekstil özelliklerine sahip olan ananas lifleri, doğal lifler arasında önemli bir yere sahiptir (Banik ve diğ. 2011; Payae ve Lopattananon 2009). Ananas lifleri geleneksel tekstil ürünlerini üretiminde kullanılabilirdiği gibi, kompozit malzemelerin üretiminde de kullanımına oldukça sık rastlanan bir malzeme haline gelmiştir (Biswal ve diğ. 2009; Chattopadhyay ve diğ. 2009; Nilofer ve SBVJ 2015; Saheb ve Jog 1999).

Günümüzde, ananas lifleri oldukça geniş bir kullanılabilirliğe sahiptir. Günlük kıyafetlerde (göMLEK, etek, vb.), ev tekstillerinde (perde, yatak örtüsü, masa örtüsü, halı, paspas, vb.), döşemelik kumaşlarda, ayakkabı, çanta ve aksesuarlarda, hatta gelinliklerde karşımıza çıkabilen ananas lifleri, sadece konvansiyonel tekstil ürünlerinde değil aynı zamanda teknik tekstillerin üretiminde de tercih edilen doğal bir hammadde haline gelmiştir.

Kremsi beyaz bir renkte, ince ipeksi lifler olan ananas lifleri kullanımı sırasında %100 olarak kullanılabilirdiği gibi jüt, rami, pamuk, ipek gibi doğal ve bazı sentetik liflerle karışım olarak da kullanılabilir (Banik ve diğ. 2011; Bozacı ve diğ. 2007; Lewin 2010).

Bu çalışmada, ananas lifli dokuma kumaşların ön terbiye işlemleri kapsamında, ananas lifli dokuma kumaşlar çeşitli ağartma maddeleri ile işleme tabii tutularak, olası lif hasarı dikkate alınarak elde edilebilecek en iyi beyazlık ve sarılık derecelerine ulaşılabilmesi için uygulanması gereken optimum işlem şartları araştırılmıştır. Optimum şartların belirlenmesi sırasında konvansiyonel yöntem ile çeşitli kimyasal maddelerin uygulanmasının yanı sıra, enerji tasarrufu sağlayan, çevre-dostu ya da çevreye verilen zararı azaltan mikrodalga enerjisi ve ozon kullanımı gibi yeni yöntemler denenmiştir. Bu işlemler sırasında, ananas liflerinin farklı lifler ile karışım halinde kullanılabilirdiği de göz önünde bulundurulmuştur.

Ayrıca, ananas liflerinin ön terbiye işlemleri ile ilgili literatürde çok fazla kaynak bulunmadığı tespit edildiğinden, bu çalışma ile konuyla ilgili literatüre katkı sağlamak ve gelecekte yapılacak çalışmalara ışık tutmak hedeflenmiştir.

2. ANANAS LİFLERİNİN ÜRETİMİ, GENEL ÖZELLİKLERİ VE TEKSTİL ENDÜSTRİSİNDEKİ YERİ

2.1 Ananas Bitkisi ve Tarımı

Ananas bitkisi tropikal ve yarı tropikal iklimlere sahip coğrafyalarda yetişebilen, çok yıllık otsu bir bitki türüdür (L Uma Devi ve diğ. 2010; Dey ve Satapathy 2013; Reddy ve Yang 2005) . İngilizce karşılığı “pineapple” olan ananas bitkisinin bu ismi, bitkinin çam kozalağına benzer görünümüne sahip olan meyvesinden gelmektedir. İngilizce çam kozalağı anlamına gelen “pine” kelimesi ile elma anlamına gelen “apple” kelimelerinin birleşimi bu bitkiye ismini vermiştir. Türkçe’ de “ananas” kelimesi ile ifade ettiğimiz bu bitki, daha birçok dilde aynı kelime ile ifade edilmektedir. Ananas kelimesinin kökeni ise yerli amazon dilinde “mükemmel meyve” anlamına gelen “anana” kelimesine dayanmaktadır.

İlk olarak Columbus tarafından Karayip adalarında görüldüğü kaydedilen ananas bitkisinin, zamanla tropikal iklimlere sahip diğer kıtalara yayıldığı düşünülmektedir (de Carvalho ve diğ. 2009; Franck 2005). Tarih boyunca toplulukların göçü ve sömürüler ile çok geniş bir alanda tarımı gerçekleştirilen bir bitki türü haline gelmiştir (Florian ve diğ. 1991). Ananas bitkisi, bugün dünya çapında tropikal bitki tarımında muzdan sonra en fazla yetiştirilen bitki türüdür (Bartholomew ve diğ. 2002; Yusof ve diğ. 2015).

Ananas (*ananas comosus*), bromeliaceae ailesine ait bir bitki türüdür (L. Uma Devi ve diğ. 2004; Hujuri ve diğ. 2008). Ananas, 90-140 cm uzunluğunda 20-30 adet yaprağın ortasında meyvesini barındıran ve toplamda 1-2 m arasında değişen en ve boya sahip bir bitkidir (Şekil 2.1) (Rowe 2009; Yazıcıoğlu 1999). Ananas bitkisinin 1300-2000 arasında türü olduğu bilinmektedir. Fakat ananas liflerinin elde edildiği tür çoğunlukla *comosus* türüdür (Franck 2005; "The Pineapple" 2009; Rahman 2011).

İklim, toprak ve çevresel şartlar ananas bitkisinin gelişiminde büyük önem taşımaktadır (Kalia ve diğ. 2011). Ananas bitkisinin sağlıklı olarak yetiştirilebilmesi için en uygun sıcaklık aralığının 23-32 °C arasında olması gerekmektedir (Franck 2005). Sıcaklık değerlerindeki marjinal değişimler (10 °C’nin altı, 36 °C’nin üzeri)

bitkinin yapraklarının ve köklerinin büyümesini engellemektedir. Dona karşı aşırı hassas olan ananas bitkisi, aşırı güneşli iklimlerde daha çok meyvesi için yetiştirilirken, gölgeli alanlarda yetiştirilen ananas bitkisinin meyvesinin daha az olup yapraklarının daha gelişmiş olmasından dolayı daha çok yapraklarından elde edilen ananas lifleri için yetiştirildiği kaydedilmiştir (de Carvalho ve diğ. 2009; "Does a Pineapple Grow from a Pineapple Tree?" ; Franck 2005).

Toprak türü ananas bitkisinin tarımında en az sıcaklık kadar önemli bir etkidir. Organik maddece zengin, drenaj problemi olmayan, kumlu-tınlı toprak tipi ananas bitkisinin yetiştirilmesinde en verimli toprak türüdür ("Benefits of pineapple" ; "Does a Pineapple Grow from a Pineapple Tree?")("Benefits of pineapple" ; "Does a Pineapple Grow from a Pineapple Tree")

Sulama, gübreleme, yabancı ot ve zararlı böcekler ile mücadele ananas bitkisinin tarımında önemli diğer parametrelerdir. Sulama sırasında topraktaki göllenmelere karşı aşırı duyarlı olan ananas bitkisi, suyu depolayabilen hücre yapısı ile kuraklığa dayanıklı bitki türleri arasında sınıflandırılmaktadır ("Does a Pineapple Grow from a Pineapple Tree?")("Does a Pineapple Grow from a Pineapple Tree?")

Ananas bitkisi, başta Filipinler, Endonezya, Hawaii, Tayland ve Brezilya olmak üzere, Hindistan, Malezya, Küba ve Pasifik adaları gibi daha birçok ülkede üretilmektedir (Bansal ve Sodhi 2014; Mohamed ve diğ. 2009; Mwaikambo 2006; Satyanarayana ve diğ. 2007). Özellikle Filipinlerde ananas bitkisi ve bu bitkinin yapraklarından elde edilen lifler geleneksel anlamda büyük bir öneme sahiptir. Ülkedeki yöresel kıyafetlerin üretimin de genellikle ananas lifli kumaşlar kullanılır.

Ananas bitkisi genellikle meyvesi için yetiştirilen bir bitki türü olup, özellikle meyve suyu endüstrisinde önemli hammadde kaynaklarından biridir (Bozacı ve diğ. 2007; Mohamed, Sapuan, Shahjahan, ve diğ. 2010; A. K. Mohanty ve diğ. 2005). Meyve suyu üretiminde kullanılan meyvelerden geriye kalan kısımlar genellikle hayvan yemi olarak kullanılır (Cathcart 1995). Ananas bitkisinin bazı türlerinin (bromelain) yapraklarından gıda ve ilaç sanayilerinde kullanılan bromelain enzimi çıkartılabilmektedir (Bozacı ve diğ. 2007; Heinicke ve Gortner 1957).

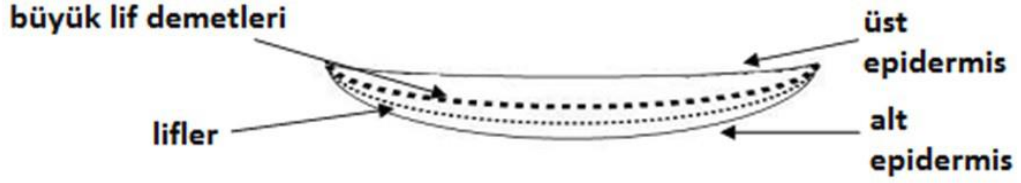
Ananas lifleri çoğunlukla tarımsal atık yaprakların değerlendirilmesi ile üretilse de, günümüzde sadece lif odaklı ananas yetiştiriciliğinin artması ile ananas lifleri endüstriyel olarak da üretilebilmektedir (L Uma Devi ve diğ. 1997).



Şekil 2.1: Ananas bitkisinin görünümü

2.2 Ananas Bitkisi Yapraklarından Ananas Lifi Eldesi

Ananas lifleri, ananas bitkisi yaprakları içerisinde lif demetleri halinde bulunmaktadır (Florian ve diğ. 1991; Gardetti ve Muthu 2015). Lif demetlerinin üzeri yaprağın epidermis tabakası ile kaplıdır. Ananas lifleri, epidermis tabakasının bazı biyolojik ya da mekanik işlemler ile uzaklaştırılıp lif demetlerinin ortaya çıkartılması ile elde edilmektedir (de Carvalho ve diğ. 2009). Ananas lifleri, ananas bitkisinin yapraklarından elde edildiğinden dolayı PALF yani PineApple Leaf Fiber (ananas yaprağı lifleri) olarak da isimlendirilebilmektedir. Şekil 2.2’de ananas liflerinin ananas bitkisi yaprağı içerisinde yerleşimi gösterilmiştir (Kalaycı ve diğ. 2016).



Şekil 2.2: Ananas yaprağının enine kesit görünümü

Ananas lifleri, çok hücreli lignoselülozik bir lif türüdür. Yapısında yüksek oranda polisakkarit ve lignin içeren ananas lifleri, ayrıca düşük oranlarda yağ, vaks, pektin, üronik asit, anhidrid, pentosan, renkli pigment ve inorganik maddeler de ihtiva etmektedir (Doraiswamy ve Chellamani 1993; S. Ghosh ve diğ. 1982; Nadirah ve diğ. 2012; Satyanarayana ve diğ. 1990).

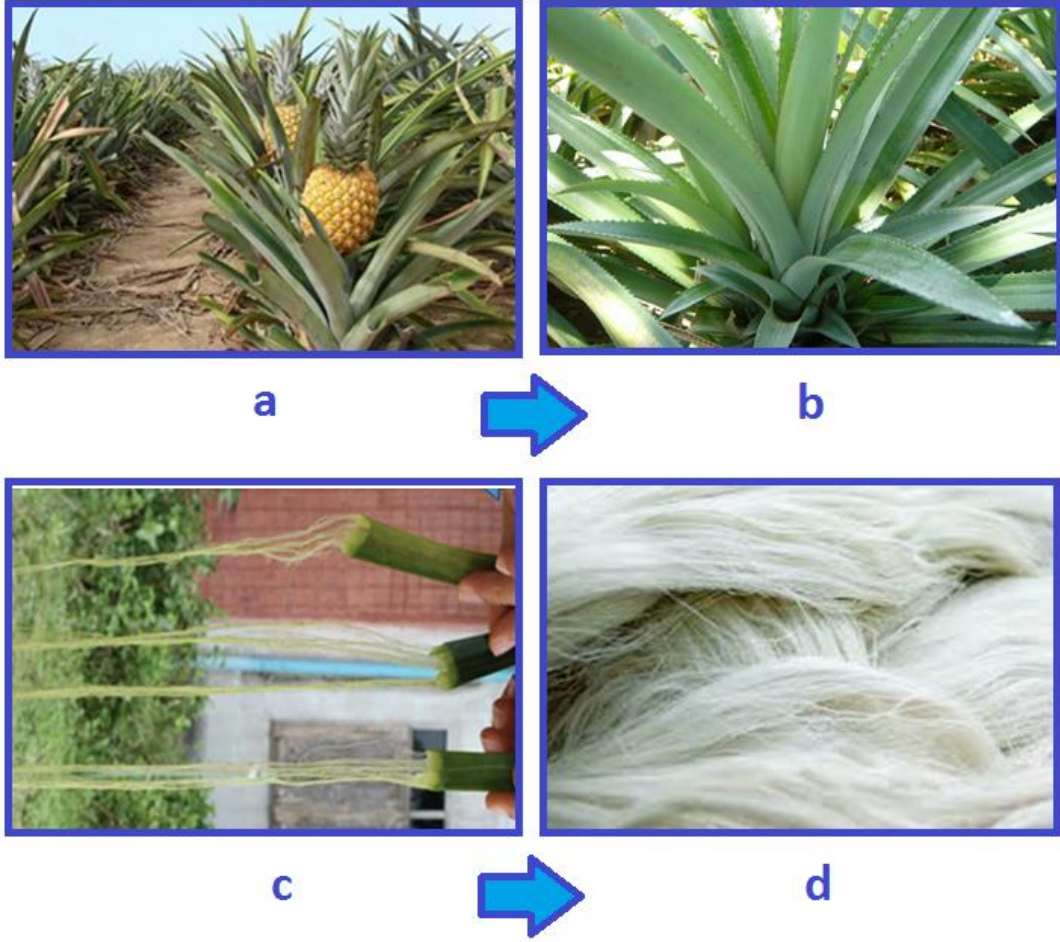
Ananas bitkisinin üretimi sırasında, içerisinde ciddi miktarda lif barındıran tonlarca yaprak tarımsal atık olarak ortaya çıkmaktadır (Asim ve diğ. 2015). Ananas bitkisi genellikle meyvesi için üretildiğinden, lif oranı yüksek bu atıklar çoğunlukla çürümeye bırakılmaktadır. Bu nedenle, ananas liflerinin üretimi ve yaygınlaşması bu tarımsal atıkların değerlendirilmesi açısından da oldukça büyük bir önem taşımaktadır (Florian ve diğ. 1991; Kalia ve diğ. 2011; Yusof ve diğ. 2014).

Ananas yaprağı içerisinde bulunan ananas lifleri, küçük ve ince lif hücrelerinin (2-9 mm uzunluğunda) bir araya gelmesi ile ipliksi bir görünüme sahiptir (Şekil 2.3) (Kalaycı ve diğ. 2016; Smole ve diğ. 2013; Yazıcıoğlu 1999). Ananas lifleri yaprak uzunluğu boyunca devam eder (Gardetti ve Muthu 2015).

Ananas liflerinin elde edilmesinde, yaprak seçimi büyük önem taşımaktadır. Genç yapraklardan elde edilen lifler yumuşak ve zayıf iken; kısmen gölgede yetişen bitkinin orta olgunluktaki yapraklarından elde edilen lifler güçlü ve esnektir (Sunil Pardeshi). 1-1,5 yaşındaki yapraklar içerisindeki lifler yaprak dokusundan daha kolay ayrıldığından dolayı çoğunlukla bu yaşlardaki yapraklar lif elde edilmesinde kullanılır (Franck 2005). Yaprak seçimine bağlı olarak taze ananas yapraklarından elde edilen lif oranı %2-3,5 arasında değişmektedir (Das ve diğ. 2010; Hariharan ve Nambisan 2012).

Ananas liflerinin yaprak dokusundan ayrılması biyolojik, mekanik ya da kimyasal olarak farklı yöntemler ile gerçekleştirilebilmektedir. Ananas liflerinin elde

edilmesinde en yaygın kullanılan yöntemlerin başında, havuzlama (çürütme) ve kırma (dekortikasyon) gelmektedir.(Mert 2009; Sinclair 2014; Sureshkumar ve diğ. 2012).



Şekil 2.3: Ananas yaprağı liflerinin üretimi sırasıyla; a) meyve vermiş ananas bitkisi, b) ananas bitkisi yaprakları, c) ananas yaprakları içerisinde buluna lifler, d) ananas lifleri (Kalaycı ve diğ. 2016)

2.2.1 Biyolojik yöntemler ile eldesi

Havuzlama bir diğer adıyla çürütme yöntemi, yaprak ve gövde liflerinin yaprak dokusundan ayrılmasında kullanılan en eski yöntemlerden biridir. Yaprakların akan suda veya çişde ıslatılarak yumuşatılması ve mikroorganizmalar yardımı ile lif demetlerinin korteksten ayrılması şeklinde özetlenebilen havuzlama işlemi, en ekonomik yöntemlerden biri olarak kabul edilse de, zaman alıcı olduğu için günümüzde pek tercih edilen yöntemler arasında değildir (Kalaycı ve diğ. 2016; Mert 2009; A. K. Mohanty ve diğ. 2005).

Suda bekletme işlemi 15-30 ° C arasında değişen sıcaklıklarda ve 24 saatten 10 güne varan sürelerde gerçekleştirilebilmektedir (Kannojiya ve diğ. 2013). Yaprakların su içerisinde geçirdiği süre arttıkça, liflerin yapraktan ayrılması daha da kolay gerçekleşmektedir. Havuzlama yönteminin liflere verdiği zarar kırma (dekortikasyon) yöntemi ile kıyaslandığında, havuzlama yönteminin liflere daha az oranda zarar verdiği ve daha yüksek selüloz miktarına sahip liflerin elde edilmesini sağladığı belirtilmiştir (Şekil 2.4) (Franck 2005; Yusof ve diğ. 2015).

Günümüzde biyolojik yöntem olarak havuzlama işlemlerinde çoğunlukla enzimler kullanılmaktadır. Suda veya çiğde bekletme işlemlerindeki bakteri ve organizmaların yaptığı görevi enzimler üstenererek, uygulama tanklar içerisinde kontrollü olarak gerçekleştirilmektedir. Pektinaz, hemiselülaz, selülaz, poligakaturonaz gibi enzimler tek başına ya da karışım halde biyolojik çürütme işlemlerinde kullanılırken, bu yöntemle elde edilen ananas liflerinin kalitesinde ve veriminde artış sağlandığı, aynı zamanda işlemin daha kısa sürede gerçekleştirilebildiği kaydedilmiştir. Enzim kullanımı ile gerçekleştirilen çürütme işlemlerinde, en önemli nokta enzimin aktivitesinin işlem süresince devamlılığının sağlanabilmesidir (Mert 2009).

2.2.2 Mekanik yöntemler ile eldesi

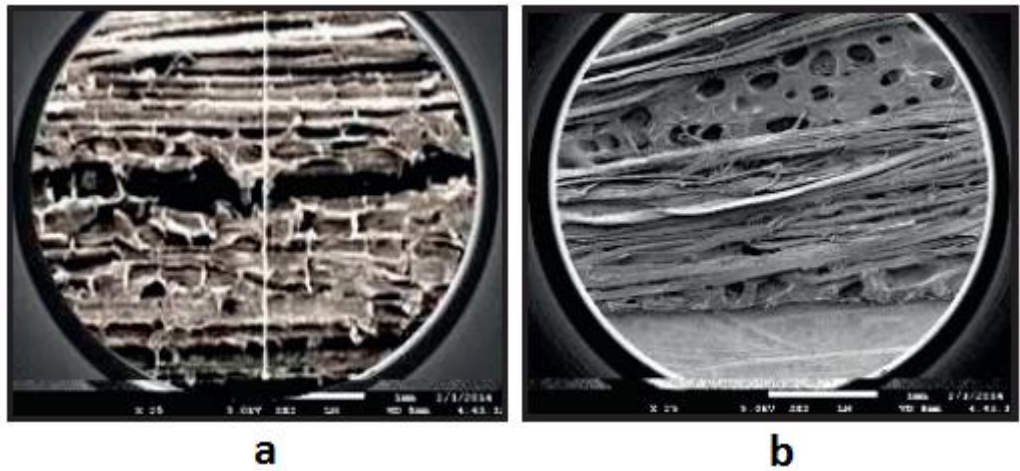
Ananas lifleri, yaprak dokusundan mekanik yöntemler kullanılarak ayrılabilir. Bu mekanik etki elle ya da bir makine yardımı ile de gerçekleştirilebilmektedir.

Elle ananas liflerinin yapraktan ayrılması işlemi oldukça ilkel ve basit bir işlemdir. Kör bir bıçak veya kırık bir tabak gibi yüzey yaprağın bir ucundan bir diğer ucuna sürülerek, yaprağın üst kısımları kazınır ve bu sayede yaprak içerisindeki liflerin ortaya çıkması sağlanır (Kalaycı ve diğ. 2016). Bu yöntem basit olduğu kadar, sabır ve dikkat gerektiren bir işlemdir. Aksi halde işlem sırasında liflerin zarar görme olasılığı oldukça yüksektir. Ayrıca, yaprakların hasadının ardından en fazla 3 gün içerisinde liflerin çıkartılması gerekir, yoksa yapraklar kurumaya başlayacağından liflerin zarar görmeden yapraktan uzaklaşması oldukça zor hale gelmektedir (Gardetti ve Muthu 2015).

Ananas liflerin makinalar yardımı ile yaprak dokusundan ayrılması işlemi “dekortikatör” adı verilen ve kırma/soyma amaçlı kullanılan cihazlar ile gerçekleştirilmektedir (Mert 2009; Rowe 2009). Bir şaft üzerine monte edilmiş döner tambur sistemleri bulunduran cihazda, ananas yapraklarının silindirler arasında ezilmesi ve yüzeyinin soyulması gerçekleştirilir.

Mekanik yöntemin her iki türünde de işlem sonrası çıkartılan lifler temiz suda iyice yıkanarak ve gölge bir ortamda %5-7 oranında nem kalıncaya kadar kurumaya bırakılır (Gardetti ve Muthu 2015).

Ananas liflerinin elle çıkartılması makine ile elde edilen lifler ile kıyaslandığında, daha fazla iş gücü gerektirdiğinden ve elde edilen lif kalitesinin daha düşük olmasından dolayı daha maliyetli hale gelmektedir (Şekil 2.4). Buna rağmen Filipinler gibi bazı ülkeler elle lif eldesinde ısrar ederken, Hindistan, Endonezya gibi ülkeler ise makinaların kullanımını tercih etmektedirler (Doraiswamy ve Chellamani 1993).

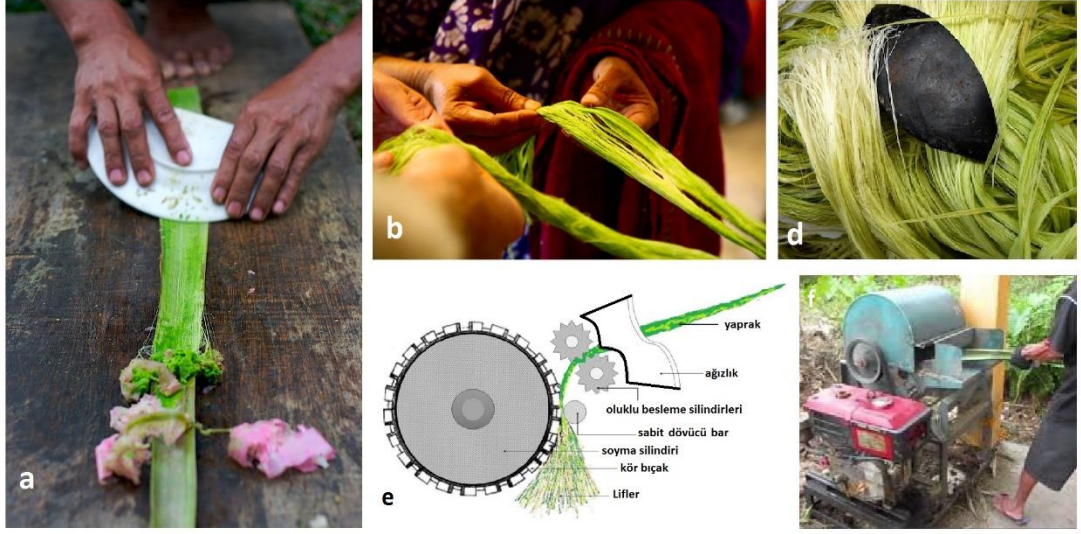


Şekil 2.4: Ananas liflerinin SEM görüntüleri a) elle çıkartılan ananas liflerinin SEM görüntüsü, b) dekortikatör kullanılarak çıkartılan ananas liflerinin SEM görüntüsü

Mekanik yöntem bazen kısa bir süre havuzlama işlemine tabii tutulmuş yapraklara, havuzlama işleminin devamı olarak da uygulanabilmektedir (Mert 2009).

Kompozit üretiminde kullanılacak ananas liflerinin üretimi için geliştirilmiş dekortikatör benzeri mekanik yapılar da bulunmaktadır (Şekil 2.5). Bu makinalarda

hedef kompozit yapı içerisinde kullanıma uygun uzunlukta kısa lif ananas lifi üretiminin sağlanmasıdır (Kengkhetkit ve Amornsakchai 2012).



Şekil 2.5: Ananas liflerinin mekanik yöntemlerle elde edilmesi; a) elle porselen tabak kullanımı ile ayrılma işlemi, b) elle ayrılan lifler, c-d) dekortikatör kullanımı ile liflerin yapraktan ayrılması, e) dekortikatör ile yapraktan ayrılmış lifler

2.2.3 Zamk giderme işlemi

Ananas lifleri havuzlama işleminden sonra bile, yapısında %30'dan fazla lignin, pektin, pentosan gibi ananas lifine sertlik veren yapışkan maddeler içermektedir (Yusof ve diğ. 2015). Ananas liflerinin yumuşak ve ince bir yapıya sahip olabilmesi için yapısındaki bu yapışkan maddelerin uzaklaştırılması gerekmektedir. Çeşitli kimyasal maddeler ya da enzimler yardımıyla bu maddelerin ananas liflerinin yapısından uzaklaştırılması sağlanır (Franck 2005).

Zamk giderme işlemi olarak adlandırılan bu işlem, kimyasal olarak alkali ya da asidik maddeler ile gerçekleştirilebilmektedir. Fakat bu işlem sırasında, sıcaklık, süre ve konsantrasyon oldukça önemli parametrelerdir ve liflerin zarar görmemesi için tüm parametreler kontrol altında tutulmalıdır (Li ve diğ. 2009). Zamk giderme işleminde sadece alkali ve asitler değil, enzimlerin kullanımı da mümkündür (Li ve diğ. 2009).

2.3 Ananas Liflerinin Genel Özellikleri

Ananas lifleri lif enine kesiti incelendiğinde; silindirik lif hücrelerinin kompakt bir yapı sergilediği, lif uçlarının kavisli (yuvarlakça) olduğu gözlemlenmektedir. Dar bir lümenine sahip olan ananas liflerinin, lif hücre çeperindeki lignin miktarının oldukça yüksek, selüloz oranı ise %70-82 arasındadır (Chand ve diğ. 1988; L Uma Devi ve diğ. 2011; Lopattananon ve diğ. 2006; Yazıcıoğlu 1999). Ananas lifleri bu yüksek selüloz içeren yapısı ile pamuk liflerine benzer niteliktedir ve ufak modifikasyonlar ile pamuk eğirme sistemlerinde eğrilebilmesi mümkün hale gelmektedir (Bozacı ve diğ. 2007; A. Mohanty ve diğ. 1996).

Ananas liflerinin kimyasal yapısı, bitkinin yetiştirildiği iklim şartları, toprak yapısı, liflerin elde çıkartıldığı yaprakların yaşına ve olgunluk seviyesine göre farklılık gösterebilmektedir (Kalia ve diğ. 2011; Mukherjee ve Satyanarayana 1986). Bu nedenle, ananas lifleri içerisinde bulunan α -selüloz, pentosanlar, lignin, yağ, vaks, pektin, azotlu bileşikler, antioksidanlar gibi birçok kimyasal bileşiğin ananas lifleri içerisindeki miktarı literatürde değişen değerlerde karşımıza çıkmaktadır. Tablo 2.1’de ananas liflerinin kimyasal içeriğinin oranları kaynakları ile birlikte gösterilmiştir.

Tablo 2.1: Ananas liflerinin yapısında bulunan kimyasal bileşenler

Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin (%)	Pektin (%)	Kül (%)	Vaks (%)	Kaynak
80-81	16-19	12	2-2,5			(Lewin 2010)
80-81	16-19	4,6-12	2-3			(Kalia ve Avérous 2011)
70-82	18	5-12		0,7-1,1		(L Uma Devi ve diğ. 1997; Reddy ve Yang 2005; Sricharussin ve diğ. 2009)
69,5-71,5	17-17,8	4,4-4,7	1-1,2	0,71-0,87	3-3,3	(Doraiswamy ve Chellamani 1993; Sricharussin ve diğ. 2009)
68,5	22,2	4		0,6	2,5	(P. Ghosh ve Gangopadhyay 2000; Sricharussin ve diğ. 2009)
80-81	16-19	4,6-12	2-3			(Bulut ve Erdoğan 2011; Konak 2014)

Şerit gibi bir yapıda olan ananas lifleri bünyesindeki lignin ve pentosanlar birbirine yapışı halde bulunarak lif mukavemetine katkı sağlamaktadırlar. Ananas liflerinin yapısında bulunan lignin miktarının rami ve keten liflerinininkinden çok az bir oranda daha yüksek; jüt, kenaf ve sisal liflerinden ise daha az olduğu kaydedilmiştir. Ananas liflerinin barındırdığı selüloz miktarının hindistan cevizi liflerinin içerdiği selüloz miktarından daha yüksek olduğu aynı zamanda ananas liflerinin içerdiği selüloz miktarının hem bitkinin meyvesinin ağırlığının artmasına hem de ananas liflerinin kimyasal performansının daha iyi olmasına etki ettiği gözlemlenmiştir (Asim ve diğ. 2015; Franck 2005). Tablo 2.2’de ananas liflerinin kimyasal yapısının diğer doğal lifler ile karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 2.2: Ananas liflerinin kimyasal içeriklerin diğer doğal lifler ile karşılaştırılması

	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin (%)	Pektin (%)	Vaks (%)
Ananas	70-82	16-22,2	5-13	1-3	2,5-3,3
Pamuk	92,89	2,67	0,54	0,58	0,85
Bambu	26-43	30	21-31		
Keten	71	18,6-20,6	2,2	2,3	1,5-1,7
Kenevir	68-74,4	15-22,4	3,7-10	0,9	0,8
Rami	68,6-76,2	13,1-16,7	0,6-0,7	1,9	0,3
Sisal	60-78	10-14,2	8-12	10	2
Jüt	61-71,5	13,6-20,4	12-13	0,2	0,5
Kenaf	72	20,3-21,5	9-19	3-5	-
Abaka	56-63	20-25	7-9	1	3
Hindistan cevizi	32-43	0,15-0,25	40-45	3-4	-
Hurma Yaprağı	46	28	20	-	-

2.3.1 Ananas liflerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Ananas lifleri birçok doğal lif türüne göre daha iyi mekanik özellikler sergilemektedir. Kristalin derecesi oldukça yüksek olan ananas lifleri, yüksek mukavemete ve sertliğe sahiptir.

Ananas bitkisinin yetiştirildiği iklim şartları, toprak türü, liflerin elde edildiği yaprakların yaşı, olgunluk derecesi gibi parametreler ananas liflerinin kimyasal bileşenlerinin oranlarında etkili olduğundan; ananas liflerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri için literatürde farklı değerlere rastlamak mümkündür. Ananas liflerinin kopma mukavemeti 143-1627 MPa aralığında, başlangıç modülü 4,2-82,51 GPa aralığında ve kopma uzaması %0,88-4 aralığında değişim göstermektedir (Tablo 2.3). Bir araştırmada ananas liflerinin tokluğunun 970 MN/m² olduğu belirtilmiştir (Joseph ve diğ. 1999).

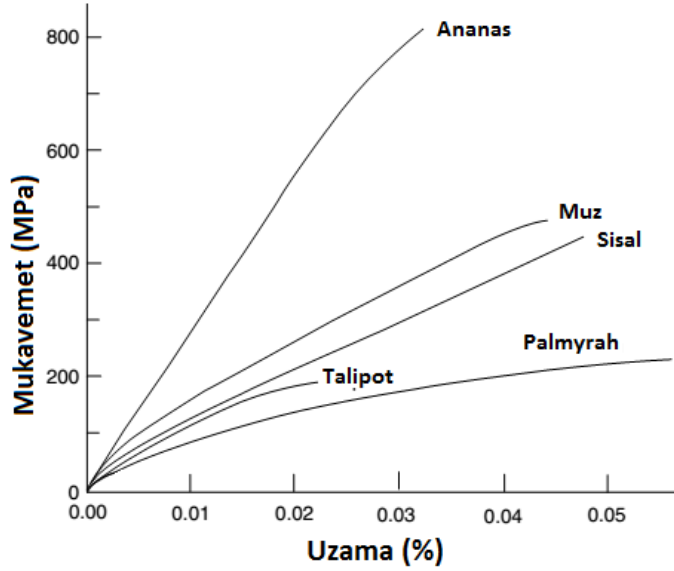
Tablo 2.3: **ÖZGEÇMİŞ**Ananas liflerinin özellikleri

Yoğunluk (g/cm ³)	Kopma Mukavemeti (MPa)	Başlangıç Modülü (GPa)	Kopma Uzaması (%)	Lif çapı (µm)	Kaynak
1,44	413-1627	34,5- 82,51	1,6-3	20-80	(Asim ve diğ. 2015; Fakirov ve Bhattacharyya 2007; Kalia ve diğ. 2009; Mishra ve diğ. 2004; A. K. Mohanty ve diğ. 2005; Smole ve diğ. 2013)
1,52	170	6,2	3	5-30	(Asim ve diğ. 2015)
1,526	143	4,2	3-4	50	(L Uma Devi ve diğ. 2010)
1.56	170	62	-	-	(Saheb ve Jog 1999; Samal ve Bhuyan 1994)
1,44	180	82	3,2	-	(Satyanarayana ve diğ. 2007)
-	362-748	25-36	2-2,8	-	(Satyanarayana ve diğ. 2007)
1,44	-	-	0,88	-	(Kaymakçı ve diğ. 2014)
1,52-1,56	413-1627	34,5- 82,51	1,6	20-80	(Bulut ve Erdoğan 2011)

Ananas lifleri kopma mukavemeti yüksek lif türlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Py ve diğ. 1987). Bu liflerin yaş ve kuru mukavemetleri karşılaştırıldığında, sıra dışı sonuçlar gözlemlenmektedir. Ananas lif demetinin yaş mukavemeti kuru haline göre %50 oranında azalırken, ananas lifleri iplik haline getirildiğinde ananas lifli ipliğin yaş mukavemeti kuru haline göre %13 oranında artış göstermektedir (A. K. Mohanty ve diğ. 2005; Sinha 1982).

Şekil 2.6’da ananas liflerinin ve bazı doğal lifler türlerinin mukavemet-uzama eğrileri verilmiştir (A. K. Mohanty ve diğ. 2005). Ananas liflerinin lif inceliği (lif çapı)

ve mukavemet özellikleri üzerine yapılan bir araştırmada, lif çapının 45 mikrondan 205 mikrona yükselişi, kopma mukavemetini 362 MPa'dan 748 MPa'a arttırırken, başlangıç modülü de 25 GPa'dan 36 GPa'a artış gösterdiği aynı zamanda kopma uzamasının da %2'den %2,8'e yükseldiği belirtilmiştir (Mohamed ve diğ. 2009; Mukherjee ve Satyanarayana 1986).



Şekil 2.6: Ananas lifleri ve benzer özelliklerde bazı doğal liflerin mukavemet-uzama eğrilerinin karşılaştırılması

Ananas liflerinin yaprakтан ayrılma işlemi sırasında kullanılan kimyasal maddeler de liflerin fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkileyen önemli parametrelerden biridir. Asit ya da alkali işlem görmüş ananas liflerinin amorf bölgeleri ile herhangi bir kimyasal ile işleme tabii tutulmamış ananas liflerinin amorf bölge oranları ile kıyaslandığında; kimyasal işleme tabii tutulmuş ananas liflerinin amorf bölge miktarının daha az olduğu kaydedilmiştir.

Kimyasal içerik ve lif yapısı bakımından ananas liflerinin en çok kıyaslandığı lif türlerinin başında jüt lifleri gelmektedir. İncelik bakımından jüt liflerine nazaran oldukça iyi ince bir yapıya sahip ananas lifleri, pamuk liflerinden yaklaşık 10 kat daha kaba bir karakterdedir (Bansal ve Sodhi 2014; Sinha 1982). Jüt liflerinden daha yumuşak ve 2,5 kat daha uzayabilir olduğu kaydedilen ananas lifleri, aynı zamanda jüt liflerinden bir miktar daha yüksek mukavemet sergilemektedir (Tablo 2.4) (Franck 2005; Kalaycı ve diğ. 2016).

Tablo 2.4: Ananas lifleri ile diğer liflerin özelliklerinin karşılaştırılması

Lif Türü	Yoğunluk (g/cm ³)	Kopma Mukavemeti (MPa)	Başlangıç Modülü (GPa)	Kopma anındaki Uzama (%)	Nem Çekme
Ananas	1,07-1,52	170-1627	6,21-82,5	1,6	11,8
Pamuk	1,5-1,6	287-597	5,5-12,6	3-10	8-25
Bambu	0,8	221-1000	22,8-89	1,3	-
Keten	1,4-1,5	345-1500	27,6-80	1,2-3,2	7-10
Kenevir	1,48	550-900	70	1,6	8-10
Rami	1,5	220-938	44-128	2,0-3,8	12-17
Sisal	1,33-1,5	400-700	9-38	2-14	11
Jüt	1,3-1,46	393-800	10-30	1,5-1,8	12
Cam lifi (E-glass)	2,5	2000-3500	70	2,5-3,0	-
Aramid	1,4	3000-3150	63-67	3,3-3,7	-
Karbon	1,4-1,75	4000	230-240	1,4-1,8	-
PBI (polibenzimidazol)	1,3-1,43	-	-	28-30	13-15
PBO (polibenzobisoksazol)	1,54-1,56	5600-5800	180-280	1-3,5	0,6-3

Pamuk liflerinden daha sert lifler olan ananas liflerinin eğilme ve burulma rijitliği de pamuk liflerine göre daha yüksektir. Diğer bir deyişle ananas lifleri eğilme ve burulmaya pamuk liflerine nazaran daha fazla direnç göstermektedir. Bu nedenle, ananas liflerinin eğirme işlemleri sırasında, bükülme işlemi kesilir kesilmez ananas lifleri çözülme eğiliminde olduğundan eğirme işlemi için gerekli büküm ve sıklığın elde edilmesi oldukça zor hale gelmektedir (Doraiswamy ve Chellamani 1993).

Kreme yakın bir renkte ve ipeksi bir görünüme sahip olan ananas liflerinin, ter emicilik ve anti-bakteriyel özellikler sergileyebildiği kaydedilmiştir (Kalaycı ve diğ. 2016). %100 ananas lifli kumaşlar, ananas liflerinin hızlı su emme kabiliyeti ve kaba yapısı nedeniyle, genellikle sert bunun yanında hava ve su geçirgenliği yüksek yapılarıdır. Ananas lifli kumaşlar her ne kadar keten ve rami kumaşlara benzer bir görünüme sahip olsa da bu liflerden daha kaba bir tutuma sahiptir (Bai ve Cui 2014; Briggs-Goode ve Townsend 2011).

Ananas ve polyester lifli karışım dokuma kumaşlar iyi bir tuşeye ve örtücülük özelliği sergilese de, aşınmaya karşı duyarlı olabilmektedirler. İplik kalitesi pamuk

liflerinininkinden daha düşük olsa da, kimyasal işleme tabii tutulmuş ananas lifleri pamuk lifleri ile karışım halinde kullanılabilirler (Sureshkumar ve diğ. 2012).

2.4 Ananas Liflerinin Tekstil Endüstrisindeki Kullanım Alanları

Ananas lifleri gibi yiyecek olarak kullanılmayan, doğal kaynaklı, yenilenebilir atık malzemelerin çeşitli endüstrilerde biyo-malzeme olarak kullanımı, tarımsal açıdan geniş bir pazar oluşturmaktadır (Cherian ve diğ. 2011; Huda ve diğ. 2008). Ayrıca ananas liflerinin ayırt edici özellikleri göz önüne alındığında hem tekstil endüstrisinde hem de kompozit malzemelerin kullanıldığı birçok endüstri alanında kullanım potansiyeline sahip bir malzeme haline gelmektedir (Asim ve diğ. 2015; Kalia ve Avérous 2011).

Ananas lifleri keşfedildikleri günden bu yana asırlardır, çeşitli coğrafyalarda oldukça farklı kullanım alanlarına sahip olmuştur. Ayakkabıdan, çantaya, şapkadan aksesuara, etek, pantolon, gömlek gibi günlük kıyafetlerden gelinlik ve abiye gibi özel günlerde giyilen giysilerde kullanılan ananas lifleri, ayrıca perde, masa örtüsü, yatak örtüsü, paspas, halı, döşemelik kumaş ya da havlu gibi ev tekstili ürünlerinde tercih edilen bir malzemedir.

Ananas lifleri, “piña” olarak adlandırıldığı Filipinler’de ayrı bir öneme sahiptir. Ananas lifli giysiler ülkenin ulusal giysisi olarak kabul edilmektedir (Nielson 2007; Steele 2005a, b). “Barong tagalog” olarak isimlendirilen bu özel yöresel giysiler, zenginliğin sembolü olduğu kadar; düğün, festival gibi özel günlerde insanların birbirlerine olan saygısını ifade etmek için de kullanılmaktadır (“Barong Tagalog”)(“Barong Tagalog”). %100 ananas lifli kumaşlardan yapılabildikleri gibi, ipek ya da muz lifleri ile karışım halinde kumaşlardan üretilen yöresel giysilere de rastlanmaktadır. Bu özel giysiler genellikle üzeri nakış işlemeli olarak kullanılır.

Ananas lifleri her ne kadar bazı coğrafyalarda yöresel kıyafetlerin vazgeçilmezi olarak görülsede, son yıllarda Fransa ve İspanya gibi modanın öncüsü olan ülkelerde birçok tasarımcının tercih ettiği lüks bir tekstil malzemesi haline gelmiştir (Gardetti ve Muthu 2015). Bunlara ilaveten ananas liflerinin halat yapımında ve kâğıt endüstrisinde

kullanıldığı kaydedilmiştir (Hermans ve diğ. 1997; S. Özdemir ve Tekoğlu 2014). Şekil 2.7’de ananas liflerinin kullanım alanlarından örnekler verilmiştir.



Şekil 2.7: Ananas lifli tekstil malzemeleri ile üretilmiş çeşitli ürünler

Ananas lifleri geleneksel tekstil ürünlerinin üretiminde kullanıldığı kadar, fiziksel ve mekanik özellikleri sayesinde teknik tekstillerin üretiminde de kullanılan doğal bir malzeme türüdür (L Uma Devi ve diğ. 1997; Dey ve Satapathy 2013). Teknik tekstillerde genellikle kompozit yapılarda kullanılan ananas lifleri, medikal tekstillerde, ısı yalıtım malzemelerinde, ses emici malzemelerde, konveyör bantlarında, iletken giysilerde, kemer kordonlarında, hava yastığı bağlama şeritlerinde kullanılabilir. Ayrıca, dokusuz yüzey ya da iri dokuma yapısında erozyonu ve tarımda toprak kaybını engellemek amacıyla jeotekstillerde ya da tarım tekstillerinde kullanımlarına rastlamak mümkündür (Cherian ve diğ. 2011; Cherian ve diğ. 2010; Doraiswamy ve Chellamani 1993).

Ananas lifleri, kullanımları sırasında iplik, dokuma ya da dokusuz yüzey gibi çeşitli tekstil formlarında karşımıza çıkmaktadır. Bu liflerin eğrilmesi, küçük modifikasyonlar yapılması halinde, jüt liflerinin ya da pamuk liflerinin eğrildiği sistemlerin yanı sıra kamgarn (yün) eğirme sistemleri gibi çeşitli eğirme sistemlerinde gerçekleştirilebilmektedir (Dey ve Satapathy 2013; Franck 2005; Sureshkumar ve diğ. 2012). Ananas lifleri 30-50 mm uzunluğunda kesilerek pamuk eğirme sistemlerinde eğilmeye uygun hale getirilir. Bu sayede pamuk lifleri ile ya da doğal/sentetik (polyester, ipek, vb.) lifler ile karışım olarak da eğrilebilmektedir (Briggs-Goode ve Townsend 2011; Mohamed ve diğ. 2009; "Piña"). Kamgarn eğirme sisteminde eğrilecek ananas liflerinin ise 50-70 mm uzunluğunda kesilmesi gerekmektedir. Fakat

öncesinde, ananas liflerinin bu sistem içerisinde eğrilebilmesi için, liflerin zamp giderme ya da buna benzer bazı kimyasal işlemlere tabii tutulması gerekmektedir (Franck 2005).

Ananas lifleri, oldukça sıra dışı bir o kadar da yenilikçi düşüncelere de ilham kaynağı olabilmektedir. Son yıllarda geliştirilen bir yöntem ile ananas lifleri bir dizi mekanik ve kimyasal işlem yardımı ile deri benzeri görünüme sahip dokusuz yüzey üretiminde kullanılmaktadır. “pinatex” adı verilen bir malzeme deri malzemelerin kullanıldığı neredeyse tüm uygulama alanlarında kullanılabilme potansiyeline sahip olup, deri ürünlere kıyasla çok daha ekolojik ve sürdürülebilir bir alternatif oluşturmaktadır. Şimdiden, birçok ünlü markanın ilgisini çeken bu doğal malzeme, ayakkabıdan çantaya hatta mobilyalarda derinin kullanıldığı birçok uygulama alanında kullanılmaya başlanmıştır (Şekil 2.8) (Hermans ve diğ. 1997; Sureshkumar ve diğ. 2012).. Boyama ve baskı ile kolaylıkla renklendirilebilen bu ticari ürün, deri ve benzeri sentetik ürünlere çevre dostu bir alternatif oluşturmuştur (Hermans ve diğ. 1997; Sureshkumar ve diğ. 2012).



Şekil 2.8: Ananas lifli deri benzeri görünüme sahip ticari dokusuz yüzey malzeme ve kullanıldığı ürünler

3. TEKSTİLDE ÖN TERBİYE İŞLEMLERİ

Doğal lifler tekstil endüstrisi içerisinde önemli bir hammadde kaynağını oluşturmaktadır. Liflerin kimyasal yapısı ve içerdikleri madde miktarı lifin elde edildiği bitkisel kaynağa göre değişim göstermektedir. Tekstil endüstrisinde kullanılan doğal liflerin genelini yapısında çoğunlukla selüloz bulunmaktadır. Fakat doğal lifler aynı zamanda liflerin doğasından gelen hemiselüloz, lignin, pektik asit, pektin, yağlar, mumsu yapılar (vaks), mineraller, renk verici maddeler ve nitrojenli bileşikler olarak çeşitli maddeleri de içermektedir. Bu maddeler tekstil liflerine yumuşak bir tutum ve güzel bir görünüm kazandırsalar da, hidrofob karakterlerinden dolayı yaş terbiye işlemleri sırasında tekstil maddesinin homojen olarak ıslanmasını engellemektedir (Kurban 2012; Roy Choudhury 2011).

Ön terbiye işlemi, tekstil terbiye işlemleri arasında önemli bir role sahiptir. Ön terbiye işleminin yeterli verimlilikle yapılmaması, tekstil maddesinin mamül haline getirilinceye kadar olan gerçekleştirilen işlem basamaklarının hepsinde olumsuz sonuçlara neden olabilir. Terbiye işlemlerine hazırlık olarak yapılan ön terbiye işlemleri, tekstil maddesi içerisindeki yabancı maddelerin, safsızlıkların uzaklaştırılmasını, liflerin suya olan ilgisinin arttırılmasını ve mamülün görünümünün güzelleştirilmesini hedeflemektedir (Aniş 2005; Kurban 2012).

Hemiselüloz

Hemiselüloz, polimerizasyon derecesi selülozdan daha düşük olan, elde edildiği kaynağa göre bileşenleri değişim gösterse de çoğunlukla karmaşık yapılu karbonhidratlar ve polisakkaritlerden oluşan bir maddedir. %18'lik kostik soda çözeltisinde çözünebilmektedir.

Pektin

Pektik asit bitkiler içerisinde kalsiyum magnezyum tuzları ya da pektin olarak bulunmaktadır (Roy Choudhury 2011). Suda çözünmeyen bir yapıda olan pektik asit, alkali çözeltileri içerisinde çözünebilen bir karakterdedir (Aniş 2005; Roy Choudhury 2011).

Lignin

Lignin, çoğunlukla gövde ve yaprak lifleri içerisinde yüksek sayılabilecek miktarlarda bulunan ve liflerin sarılaşmasına neden olan bir madde türüdür (Roy Choudhury 2011). Bitkiler içerisinde bitkinin sağlam durmasını sağlayan odunsu doku ile ilişkili olan lignin maddesi sodyum klorit veya sodyum hipoklorit çözeltileri içerisinde çözülebilmektedir (Roy Choudhury 2011).

Yağlar ve Vakslar

Yağlar ve vakslar doğal lifler içerisinde genellikle daha az miktarlarda bulunan madde türleridir. Yağlar gliserinin yağ asitleri ile esterleşmesi sonucu meydana gelirken; vakslar yağ asitlerinin uzun zincirli monohidrik alkollerle esterleşmesi sonucu meydana gelmektedirler (Aniş 2005). Yağlar sabunlaştırma işlemi ile suda çözünür hale getirilebilmektedir. Vaksların ise bir kısmı sabunlaşarak, bir kısmı da sabunlaşabilen vaksların yüksek sıcaklıkta hidrolizi sırasında oluşan sabunlar tarafından emülsiyeye edilerek uzaklaştırılabilmektedir (Aniş 2005; Roy Choudhury 2011).

Nitrojenli Bileşikler

Bu bileşikler, bitkinin yaşayan hücrelerinin içerisinde bulunan protoplazmanın bozunma ürünleridir (Roy Choudhury 2011). Genellikle doğal lifler içerisinde az miktarlarda bulunan bu maddeler (protein ve polipeptitler) tekstil işlem basamakları sırasında istenmeyen etkilerin görülmesine neden olabilmektedirler. Kaynar alkali çözeltileri içerisinde kolaylıkla çözülebilmektedirler (Roy Choudhury 2011).

Mineraller

Doğal lif içerisinde bulunabilen suda çözünür haldeki minerallerin miktarı ve yapısı, bitkinin yetiştirildiği toprak türüne göre değişim göstermektedir (Roy Choudhury 2011). Doğal lifler içerisinde en yaygın olarak bulunan mineraller, alüminyum, kalsiyum, demir ve magnezyum gibi metalik tuzlardır (Roy Choudhury 2011).

Renk verici maddeler

Doğal lifler içerisinde liflere sarı ve kahverengi tonlarında renk veren maddeler içermektedir. Bu renk verici maddeleri ön yıkama işlemleri ile verimli olarak uzaklaştırmak pek mümkün değildir. Bu nedenle, oksitleyici ağartma maddeleri kullanılarak, lifler içerisindeki renk pigmentleri bozundurulmakta ve parçalanmaktadır (Roy Choudhury 2011).

Sak lifleri içerisindeki renk verici maddeler kabuk hücrelerinde bulunan klorofil, ksantofil, karoten ve bu maddelerin türevleri şeklindedir. Bunlar kompleks tanin bileşikleriyle ilişkilidir. Renk verici bir diğer madde kaynağı ise kambiyum hücreleridir. Kambiyum hücreleri aromatik grup içeren proteinlerle ilişkilendirilir (Gedik 2012; Lewin 2010).

3.1 Hidrofilleştirme (Alkali İşlem)

Hidrofilleştirme işlemi, genellikle sabun ve deterjan ilavesi ile gerçekleştirilen, tekstil malzemesi içerisinde bulunması olası yabancı maddelerin uzaklaştırılmasını ve malzemenin daha homojen şekilde hidrophil hale getirilmesini hedefleyen ön terbiye işlemidir (Abdel-Halim 2012; Clark 2011; Hill ve diğ. 1993; Sinclair 2014). Lif türüne bağlı olarak zayıf (sodyum karbonat) ya da kuvvetli (sodyum hidroksit) alkali ilavesi ile de gerçekleştirilebilmektedir (Clark 2011).

Hidrofilleştirme işlemi ile birlikte,

- Yağlar ve vaksların bir kısmı sabunlaşmakta, vaksların sabunlaşamayan kısmı ise emülsiyeye edilerek yıkama suyuna karışmasıyla tekstil maddesinden uzaklaştırılmaktadır (Aniş 2005; Hill ve diğ. 1993; Kurban 2012).
- Pektin ve lignin bazik işlemler ile küçük moleküllere parçalanarak, sodyum tuzları halinde yıkama suyuna karışması ile tekstil maddesinden uzaklaştırılır (Aniş 2005; Roy Choudhury 2011).

- Nitrojenli bileşikler (proteinler ve polipeptidler) bozularak suda çözünebilen küçük moleküllere (basit aminoasitler ve amonyak) dönüşürler (Roy Choudhury 2011).
- Mineraller suda çözünerek yıkama suyuna karışmak suretiyle tekstil maddesinden uzaklaştırılır.
- Hemiselülozlar ve düşük polimerizasyon dereceli selülozlar çözünerek tekstil maddesinden uzaklaştırılır (Aniş 2005).
- Tekstil maddesi içerisinde kalan çöpeller gevşetilip, yumuşatılarak uzaklaştırılmakta, uzaklaştırılmayan çöPELLERİN ağartma işlemleri sırasında tekstil maddesinden uzaklaştırılması kolaylaştırılmaktadır (Aniş 2005; Hill ve diğ. 1993; Kurban 2012).
- Haşıl işlemi uygulanmış bir tekstil yüzeyi söz konusu ise, haşıl sökme işlemi sonrası lifler üzerinde kalması olası haşıl artıklarının tekstil liflerinden uzaklaştırılması sağlanır.
- Dokuma kumaş şeklinde bir tekstil yüzeyi söz konusu ise, dokuma işlemi sırasında bulaşması olası makine yağlarının tekstil yüzeyinden uzaklaştırılması sağlanır (Aniş 2005; Hill ve diğ. 1993).

3.2 Ağartma İşlemleri

Doğal lifler çoğunlukla yapısında doğasından gelen renk verici maddeler barındırmaktadırlar ve bu renk verici maddeler sebebiyle kremden kahveye varan çeşitli renk tonlarında olabilmektedirler (Abdel-Halim 2012). Ağartma işlemlerindeki amaç, tekstil liflerin içerisindeki bu renk verici pigmentlerin bozundurulup parçalanarak, tekstil maddesinin renksizleştirilmesinin sağlanmasıdır (Lacasse ve Baumann 2004). Ayrıca, bu işlem sırasında tekstil malzemelerinin üretimi sırasında bulaşması olası yağ, kir toz gibi maddeler ve doğal liflerin elde edilme kaynağı gereği liflerin arasında kalması olası bitki atıkları ve yabancı maddeler de uzaklaştırılabilmekte ya da ağartılabilmektedir (Abdel-Halim 2012; Gündoğan 2016; Hill ve diğ. 1993; Karmakar 1999; Lacasse ve Baumann 2004).

Ağartma işlemleri sırasında, yükseltgen (oksitleyici) veya indirgen kimyasal maddeler yardımı ile tekstil lifleri içerisindeki renk verici pigmentler uzaklaştırılmaz,

bu maddelerin parçalanarak tekstil maddesinin renksiz hale getirilmesi yani beyazlatılması sağlanır (Aniş 2005; Gündoğan 2016; Olson 1983). Ağartma işlemleri sırasında arzu edilen beyazlık derecelerine ulaşmak için göz önünde tutulması gereken en önemli parametre, işlem sırasında liflerin minimum oranda hasar görmesidir (Olson 1983).

Ağartma işlemlerinde kullanılan yükseltgen ve indirgen maddeler Tablo 3.1’de verilmiştir. Yükseltgen maddeler daha etkili bir ağartma etkisine sahip olduğundan, indirgen maddelere göre daha yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yükseltgen (oksitleyici) ağartma maddeleri ile gerçekleştirilen ağartma işlemlerinde işlem mekanizması, yükseltgen maddenin alkali çözelti içerisinde bozunarak aktif oksijen üretmesi ve ortaya çıkan bu aktif oksijenin tekstil materyali içerisindeki renk verici maddeleri parçalaması şeklinde gerçekleşmektedir (Gündoğan 2016; Lacasse ve Baumann 2004; Yakartepe ve Yakartepe 1995).

İndirgen (redükten) ağartma maddeleri ile gerçekleştirilen ağartma işlemlerinde ise işlem mekanizması, indirgen maddenin bir başka maddeyi kimyasal olarak indirgemesi şeklinde gerçekleşmektedir (Lacasse ve Baumann 2004).

Doğal selülozik liflerin ağartılmasında en yaygın olarak kullanılan ağartma maddelerinin başında yükseltgen ağartma maddelerinden hidrojen peroksit, sodyum klorit ve sodyum hipoklorit gelmektedir (Hill ve diğ. 1993; Lacasse ve Baumann 2004; Olson 1983). Fakat sodyum klorit ve sodyum hipoklorit ağartma işlemi sırasında, yüksek oranda zehirli klorlu organik atıklar (AOX) ortaya çıkartıklarından kullanımı zamanla azalmıştır (Steiner 1995). Özellikle günümüz endüstrisinde sürdürülebilirlik kavramının ve ekolojik kaygıların etkisi ile hidrojen peroksit sadece ulusal olarak değil, global anlamda en yaygın kullanılan ağartma maddesi haline gelmiştir.

Tablo 3.1: Yükseltgen ve indirgen ağartma maddeleri, kimyasal formülleri (Gedik 2012; Gündoğan 2016; Karmakar 1999; Lacasse ve Baumann 2004)

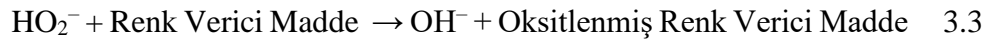
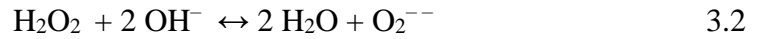
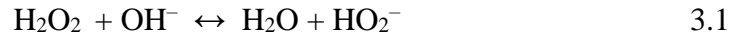
Yükseltgen Ağartma Maddeleri		İndirgen Ağartma Maddeleri	
Kimyasal Adı	Kimyasal Formülü	Kimyasal Adı	Kimyasal Formülü
Hidrojen peroksit	H_2O_2	Tiyoüre dioksit (TUDO)	$H_2NC(=NH)SO_2H$
Potasyum permanganat	$KMnO_4$	Kükürt dioksit	SO_2
Perasetik asit	$CH_3CO-OOH$	Sodyum borohidrid	$NaBH_4$
Sodyum perkarbonat	$Na_2CO_3, 3H_2O_2$	Sodyum bisülfıt	$NaHSO_3$
Sodyum perborat	$NaBO_2, H_2O_2, 3H_2O$	Sodyum sülfıt	Na_2HSO_3
Ozon	O_3	Sodyum hidrosülfıt	NaO_2SSO_2Na
Sodyum hipoklorit	$NaClO$	Sodyum sülfınat	HSO_2Na
Sodyum klorit	$NaClO_2$	Sülfüroz asit	H_2SO_3
Kalsiyum hipoklorit	$Ca(OCl)_2$	Glikoz	$C_6H_{12}O_6$
Sodyum peroksit	$Na_2O_2, 8H_2O$		
Sodyum persülfat	$Na_2S_2O_8$		
Performik asit	CH_2O_3		

3.2.1 Hidrojen peroksit ağartması

Peroksit içeren ağartma malzemelerinin üretimi 1980’li yılların sonlarına dayanmaktadır (Roy Choudhury 2011). Hidrojen peroksitin ağartma maddesi olarak kullanımı ise 1920-30’lu yıllarda başlayıp günümüze kadar gelmektedir (Gündoğan 2016; Roy Choudhury 2011).

Hidrojen peroksit, tekstil ürünlerinin ağartılmasında gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar sonucunda zehirli herhangi bir yan ürün ortaya çıkmamasından dolayı çevre-dostu ağartma maddesi olarak kabul edilmektedir (Hill ve diğ. 1993). Buna ağartma işlemlerinde elde edilen beyazlık derecelerinin oldukça yüksek değerlerde olması da eklendiğinde, en yaygın kullanılan ağartma maddesi haline gelmiştir (Hill ve diğ. 1993).

Hidrojen peroksit asidik ortamda stabil haldedir. Ağartma işlemleri ise genellikle alkali ilavesi ile ya da yüksek sıcaklık ortamlarında gerçekleştirilmektedir (Karmakar 1999). Bu durum hidrojen peroksitin bozunarak perhidroksil iyonları (HO_2^-) açığa çıkarmasına ve kimyasal olarak zayıf dibazik asit gibi davranmasına neden olmaktadır (Karmakar 1999). Ortaya çıkan perhidroksil iyonları oldukça kararsız bir yapıdadır. Ortamda oksitlenebilir bir maddenin bulunması halinde, doğal lifler içerisindeki renk pigmentleri gibi, perhidroksil iyonları parçalanarak ağartma reaksiyonunun gerçekleşmesini sağlamaktadır (Karmakar 1999). Hidrojen peroksit ağartma işlemi sırasında gerçekleşen reaksiyonlar (3.1-3.4) verilmiştir (Gündoğan 2016; Zeronian ve Inglesby 1995).



Yüksek pH ortamında (10,8’in üzeri) perhidroksil iyonlarının ortaya çıkışı çok hızlı şekilde gerçekleştiğinden, perhidroksil iyonları liflere zarar verebilmektedir (Karmakar 1999). Ayrıca, ağartma banyosunda ya da lifler üzerinde ağır metal iyonlarının bulunması katalitik etkiye neden olarak selüloz liflerinin oksitlenmesine

ve zarar görmesine neden olabilmektedir (Gedik 2012; Gündoğan 2016; Roy Choudhury 2011). Bu nedenle, hidrojen peroksit ile gerçekleştirilen ağartma işlemlerinde reaksiyonun kontrollü olarak gerçekleştirilebilmesi için, ağartma flottesine stabilizatör, iyon tutucu ve ıslatıcı gibi yardımcı maddeler eklenmektedir (Zeronian ve Inglesby 1995). Ayrıca işlem süresince pH, sıcaklık ve sürenin kontrol altında tutulması gerekmektedir. Doğal selülozik liflerin

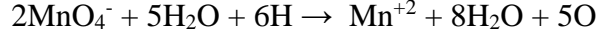
hidrojen peroksit ile ağartılmasında optimum pH aralığı 10,5-10,8 olarak kaydedilmiştir (Karmakar 1999). Sodyum hidroksit ve sodyum karbonat gibi alkaliler yardımı ile pH ayarı yapılabilmektedir (Carr 1995; Zeronian ve Inglesby 1995).

Hidrojen peroksit ağartması reaksiyonu sonucu ortaya çıkan ürünlerin sadece su ve oksijen olması, zararlı bir kimyasal madde barındırmaması, bu yöntemin en önemli avantajlarından biridir. Ancak, hidrojen peroksit ağartmasının alkali ortamda ve stabilizatör ilavesi ile uzun sürelerde ve yüksek sıcaklıklarda gerçekleştirilmesi, işlem için gerekli su ve enerji tüketimini olumsuz etkilemektedir. İşlem sonrası, parçalanmayan hidrojen peroksidin ve alkali atıklarının tekstil yüzeyinden uzaklaştırılması için büyük oranlarda suya ihtiyaç duyulmaktadır (Abdel-Halim 2012; Abdel-Halim ve Al-Deyab 2011; Hill ve diğ. 1993).

3.2.2 Potasyum permanganat ağartması

Potasyum permanganat, koyu kırmızı-mor arasında renge ve metalik parlaklığa sahip kristal halde, kuvvetli yükseltgen bir maddedir (Market). Potasyum permanganat ağartması esnasında, potasyum permanganat oksitlenebilir tekstil maddesinin varlığında bozunarak, mangan dioksit ortaya çıkar. Oluşan mangan dioksit tekstil yüzeyinde koyu renkli bir tabaka halinde gözlemlenebilmektedir. Bu nedenle, potasyum permanganat ağartması iki adımda gerçekleştirilir. İlk adımda tekstil malzemesinin potasyum permanganat ile ağartma adımıdır. İkinci adımda ise, tekstil yüzeyindeki mangan dioksit atıkları indirgenerek uzaklaştırılır.

Potasyum permanganat ile ağartma işlemi sırasında gerçekleşen reaksiyon mekanizması şu şekildedir (3.5):



3.5

Asidik, alkali ve nötr çözeltilerde etkili olabilen potasyum permanganat, kuvvetli yükseltgen karakterinin yardımıyla, klorlu ağartma maddelerinin çevreye olumsuz etkilerine alternatif bir ağartma maddesidir (Gündoğan 2016). Fakat zehirli ve tahriş edici özelliklerinden dolayı çevre ve insan sağlığı açısından tehlikeli olabilmektedir (D. Özdemir 2006).

Potasyum permanganat en yaygın olarak denim ağartmasında bölgesel ağartma işlemlerinde kullanılmaktadır (Market).

Potasyum permanganat ağartma işlemi sonrasında, tekstil yüzeyinde manganat atığının kalmaması için, sodyummetabisülfite, oksalik asit gibi maddeler ile verimli bir ard-yıkama işlemi gerçekleştirilmesi gerekmektedir (D. Özdemir 2006).

3.2.3 Perasetik asit ağartması

Perasetik asidin, ilk hazırlanışı yaklaşık 160 yıl öncedir. Tekstil maddelerinin ağartılması işlemlerinde kullanımı ise 1940'lı yıllara dayanmaktadır (Hickman 2002). Oda sıcaklığında renksiz bir sıvı olan perasetik asit, hidrojen peroksidin bir asetil türevi olup, hidrojen peroksit göre daha az karardır (Carr 1995; Gündoğan 2016).

Oldukça kuvvetli bir yükseltgeme özelliğine sahip olan perasetik asit, oksitlenebilir yüzeyler ile kolaylıkla egzotermik bir reaksiyona girebilir (Hickman 2002). Stabil olmayan karakteri gereği, perasetik asidin ürün olarak saklama koşullarına özen gösterilmelidir. Aksi halde, kendisinden hareket alan bir bozunma reaksiyonu başlatabilmektedir (Gündoğan 2016; Hickman 2002).

Kağıt ve tekstil endüstrisinde yaygın bir kullanıma sahip olan perasetik asit, hidrojen peroksit ve asetik asit ya da asetik anhidritin bir araya gelmesi ile oluştuğundan dolayı patlama potansiyeline sahip bir maddedir. Ayrıca, fiyatının da diğer ağartma maddelerine kıyasla bir miktar daha yüksek olması kullanımını az da olsa sınırlandırmaktadır (Križman ve diğ. 2005). Pamuk liflerinin ağartılmasında ağartma maddesi olarak perasetik asidin kullanıldığı işlemlerde en verimli ağartma

reaksiyonları: pH 6-7 ortamında, 50-80 °C ağartma sıcaklığında ve sıcaklığa bağlı olarak 20-60 dakika arasında değişen işlem sürelerinde gerçekleştirilen işlemlerde elde edilmektedir (El Shafie ve diğ. 2009; Steiner 1995). Hidrojen peroksit ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri ile karşılaştırıldığında, nötr pH da, yardımcı malzeme ilavesi olmadan, daha düşük işlem süresi ve sıcaklıkta tatmin edici beyazlık değerleri elde edilebilmektedir (Gündoğan 2016; Križman ve diğ. 2005). Ağartma mekanizması hidrojen peroksit ağartmasına benzer nitelikte olsa da, işlem sonrasında, hidrojen peroksit ağartmasındakinin aksine, nötralizasyon işlemine gerek durulmamaktadır (El Shafie ve diğ. 2009; Križman ve diğ. 2005). Bu sayede, su ve enerji tüketimi açısından avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, perasetik asit kullanılarak gerçekleştirilen ağartmalarda pamuk liflerinin çok daha az zarar gördüğü kaydedilmiştir (Abdel-Halim ve Al-Deyab 2011; El Shafie ve diğ. 2009).

Perasetik asit ile ağartma işlemi sırasında gerçekleşen reaksiyon mekanizması şu şekildedir (3.6) (Gündoğan 2016; Karmakar 1999; Križman ve diğ. 2005):

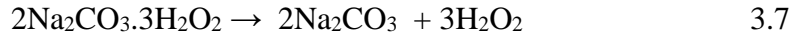


En yaygın kullanılan aktivatörleri, sodyum perborat ve asetillenmiş oksijen, nonanoiloksibenzensülfonat (NOBS) ya da tetraasetiletilendiamin (TAED) gibi nitrojenli bileşikleridir (Abdel-Halim ve Al-Deyab 2011; Gündoğan 2016; Križman ve diğ. 2005; Steiner 1995). Perborat aktivatörlerin, perasetik asidin basamaklarına göre etki ettiği farz edilmektedir (Abdel-Halim ve Al-Deyab 2011). Perborat sulu çözeltide hidrolize olur ve hidrojen peroksit üretilir.

3.2.4 Sodyum perkarbonat ağartması

Sodyum perkarbonat, yaklaşık %13 oranında oksijen içeren, toz halinde kimyasal bir maddedir (Gedik 2012; Gündoğan 2016). Sodyum karbonat ve hidrojen peroksidin reaksiyonu ile elde edilen sodyum perkarbonat, 20 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda bozunarak, sodyum karbonat ve hidrojen peroksit açığa çıkartacak şekilde parçalanmaktadır (Carr 1995; Gedik 2012).

Sodyum perkarbonat ile ağartma işlemi sırasında gerçekleşen reaksiyon mekanizması şu şekildedir (3.7) (Gündoğan 2016):



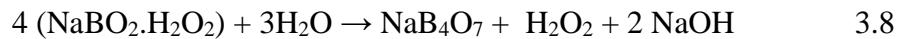
Pamuklu ürünlerinin ağartılmasında düşük sıcaklıklarda gerçekleştirilen sodyum perkarbonat ile ağartma işlemlerinde tatmin edici beyazlık değerleri elde edilememektedir (Murayama ve diğ. 1971). Daha yüksek sıcaklıklarda (95 °C) gerçekleştirilen sodyum perkarbonat ağartmasının daha verimli beyazlık etkisi gösterdiği kaydedilmiştir (Trotman 1970).

Sodyum perkarbonat ve sodyum perborat genellikle mükemmel bir beyazlığa ihtiyaç duyulmadığında tercih edilen ağartma türleridir. Örneğin, açık ya da pastel tonlarda gerçekleştirilecek boyamalar öncesinde zemin rengini iyileştirmek amacıyla kullanılabilirler (Tomasino 1992). Ev tipi yıkama deterjanların içerisinde sıkça bulunan bir ağartma maddesidir.

3.2.5 Sodyum perborat ağartması

Sodyum perborat beyaz renkte, kokusuz ve suda çözünebilen kristal toz halinde bir maddedir. Sodyum metaborat çözeltisine hidrojen peroksit ilavesi ile üretilen sodyum perborat, zehirli, tehlikeli ve pahalı olmayan bir endüstriyel kimyasaldır ("Sodium Perborate")("Sodium Perborate").

Oda sıcaklığında suda çözünme reaksiyonunda hidrojen peroksit ortaya çıkmaktadır. Pratikte, pH 10'da %1'lik çözelti olarak kullanılmaktadır. Sodyum perborat ile gerçekleştirilen ağartma işleminde suda çözülme reaksiyonu şu şekildedir (3.8) (Carr 1995; Gündoğan 2016):



Sodyum perboratlar ve sodyum perkarbonatlar ticari deterjanların yapısında sıkça rastlanabilen maddelerdir (Abdel-Halim 2012; Murray 1968).

Sodyum perborat ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri ile elde edilen beyazlık değerleri klorlu ağartıcılara göre daha zayıf derecelerde olsa da; işlemin ortalama şartlarda kolay uygulanabilir olması, kokusuz oluşu ve deterjanlar ile birlikte kullanılabilir oluşu bu kimyasalı avantajlı kılmaktadır (Murray 1968).

Sodyum perborat, sodyum hipoklorit ile karşılaştırıldığında, lif yapısına daha az zarar vererek, sodyum hipokloride göre daha hassas bir ağartma gerçekleştirir. Fakat sadece 60 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda etkilidir ("Textile Bleaching" 2009).

3.2.6 Tiyöüre dioksit (TUDO) ağartması

Tiyöüre dioksit, ağartma işlemi sırasında tek başına kullanılabilirdiği gibi hidrojen peroksit ağartması sonrasında beyazlık derecelerini daha iyileştirmek amacıyla kombinasyon şeklinde de kullanılabilmektedir (Carr 1995; Karmakar 1999).

TUDO ile tek başına yapılan ağartma işlemlerinde ağartılacak tekstil malzemesinin yapısına ve istenilen beyazlık derecesine göre farklı şartlarda ağartma işlemi uygulanabilmektedir. Selülozik liflerin ağartılmasında genellikle işlem, pH 7'de, 70 °C'de ve 60 dakika işlem süresinde gerçekleştirilirken (Carr 1995); yün liflerinin TUDO ile ağartılmasında optimum şartlar 80 °C'de 30 dakikalık işlem süresi olarak bildirilmiştir (Karmakar 1999).

Ticari tiyöüre dioksit ürünleri içerisinde çoğunlukla, ıslatıcı ve iyon tutucu gibi maddeler ilave edilmiş haldedir (Carr 1995). TUDO ile gerçekleştirilen ağartmalar, sodyum hidrosülfid ile yapılan ağartma işlemelerine göre, daha ekonomik ve çevresel anlamda çok daha avantajlıdır (Karmakar 1999).

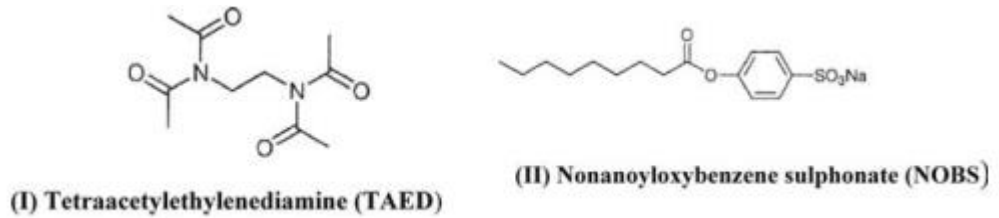
3.2.7 Aktivatörlerin kullanımı ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri

Selülozik liflerin ağartılması işlemlerinde, lifler zarar görmeden, minimum enerji ve su tüketimi ile ağartma sırasında kullanılan kimyasallarla çevreye zarar vermeden en yüksek beyazlık değerlerinin elde edilmesi hedeflenir. En yaygın kullanılan ve ağartma kimyasalları arasında hem en verimli sonuçların elde edildiği

hem de en çevre dostu olarak kabul edilen hidrojen peroksit ağartmasıdır. Fakat hidrojen peroksit de alkali çalışma ortamı, yüksek sıcaklık ve uzun çalışma süreleri nedeniyle yüksek enerji tüketimi nedeniyle geliştirilmeye açık zayıf yönleri sahiptir. Tekstil ön terbiye işlemlerinde ağartma aktivatörleri, geleneksel hidrojen peroksit ağartmasından kaynaklanan problemleri minimize etmek ve hidrojen peroksit ile yapılan ağartmaların verimliliğini arttırmak amacıyla uygulanmaktadır (El Shafie ve diğ. 2009). Ağartma mekanizması içerisinde aktivatörlerin görevi, kinetik olarak daha aktif bir ortam yaratarak ağartma işleminin daha düşük sıcaklıkta, daha düşük pH'da, daha düşük işlem süresi ve hidrojen peroksit konsantrasyonlarında gerçekleşmesini sağlamak, dolaylı olarak selülozik liflerin göreceği zararı en aza indirmektir.

Tetraasetiletilendiamin (TAED) ve nonanoloksibenzen sülfonat (NOBS) tekstil ön terbiye işlemlerinde en bilinen ve en yaygın kullanılan aktivatörlerdir (Şekil 3.1) (El Shafie ve diğ. 2009). Son yıllarda bunlara katyonik aktivatörler de eklenmiştir (Roy Choudhury 2011).

Tetraasetiletilendiamin (TAED) kokusuz, renksiz, stabil, güvenli ve biyobozunur bir maddedir (Roy Choudhury 2011). nonanoloksibenzen sülfonat (NOBS) ise anyonik yapıda uzun alkil zincirli bir bileşiktir (Roy Choudhury 2011). Tetraasetiletilendiamin (TAED) ve nonanoloksibenzen sülfonat (NOBS)'ın performansları karşılaştırıldığında, NOBS'un TAED'e göre daha iyi ağartma performansı sergilediği iddia edilmektedir (El Shafie ve diğ. 2009). TAED'in suda çözünme karakterinin zayıf olması bu aktivatörün tekstil uygulamalarında kullanımını sınırlandırmaktadır (El Shafie ve diğ. 2009).



Şekil 3.1: Tetraasetiletilendiamin (TAED) ve nonanoloksibenzen sülfonat (NOBS) kimyasallarının kimyasal gösterimi (El Shafie ve diğ. 2009)

Geleneksel hidrojen peroksit ağartması banyosuna katyonik aktivatörlerin ilavesi ile birlikte, daha düşük sıcaklıkta tatmin edici beyazlık derecelerinde, daha az lif hasarı ile ağartma işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi mümkün hale gelmiştir (Roy Choudhury 2011).

3.2.8 Ön terbiye işlemlerinde enzimlerin kullanımı

Enzimler, kimyasal tepkimelerin hızı arttıran yani kataliz yapan, yüksek moleküllü, kompleks organik polimerlerdir (Sancar, Paksoy, Balci ve Kurtoğlu 2012). Protein yapısında olan enzimler, canlı hücre içerisinde ve doğal yollarla üretilmektedirler (Aehle 2007).

Modern biyoteknolojik yöntemler ile izole edilebilen enzimler, sadece belirli bir reaksiyonda ya da belirli bir materyal üzerinde etkili olabildiğinden başta tekstil endüstri olmak üzere birçok endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Oğulata 2011; Sancar, Paksoy, Balci ve Kurtoğlu 2012).

Kimyasal bir reaksiyonu katalizledikten sonra serbest kalan enzimler, tekrar bir sonraki reaksiyonu da katalizlemeye devam edebilmektedir. Bu da çok miktarlarının dahi işlem verimliliği açısından yeterli olabileceği anlamına gelmektedir (Oğulata 2011).

Enzimlerin kolay ve hızlı şekilde biyolojik olarak parçalanma özelliği, endüstriyel alanda kullanıldığında atık su yükü oluşturmadığından büyük bir avantaj sağlamaktadır.

Tekstil endüstrisinde enzimler en yaygın kullanıldığı alan terbiye işlemleridir. Tekstil terbiye işlemlerinde genellikle kullanılan enzimler; selülaz, pektinaz, lakkaz, proteaz, lipaz, katalaz, amilaz, ksilinaz, hemiselülaz, peroksidaz ve glikoz oksidazdır (Aehle 2007; Oğulata 2011; Sancar, Paksoy, Balci ve Kurtoğlu 2012). En yaygın kullanıldıkları tekstil prosesleri ise, haşıl sökme, hidrofilleştirme, yumuşatma, denim yıkama, ağartma, biyo-parlatma, sak liflerinin havuzlanması ve benzeri etkileri sağlamayı hedefleyen tekstil işlemleridir (Tablo 3.2) (Aehle 2007; Arık ve diğ. 2008).

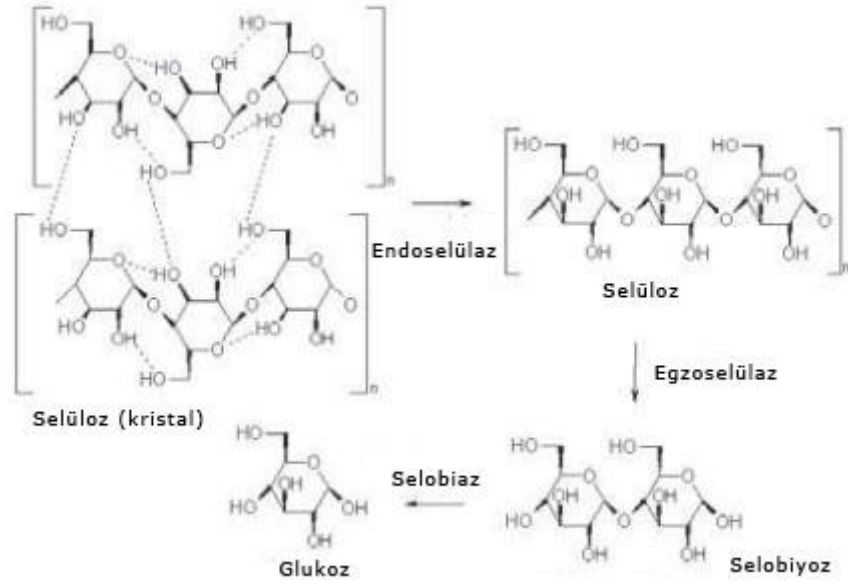
Tablo 3.2: Tekstil endüstrisinde kullanılan enzimler ve kullanım alanları (Aehle 2007; Gündoğan 2016; Oğulata 2011)

Enzim	Substrat	Kullanımı
amilaz	amiloz	nişasta haşılının sökülmesi
selülaz	selüloz	biyo-parlatma, denim taş yıkama boncuklanmayı azaltma (antipilling)
pektinaz	pektin	selülozik liflerin hidrofilleştirilmesi, sak ve yaprak liflerinin havuzlanması
lakkaz	medyatör	beyazlık geliştirme, atık su renk giderme, denim ağartma
katalaz	hidrojen peroksit	hidrojen peroksit nötralizasyonu
proteaz	protein	yünün ağartılması, keçeleşmezlik özelliği sağlama serisin uzaklaştırma, denim taş yıkamada geri kirletmenin azaltılması
lipaz	yağ asitleri	gliserin ve yağ asitlerinin esterlerini hidrolizi
peroksidaz	hidrojen peroksit	hidrojen peroksit nötralizasyonu
glikoz oksidaz	glikoz	ağartma maddesi oluşturarak beyazlık geliştirme
hemiselülaz	hemiselüloz	sak ve yaprak liflerinin havuzlanması

ksilinaz	lignin	lignin parçalanması ile ağartılabilirliğin iyileştirilmesi
----------	--------	--

3.2.8.1 Selülaz

Selülaz, mantarlar, bakteriler ve bazı protozolar tarafından selülozu sindirmek amacıyla salgılanan bir enzim türüdür (Şekil 3.3) ("Selülaz")("Selülaz"). Selülaz enzimi, selülozun β -1,4-glikozidik bağlarını parçalayarak, selülozun daha küçük oligosakkaritlere ve son olarak glukozu kadar ayrılmasını sağlamaktadır (Şekil 3.2) (Araujo ve diğ. 2008; Mojsov 2011; "Selülaz").



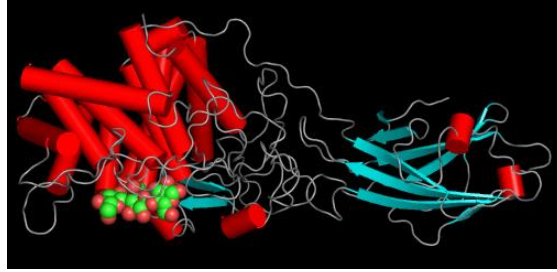
Şekil 3.2: Selülaz enzimi ile selülozun parçalanma reaksiyonu (Mojsov 2011)

Başta tekstil, gıda, kağıt ve kağıt hamuru, deterjan ve yem endüstrisi olmak üzere geniş bir kullanım yelpazesine sahip olan selülaz enzimleri, bugün tekstil endüstrisinde kullanılan enzimlerin %50'sini oluşturmaktadır (Haliskaranfil ve Arıkan 2012; Miettinen-Oinonen 2007) ve her geçen gün tekstil endüstrisindeki kullanımı daha da artmaktadır (Cavaco-Paulo 1998).

Selülaz enzimlerinin en geniş kullanıma sahip olduğu tekstil prosesi, denim ağartma işlemlerindedir. Geleneksel olarak ponza taşlarının kullanımı ile mekanik etki ile gerçekleştirilen kumaş üzerindeki boyarmaddenin uzaklaştırılması işlemi, selülaz

enzimi kullanımı ile çok daha kontrollü olarak gerçekleştirilebilmektedir (Haliskaranfil ve Arikan 2012; Miettinen-Oinonen 2007).

Selülaz enziminin bir diğer yaygın kullanım alanı ise, biyo partlatma ve kumaşın boncuklanma eğilimini azaltma (anti-pilling) işlemleridir (Cavaco-Paulo 1998; Mojsov 2011). Biyo-parlatmada kumaşlara şeftali tüyü efekti kazandırılırken, kumaşların boncuklanma eğilimini azaltma işlemlerinde kumaş yüzeyindeki küçük tüycükler ve boncuklanmalar uzaklaştırılarak kumaş görünümünün iyileştirilmesi sağlanmaktadır (Araujo ve diğ. 2008; Cavaco-Paulo 1998; Cavaco-Paulo ve diğ. 1997).



Şekil 3.3: Selülaz enzimi modeli ("Selülaz")("Selülaz")

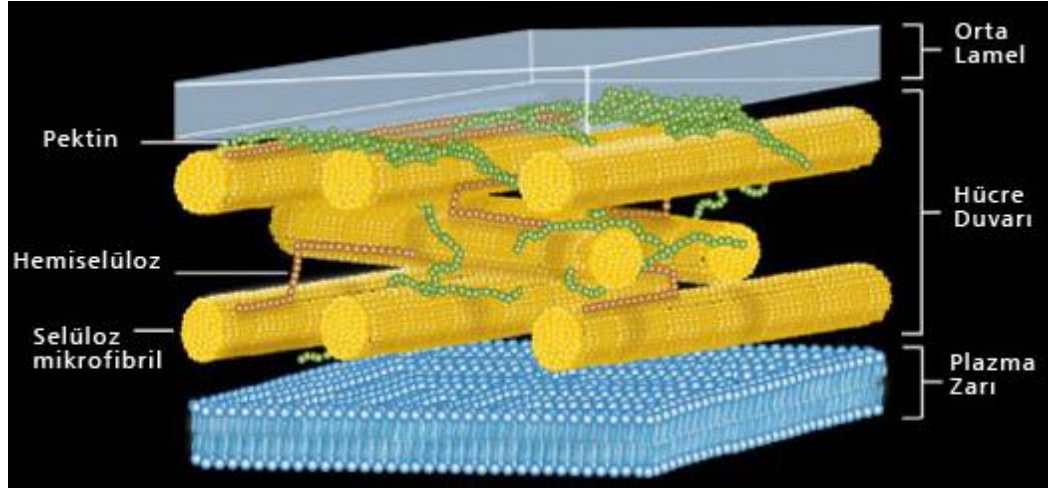
Günlük ev tipi deterjanların içerisinde de sıkça rastladığımız selülaz enzimi ile kumaşlar içerisindeki lif yüzeyinin temizlenmesi sağlanmakta ve bu sayede kumaşlara daha parlak ve daha iyi bir görünüm kazandırılmaktadır (Cavaco-Paulo 1998; Cavaco-Paulo ve diğ. 1997). Bununla birlikte, kumaşların yumuşaklığının geliştirilmesine de olumlu bir katkı sağlamaktadır (Cavaco-Paulo 1998).

Selülaz enzimin aktif olduğu sıcaklık 30 °C ile 60 °C arasındadır ve pH hassasiyetlerine göre; asit selülaz (pH 4,5-5,5), alkali selülaz (pH 9-10) ya da nötr selülaz (pH 6,6-7) olarak üç sınıfa ayrılabilir (Araujo ve diğ. 2008).

3.2.8.2 Pektinaz

Pektin ve diğer pektik maddeler orta lamelin bir parçası olan bitki hücre duvarında bulunan kompleks yapıli polisakkaritlerdir (Şekil 3.4). Pektinazlar ise bu polisakkaritlerin pektik maddelerinin bozunmasına yol açan kompleks yapıli bir enzim grubudur (Araujo ve diğ. 2008) ve çoğunlukla bitkilerin hücre duvarlarının

parçalanması için doğada saprofitler (çürükçüller) ve patojenler (bakteri ve mantar) tarafından üretilirler (Araujo ve diğ. 2008).



Şekil 3.4: Pektinin hücre içerisindeki yeri ("Enzymes for Alternative Energy Research")("Enzymes for Alternative Energy Research")

Pektinazlar enzimlerinin ilk ticari uygulaması 1930'da gıda endüstrisinde meyve sularının ve alkollü içeceklerin üretiminde kullanılmıştır (Kashyap ve diğ. 2001). Pektinaz enzimlerinin bugün en yaygın kullanıldığı endüstriler gıda ve tekstil endüstrileridir. Gıda endüstrisinde çoğunlukla meyve sularının bulanıklığının ve acılığının giderilmesinde, çay ve kahvenin fermantasyonunda, yağ ekstrasyonunda, pektik atık sularının giderilmesinde kullanılırken, tekstil endüstrisinde keten, kenevir, jüt, kenaf, rami, hindistan cevizi, ananas gibi gövde ve yaprak bitkilerinden lif üretiminde (çürütme ve vaks uzaklaştırma-degumming), hidrofilleştirme (pişirme) işlemlerinde kullanılmaktadır (Kashyap ve diğ. 2001; Mojsov 2011).

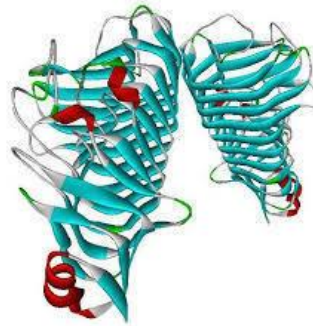
Pektinaz enzimi ile gerçekleştirilen ön yıkama (hidrofilleştirme) işlemi sonrasında pamuklu kumaşların nem çekme kabiliyetini iyileştirdiği (Karapinar ve Sariisik 2004)

Alkali ile yapılan hidrofilleştirme işlemlerinin sert tutumunun aksine, enzimatik pişirme işlemlerinde tutum oldukça yumuşaktır. Enzimatik işlemler kumaşa ve doğaya zarar vermeden verimli bir hidrofilleştirme işleminin gerçekleştirilmesini

sağlamaktadır. Ayrıca, alkali işlemleri sırasında kullanılan agresif kimyasallar yerine kullanıldığından, çalışan sağlığı açısından da oldukça avantajlıdır (Mojsov 2011).

Ön terbiye işlemleri sırasında selüloz ve pektinaz çoğunlukla kombine olarak kullanılmaktadır (Mojsov 2011). Pektinaz ve selüloz enzimlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda kumaşların nem çekme özellikleri açısından çok daha verimli sonuçlar elde edilmektedir (Karapınar ve Sariisik 2004). Enzimatik hidrofilleştirme işlemi ile alkali ile elde edilen hidrofilleştirme işlemi işlemleri kıyaslandığında; birçok enzimatik pişirme işleminin tek başına uygulandıklarında geleneksel alkali pişirme işlemlerinden daha iyi sonuçlar vermediği fakat selüloz+pektinaz enzimleri ile selüloz+proteaz+pektinaz enzimlerinin kombine kullanımlarında kumaşların ıslanabilirlikleri açısından alkali pişirmeye benzer iyileşmelerin gözlemlendiği kaydedilmiştir (Karapınar ve Sariisik 2004).

Pektinaz enzimi ve yüzey aktif maddelerin birlikte kullanıldığı biyopişirme (pişirme) işlemi geleneksel alkali pişirme işlemi ile karşılaştırıldığında; pamuklu kumaşların ıslanabilirliğinin iyileştirildiği fakat liflerden uzaklaştırılan vaks miktarının geleneksel yöntemeye göre daha az olduğu kaydedilmiştir. Pektinaz ile gerçekleştirilen biyopişirme çözeltilisine küçük miktarlarda non-iyonik yüzey aktif madde ilavesinin, pektin enzim aktivitesini engellemeden, pamuk liflerinden vaksın daha verimli şekilde uzaklaştırılmasını sağladığı belirtilmektedir. Pektinaz-yüzey aktif madde sistemi ile yapılan biyo-pişirme işlemi uygulanan pamuk liflerinin özelliklerinin, geleneksel alkali pişirme uygulanan pamuk liflerine eş değer ya da daha iyi olduğu gözlemlenmiştir (Sawada ve diğ. 1998).

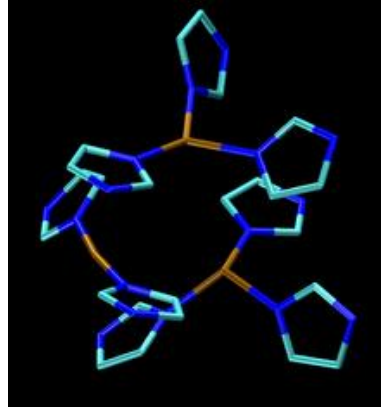


Şekil 3.5: Pektinaz enzim modeli ("Pectinase")

Pektini parçalamak için genel olarak, pektin esterazlar (PEs), poligalaktronazlar (PGs) ve poligalaktronat liyazlar (PGLs) olmak üzere 3 ana pektinaz enzim türü bulunmaktadır (Araujo ve diğ. 2008).

3.2.8.3 Lakkaz

Lakkaz, bitkilerin, mantarların ve mikroorganizmaların çoğunluğunda bulunan, üç redoks bölgesine bağlı, her bir monomeri bir veya daha fazla bakır atomu içeren oksidaz enzimleridir (Şekil 3.6) (Arik ve diğ. 2008; "Laccase" ; Tzanov ve diğ. 2003). Oksijeni bir elektron alıcısı gibi kullanarak, geniş bir alandaki organik ve inorganik maddelerin oksidasyonunu katalize ederler (Tzanov ve diğ. 2003).



Şekil 3.6: Lakkaz enzimlerinin çoğunluğunda bulunan üçbakır kümesi ("Laccase")

Lakkaz enzimlerinin redoks potansiyelleri fenolik olmayan bileşiklerin redoks potansiyellerinden düşük olduğu için, lakkaz bu tür maddeleri oksitleyememektedir. Fakat elektron transfer medyatörleri olarak hareket edebilen küçük moleküller ile birlikte kullanıldıklarında fenolik olmayan yapıları da oksitleyebilen bir sistem oluşturmaktadırlar. Lakkaz medyatör sistemleri adı verilen bu sistem sayesinde, lakkaz enzimleri selüloz delignifikasyonu, organik kirleticilerin oksidasyonu, biyosensörlerin ve biyoyakıt hücrelerinin geliştirilmesi gibi birçok alanda kullanılabilir hale gelmiştir (Arik ve diğ. 2008; Couto ve Herrera 2006).

Lakkaz enziminin tekstil endüstrisinde kullanımına yönelik araştırmalar, lakkaz enziminin selülozik liflerde bulunan yağlar, mumlar, pektinler, proteinler ve doğal renklendirici maddelerin uzaklaştırılmasında kullanılabileceğini göstermektedir (Mojsov 2011; Pereira ve diğ. 2005; Tzanov ve diğ. 2003). Bazı çalışmalarda pamuk lifli kumaşların beyazlık derecelerinde artış sağlanırken (Mojsov 2011; Pereira ve diğ. 2005); bazı çalışmalarda ne sadece lakkaz enzimi kullanımı ne de lakkaz medyatör kullanımı yeterli beyazlık derecelerinin elde edilmesine yardımcı olmamış, işlemler ultrason enerjisi ya da ozon gibi malzemelerin yardımıyla iyileştirilebilmiş (Basto ve diğ. 2007; İnkaya ve diğ. 2010) ve ya beyazlıkların iyileştirilmesi için ilave ağartmalar gerçekleştirilmiştir (Sancar, Paksoy, Balci ve Kurtoglu 2012).

Lakkaz enzimi, denim ağartma işlemlerinde taş yıkamada ponza taşı ile elde edilen mekanik efektlerin oluşturulmasında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Medyatör sistemleri kullanılarak ya da kullanılmaksızın lakkaz enzimleri ile yapılan işlemlerin verimliliğin oldukça iyi olduğu kaydedilmiştir (Campos ve diğ. 2001; Mojsov 2011; Pazarlıoğlu ve diğ. 2005).

3.3 Ön Terbiye İşlemlerinde Kullanılan Yeni Teknoloji Yöntemler

3.3.1 Ön terbiye işlemlerinde mikrodalga enerjisi kullanımı

Mikrodalgalar 1 mm-1 m arasında değişen dalga boyuna sahip elektromanyetik dalgalardır ve 300 MHz-300 GHz frekanslar aralığında bulunmaktadırlar (Ahmed ve El-Shishtawy 2010; alışkan 2002). Bir yere odaklanabilme, boşlukta ilerleyebilme özelliklerine sahip mikrodalgalar, maddenin yalıtkanlık (dielektrik) özelliklerine bağlı olarak emilebilir, yansıtılabilir ya da emilmeden maddenin içinden geçebilir (alışkan 2002).

Mikrodalga enerjisinin farklı endüstriyel alanlarda kullanımını genellikle, ısı üretimini hedefleyen alanları oluşturmaktadır. Gıda, tekstil gibi birçok alanda ısı ile gerçekleştirilen işlem basamaklarında işlemlerin çok daha kısa sürede gerçekleştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Mikrodalgaların yalıtkan bir malzeme tarafından tutulması ve enerjisinin bu malzeme tarafından emilmesi sonucu ısı üretimi

gerçekleşmekte ve malzemenin sıcaklığı artmaktadır (Çalışkan 2002). Mikrodalga enerjisi ile gerçekleştirilen ısınma işlemi, Geleneksel yöntem ile gerçekleştirilen ısınma işleminden farklıdır. Geleneksel (konvansiyonel) ısınmada, sıcaklık artışı maddenin yüzeyinden başlarken, mikrodalga enerjisinde maddenin içerisinden başlamaktadır, bu nedenle mikrodalga enerjisi ile ısı artışı çok daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir (Şekil 3.7) (Ahmed ve El-Shishtawy 2010).



Şekil 3.7: Konvansiyonel ısıtma ve mikrodalga ısıtma mekanizması (Ahmed ve El-Shishtawy 2010)

Uzun yıllardır mikrodalga enerjisinin bilim ve teknolojiadaki kullanımını artarak yaygınlaşmaktadır. Tekstil endüstrisinde de ön terbiye, kurutma, boyama, bitim işlemleri gibi alanlarda mikrodalga enerjisinin avantajlarından faydalandığı bilinmektedir. Özellikle Türkiye gibi enerji maliyetleri yüksek ülkeler için, mikrodalga enerjisinin kısa süreli işlemleri oldukça iyi bir alternatif oluşturmaktadır (Haggag ve diğ. 2014; Tarakçioğlu ve Anış 1996).

3.3.2 Ön terbiye işlemlerinde ozon (O₃) kullanımı

Ozon, havadaki O₂ molekülünün yüksek enerji altında iki oksijen atomuna parçalanması ve havadaki diğer O₂ molekülü ile tepkimeye girerek kararsız bir model oluşturması ile oluşmaktadır. Doğal element ozon 'Aktif Oksijen' olarak bilinmektedir. Ozon (O₃) molekülü, üç adet oksijen atomunun birleşmesiyle oluşmuş, stabil olmayan bir yapıya ve simetrik açılara sahip bir moleküldür. (Duran et al, 2006a) (Öztürk ve Eren 2010). Ozon kararsız yapısı sayesinde oldukça yüksek bir oksidasyon gücüne sahiptir. Bakteri, mantar, küf virüs gibi istenmeyen zararlı organikleri parçalayarak, demir, mangan, klor, nitrit gibi maddeleri de oksitleyerek ortamdaki uzaklaştırabilmektedir. Hipoklorik asitten 25 kat, hipokloritten 2500 kat, klorominden 5000 kat daha güçlü bir ağartma kabiliyetine sahiptir (D. Özdemir 2006). Buna karşın

diğer ağartma maddelerinin aksine atık ve zararlı madde ortaya çıkartmaz. Ozon kısa bir süre sonra tekrar oksijene dönüşür. Doğaldır, yan etkisi yoktur.

Ozon sıcaklığa dayanıklı olmayan ve kendiliğinden oksijene dönüşebilen parçalayıcı aşındırıcı bir gazdır. Bu hassaslığı nedeniyle ozon saklanamaz veya transfer edilemezdir, direkt olarak kullanılacağı ortamda üretilmelidir. (Iglesias, 2002, Bocci ve diğ., 2009)(Öztürk ve Eren 2010).

Florun oksidasyon potansiyeli ozondan daha yüksek olduğundan, ozon ve flor reaksiyon vermez. Flor oksidasyon potansiyeli ozondan yüksek tek elementtir. Ozon ayrıca, sodyum, kalsiyum gibi metal iyonları ile de reaksiyon vermez (D. Özdemir 2006).

Oksidasyon özelliği bu denli yüksek olan ozon, günümüzde hem dezenfektan hem de renk açıcı olarak öncelikli olarak tercih edilen bir madde haline gelmiştir.

3.4 Ön Terbiye İşlemlerinde Optik Beyazlatıcı Kullanımı

Optik parlaticılar mor-ötesi ışınları görünür bölgeye dönüştürerek, tekstil yüzeyinden görünür bölgedeki yansıyan ışın miktarını arttırmaktadırlar (Lacasse ve Baumann 2004).

Tekstil ürünlerinin optik parlaticılar ile beyazlatılması işlemi esasında oldukça eskiye dayanmaktadır. Birkaç nesil geriye gidildiğinde, pamuklu ürünlerin ev yıkamalarında daha beyaz ürünlerin elde edilmesi için, son durulma suyuna optik maddelerin (Prusya mavisi, deniz mavisi, çivit, vb.) ilavesinin oldukça uygulanan ve kabul gören bir yöntem olduğu görülmektedir (Lacasse ve Baumann 2004).

Zamanla, UV ışınlardan enerji absorbe eden ve onu görünür bölge de tekrar yansıtan maddeler geliştirilmesi ile birlikte, “beyazdan daha beyaz” ürünlerin elde edilmedi mümkün hale gelmiştir (Lacasse ve Baumann 2004). Günümüzde, optik parlaticılar, yüksek sıcaklıklara ve kimyasal sistemlere dayanıklılığı endüstriyel ağartma ürünleri ile birlikte kullanıma izin verebilecek şekilde geliştirilmiştir (Lacasse ve Baumann 2004). Bu ürünlerin en başarılı olanlarının başında 4,4'-Diaminostilbene-2,2'-disulphonic acid gelmektedir (Lacasse ve Baumann 2004).

Optik parlaticuların kullanımı genellikle ağartma işlemi sonrasında gerçekleştirilmektedir. Esasında bir renklendirme tekniği olarak da kabul edilebilmektedir (Lacasse ve Baumann 2004). Zaman zaman, boya baskı gibi renklendirme işlemleri öncesinde, tekstil malzemesinin yapısında kalması olası safsızlıkları gizlemek amacıyla da uygulanabilmektedir (Lacasse ve Baumann 2004).

3.5 Ananas Liflerine Uygulanan Ön Terbiye İşlemleri

Ananas lifleri çoğunlukla yetiştirildiği bölgelerde geleneksel kullanımlara sahip bir doğal lif türü olduğundan, bu liflere uygulanan ön terbiye işlemleri ile ilgili literatürde çok fazla kaynağa rastlanmamıştır. Ananas lifleri ile çalışmalar genellikle bu liflerin kompozit yapılarda kullanımı ile ilgilidir. Bu nedenle liflerin, beyazlık ya da sarılık derecelerini esas alarak uygulanmış araştırmalar fazla bulunmamaktadır beyazlık derecesi ölçümü yapılan çalışmaların çoğunluğunda amaç kompozit içerisinde kullanımı araştırmaktır (Jose ve diğ. 2016; Lopattananon ve diğ. 2006; Sapuan ve diğ. 2011).

Ananas liflerini kompozit yapı içerisinde kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada, hidrofilleştirme ve ağartma işlemleri ile lif yüzeyinin modifiye edilmesi, bu sayede, ananas yaprağından elde edilen doğal liflerin kompozit yapı içerisinde daha verimli kullanılabilmesinin hedeflendiği belirtilmektedir. Lif yüzeyinin modifikasyonu için, ananas liflerine ilk olarak 75 °C' de 30 dakika 6,5 g/l sabun tozu ve 3 g/l soda ile ön yıkama işlemi ardından ağırlıkça %10 sodyum hidroksit konsantrasyonunda, 30 °C' de, 1'e 50 flotte oranında hidrofilleştirme işlemi uygulanmış, ardından hidrofilleştirilmiş ananas lifleri pH 4'te, 85-90 °C' de, 90 dakika süre ile ağırlıkça %0,4'lük sodyum klorit ağartmasına tabii tutulmuştur. Ancak liflerin beyazlık değerleri sadece görsel olarak, beyazlaştığı şeklinde ifade edilmiştir (Maniruzzaman ve diğ. 2011).

Ananas liflerinin geleneksel kullanımında, ananas lifli yüzeylerin çoğunlukla ham kremi renginde kullanılıyor olmasının da, ön terbiye işlemleri ile bu denli az çalışmanın yapılmasında etkisinin olduğu düşünülmektedir. Bu sebeple, ananas liflerine benzer kimyasal bileşenlere sahip lif türlerine uygulanan terbiye işlemleri

dikkate alınarak, ananas lifli dokuma kumaşlara uygulanacak ön terbiye işlemlerinin şartları belirlenmiştir.

Ananas lifleri ile ilgili başka bir çalışmada da 90 °C' de pH 10-11 aralığında 60 dakika işlem süresinde iyi beyazlık derecelerinin elde edilebileceği belirtilmiştir (Jose ve diğ. 2016).

Ananas lifleri kimyasal bileşenleri açısından benzerlik gösteren jüt lifleri ağartılması zor bir lif türüdür ve bu liflerin ağartılmasında genellikle hidrojen peroksit ve sodyum klorit kullanılır. Sodyum klotritin kullanıldığı ağartma işlemlerinde hidrojen peroksidin kullanıldığı ikinci bir ağartma işlemine ihtiyaç duyulmaktadır (Karmakar 1999).

Jüt liflerinde, daha iyi bir ağartma sağlanabilmesi için kuvvetli fosforasit banyosunda potasyum permanganat ağartması ve sodyum bisülfid ile ard-yıkama işlemi gerçekleştirilebilmektedir (Lacasse ve Baumann 2004).

4. MATERYAL VE METOD

4.1 Materyal

4.1.1 Ön terbiye işlemleri uygulanan materyal

Yapılan çalışmalarda %100 ananas liflerinden, iplik haline getirilmeden direk ananas liflerinden dokunmuş dokuma kumaş kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan kumaşın teknik özellikleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1: Çalışmada kullanılan ananas lifli dokuma kumaşların özellikleri

Kumaş Gramajı (g/m ²)	32,06
Atkı Sıklığı (tel/cm)	30
Yırtılma Mukavemeti (N)	24,97
Kumaş Kalınlığı (mm)	0,131
Kumaş Setliği (cN)	123
Absorbsiyon Derecesi (%)	205
Kırışıklık Açılma Açısı (°)	44

4.1.2 Çalışmada kullanılan kimyasal ve yardımcı maddeler

Gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılan kimyasal maddeler Tablo 4.2’de belirtilmiştir.

Tablo 4.2: Ananas liflerinin ön terbiye işlemleri sırasında kullanılan kimyasal maddeler ve üretici firmalar

Kimyasal Madde Adı	Üretici Firma
Hidrojen peroksit (%35)	Scharlau
Sodyum hidroksit	Scharlau
Islatıcı	Rudolf Duraner
İyon tutucu	Rudolf Duraner
Stabilizatör	Rudolf Duraner
Sodyum Perborat	Kimetsan
Sodyum Perkarbonat	Aldrich
Potasyum Permanganat	Kimetsan
Oksalik asit	WPINC
Perasetik asit	Sigma- Aldrich
Tiyüöre dioksit (TUDO)	Genkim Kimya
Sodyum Karbonat	Düzey
Asetik asit	Düzey
Optik beyazlatıcı (kırmızı nüanslı)	Hunstman
Optik beyazlatıcı (mavi nüanslı)	Hunstman

4.2 Metod

4.2.1 Uygulanan işlem adımları

4.2.1.1 Alkali işlem (Hidrofilleştirme)

Ananas lifli dokuma kumaşın hidrofilitesinin arttırılabilmesi ve ağartma işlemleri sırasında daha iyi beyazlatılabilmesi için ön terbiye işlemleri sırasında ilk

olarak alkali işlem (hidrofilleştirme işlemi) uygulanmıştır. Hidrofilleştirme işlemi 1:40 flotte oranında, 90 °C' sıcaklıkta ve 30 dakika sürede gerçekleştirilmiştir. İşlem sırasında ağırlıkça %2'lik sodyum hidroksit ve 1 g/l non-iyonik ıslatıcı kullanılmıştır. Ardından sırasıyla; 80 °C' de 2 dk. sıcak yıkama, 5 dk. 40 °C' de taşarlı yıkama ve son olarak 5dk. soğuk taşarlı yıkama işlemleri yapılmıştır. Ard-yıkama işlemleri sonrasında kumaşlar asılarak kurutulmuştur.

4.2.1.2 Çektirme yöntemine göre gerçekleştirilen ağartma işlemleri

Ananas liflerinin ön terbiyesinin araştırılması; öncelikli olarak selülozik tekstil liflerinin ön terbiye işlemleri sırasında yaygın olarak kullanılan maddelerin çektirme yöntemine göre uygulanması ile gerçekleştirilmiştir. ATAÇ LAB DYE HT model laboratuvar tipi boyama makinasının kullanıldığı çektirme işlemleri; alkali yıkama, yükseltgen maddeler ile ağartma (hidrojen peroksit ağartması, potasyum permanganat ağartması, sodyum perkarbonat ağartması, sodyum perborat ağartması, perasetik asit ağartması), enzimlerin yardımı ile hidrofilleştirme ve ağartma (lakkaz, selülaz, pektinaz), aktivatörlerin yardımı ile ağartma, indirgen madde ile ağartma ve optik madde ilaveli beyazlatma(kırmızı ve mavi nüanslı) şeklindedir.

Çektirme yöntemine göre yapılmış alkali ile hidrofilleştirme sırasında flotte oranı: 1:40 olarak uygulanırken, yine çektirme yöntemine göre yapılmış tüm ağartma işlemlerinde flotte oranı 1:30 olarak uygulanmıştır. Tüm ağartma işlemleri sonrasında yıkamalar, 5 dakikalık yaklaşık 80 °C'de sıcak yıkama, 40 °C'de 5 dakika taşarlı yıkama ve 5 dakika soğuk taşarlı yıkama şeklinde gerçekleştirilmiştir.

4.2.1.2.1 Hidrojen peroksit ağartmasında uygulanan yöntem

Hidrojen peroksit ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında, 95 °C' de sabit sıcaklıkta ve 30, 60 ve 90 dakika sürelerde gerçekleştirilmiştir. 1, 3, 5, 10, 20, 30,50, 100 ml/l'lik değişen hidrojen peroksit konsantrasyonlarında, 2 g/l'lik katı sodyum hidroksit konsantrasyonunda, 2 g/l'lik konsantrasyonda stabilizatör, 1 g/l ıslatıcı, 2 g/l iyon tutucu ile uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalarda pH değerleri 9,1 ile 10,8 arasında ölçülmüştür.

4.2.1.2.2 Perasetik asit ağartmasında uygulanan yöntem

Perasetik asit ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında, 70 °C' de sabit sıcaklıkta, 60 ve 90 dakika sürelerde gerçekleştirilmiştir. 3, 5, 10, 20 g/l'lik değişen perasetik asit konsantrasyonlarında, 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalarda pH değerleri 7 olarak ayarlanmıştır.

4.2.1.2.3 Potasyum permanganat ağartmasında uygulanan yöntem

Potasyum permanganat ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında 60 °C ve 90 °C' de, 10 dakika süre ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar 3, 5, 7 g/l değişen potasyum permanganat konsantrasyonlarında, 1 g/l ıslatıcı ile yapılmıştır. pH seviyesi 4 ve 7 olarak iki farklı pH ortamında işlemler gerçekleştirilmiştir. Potasyum permanganat ağartması işlemleri sonrası ananas lifli kumaşlar, 1:30 flotte oranında 85 °C'de 30 dakika süre ile 8, 16 ve 24 g/l oksalik asit konsantrasyonlarında ard-işleme tabii tutulmuştur.

4.2.1.2.4 Sodyum perborat ağartmasında uygulanan yöntem

Sodyum perborat ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında 70 °C' de, 60 ve 90 dakika süre ile gerçekleştirilmiştir. . Uygulamalar 2, 4, 6 g/l değişen sodyum perborat konsantrasyonlarında, 1 g/l ıslatıcı ile yapılmıştır. Uygulamalarda pH değerleri 9 olarak ayarlanmıştır.

4.2.1.2.5 Sodyum perkarbonat ağartmasında uygulanan yöntem

Sodyum perkarbonat ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında 70 °C' de, 30 ve 60 dakika süre ile gerçekleştirilmiştir. . Uygulamalar 3 ve 10 g/l değişen sodyum perborat konsantrasyonlarında, 1 g/l ıslatıcı ile yapılmıştır. Uygulamalarda pH değerleri 9 olarak ayarlanmıştır.

4.2.1.2.6 Aktivatörler ile işlemlerde uygulanan yöntem

Selülozik liflerin hidrojen peroksit ile gerçekleştirilen uygulamalarında, aktivatörlerin kullanımı ile birlikte; alkali ortamda selülozik liflerin gördüğü zararın azaltılması, daha düşük sıcaklıkta işlem yapılabilmesi, işlem süresinin kısaltılabilmesi ve buna bağlı olarak daha düşük enerji gereksinimi mümkün olabilmektedir. Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatörler yardımı ile ağartılması işlemleri sırasında farklı ticari markalara ait ürünler denenmiştir. Bu çalışma içerisinde elde edilen veriler ticari ürün isimleri verilmeden sunulmuştur. Aktivatörler Hunstman, Rudolf Duraner ve Tanatex firmalarından temin edilmiştir. Aktivatörlerin kimyasal yapıları Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3: Ticari ürün olarak temin edilen aktivatörlerin kimyasal yapıları

	Kimyasal Yapı	İyonitesi
Aktivatör A	Alkoksilatlı yağ alkoli preparatı	Non-iyonik
Aktivatör B	Peroksit ayarlayıcı aditifler, Kompleks yapıcı ve dispers edici yüzey aktifler	Non-iyonik
Aktivatör C	Organik ve inorganik tuzlar karışımı	Yüksüz

Aktivatör A ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında, 65 °C’ de sabit sıcaklıkta, 45 dakika sürede gerçekleştirilmiştir. 1,5, 3, 3,75, 4,5, 6, 12 ml/1 değişen aktivatör A konsantrasyonlarında, sırasıyla 12, 24, 30, 36, 48, 96 ml/1’lik değişen hidrojen peroksit konsantrasyonlarında, yine sırasıyla 5, 10, 12,5, 15, 20, 40 g/1’lik değişen sodyum hidroksit konsantrasyonunda uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalar sırasında her aktivatör A konsantrasyonunda 0,5 ml/1 ıslatıcı ve 1 ml/1 iyon tutucu kullanılmıştır. İşlemler sırasında pH değerleri 10 ile 12,5 arasında ölçülmüştür.

Aktivatör B ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında, 65 °C’ de sabit sıcaklıkta, 45 dakika sürede gerçekleştirilmiştir. 2, 8, 16 g/1 değişen aktivatör B konsantrasyonlarında, sırasıyla 9, 36, 72 ml/1’lik değişen konsantrasyonlarda hidrojen

peroksit kullanılmıştır. Aktivatör B'nin yardımcı maddeleri olarak enzim ve enzim yardımcı kimyasalı maddeleri ilave edilmiştir. Enzim konsantrasyonu aktivatör B konsantrasyonuna göre sırasıyla 1, 5, 6, 12 g/l ve enzim yardımcı kimyasalı aktivatör B konsantrasyonuna göre sırasıyla 4, 5, 9, 18 g/l kullanılmıştır. Uygulamalar sırasında her aktivatör B konsantrasyonunda 7,5 g/l soda ve 1 ml/l ıslatıcı kullanılmıştır. İşlemler sırasında pH değerleri 7 ve 10 olacak şekilde iki farklı pH ortamında çalışılmıştır.

Aktivatör C ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında, 60 °C' de sabit sıcaklıkta, 45 dakika sürede gerçekleştirilmiştir. 2, 4, 6, 8, 16 g/l değişen aktivatör A konsantrasyonlarında, sırasıyla 7, 14, 21, 28, 56 g/l'lik değişen hidrojen peroksit konsantrasyonlarında, yine sırasıyla 1,5, 3, 4,5, 6, 12 g/l'lik değişen sodyum hidroksit konsantrasyonunda uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalar sırasında her aktivatör C konsantrasyonunda 1 g/l ıslatıcı ve 1 g/l iyon tutucu kullanılmıştır. İşlemler sırasında pH değerleri 11,4 ile 12 arasında ölçülmüştür.

4.2.1.2.7 Asidik ortamda hidrojen peroksit ağartmasında uygulanan yöntem

Hidrojen peroksit ile hafifi asidik-nötr ortamda da ağartma işlemi uygulanabilmektedir. Bu pH koşullarında hidrojen peroksidin etkin şekilde kullanılabilmesi için aktivatörlere ihtiyaç duyulur. Aksi takdirde, pH 6,5'in altındaki koşullarda $\text{HOO}^*/\text{O}_2^*$ oranı bozularak, H_2O_2 H_2O ve O_2 'ne parçalanır, dolayısıyla hidrojen peroksit ağartma işleminde kullanılmadan boşa harcanmaktadır (Sevgisunar 2015).

Organik tuzların bir çözeltisi olan Prestogen W, hafif asidik pH değerlerinde peroksiti peroksi bileşikleri oluşturarak aktifleştirmektedir. Ağartma sırasında kullanılacak hidrojen peroksit konsantrasyonuna bağlı olarak, Prestogen W konsantrasyonu hesaplanır (Duran 1995).

Prestogen W ile hidrojen peroksit ağartma işlemi 1:30 flotte oranında, 95 °C' de sabit sıcaklıkta ve 60 dakika işlem süresinde gerçekleştirilmiştir. 2 ve 6 g/l Prestogen W konsantrasyonlarında sırasıyla; 10 ve 30 ml/l konsantrasyonlarında hidrojen peroksit kullanılmıştır. Bunlara ilaveten işlemler sırasında, 2 g/l sodyum

hidroksit ve 1 g/l ıslatıcı ile uygulamalar yapılmıştır. Uygulamalarda pH değerleri 5 ile 6,5 arasında ölçülmüştür.

Tablo 4.4: Prestogen hesaplama denklemleri

$\text{Prestogen W (g/l)} = \frac{\text{H}_2\text{O}_2 \text{ (%35'lik)}}{5}$
$\text{Prestogen W (g/l)} = \frac{\text{H}_2\text{O}_2 \text{ (%50'lik)}}{3,5}$

4.2.1.2.8 Tiyoüre dioksit ağartmasında uygulanan yöntem

Tiyoüre dioksit (TUDO) ile ağartma işlemi 1:30 flotte oranında 90 °C' de, 60 dakika süre ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar 5, 10 ve 20 g/l TUDO konsantrasyonlarında, 0, 2, 4, 8 g/l değişen sodyum hidroksit konsantrasyonlarında ve 1 g/l ıslatıcı ile yapılmıştır. Uygulamalarda pH değerleri 8,1 ile 8,6 arasında ölçülmüştür.

4.2.1.2.9 Enzimler ile yapılan işlemlerde uygulanan yöntemler

Ananas lifli dokuma kumaşlar çeşitli enzimler ile muamele edilmiştir. Alfa Kimya ve Rudolf Duraner firmalarına ait lakkaz, pektinaz, nötr selüloz ve asit selüloz enzimlerinin kullanıldığı araştırmada, ticari ürünlerin isimleri verilmeden enzim türüne göre işlem sonuçları değerlendirilmiştir. Enzimlerin aktivitesi belirli şartlar altında etkin olduğundan, tüm enzim denemelerinde, ortam şartları enzimin çalışma ortamına uygun pH ve sıcaklık şartlarına getirildikten sonra enzim ilavesi gerçekleştirilmiştir.

Lakkaz enzimi ile işlem 1:30 flotte oranında 70 °C' de, 20 dakika süre ile pH 4,5 - 5,5 aralığında gerçekleştirilmiştir. Uygulama sırasında % 0,5, 2, 4 enzim konsantrasyonları ile 1 g/l ıslatıcı kullanılmıştır. İşlem sonunda enzimin etkinliğinin sonlandırılması için 80 °C' de, pH 9-10 aralığında 20 dakika ard-ışlem uygulanmıştır.

Pektinaz A enzimi ile işlem 1:30 flote oranında 55 °C' de, 20 dakika süre ile pH 8'e ayarlanarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama sırasında % 0,5, 2, 4 enzim konsantrasyonları ile 1 g/l ıslatıcı kullanılmıştır. İşlem sonunda enzimin etkinliğinin sonlandırılması için 80 °C' de, 10 dakika ard-işlem uygulanmıştır.

Pektinaz B enzimi ile işlem 1:30 flote oranında 55 °C' de, 30 dakika süre ile pH 8,2'de gerçekleştirilmiştir. Uygulama sırasında % 0,5, 0,4, 1 enzim konsantrasyonları ile 1 g/l ıslatıcı ve 1 g/l iyon tutucu kullanılmıştır. İşlem sonunda enzimin etkinliğinin sonlandırılması için 90 °C' de, 30 dakika ard-işlem uygulanmıştır.

Asit Selülaz A enzimi ile işlem 1:30 flote oranında 55 °C' de, 30 dakika süre ile pH 8'e ayarlanarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama sırasında % 0,5, 2, 4 enzim konsantrasyonları ile 1 g/l ıslatıcı kullanılmıştır. İşlem sonunda enzimin etkinliğinin sonlandırılması için 80 °C' de, pH 9-10 aralığında, 20 dakika ard-işlem uygulanmıştır.

Asit Selülaz B enzimi ile işlem 1:30 flote oranında 50 °C' de, 45 dakika süre ile pH 5'e ayarlanarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama sırasında % 0,5, 2, 4 enzim konsantrasyonları ile 1 g/l ıslatıcı kullanılmıştır. İşlem sonunda enzimin etkinliğinin sonlandırılması için 80 °C' de, pH 10'da, 10 dakika ard-işlem uygulanmıştır.

Nötr Selülaz enzimi ile işlem 1:30 flote oranında 50 °C' de, 45 dakika süre ile pH 6-6,5 aralığında gerçekleştirilmiştir. Uygulama sırasında % 0,5, 2, 4 enzim konsantrasyonları ile 1 g/l ıslatıcı kullanılmıştır. İşlem sonunda enzimin etkinliğinin sonlandırılması için 80 °C' de, 210 dakika ard-işlem uygulanmıştır.

4.2.1.3 Mikrodalga enerjisi ardımı ile ağartma işlemleri

Geleneksel yöntem ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri neticesinde elde edilen beyazlık ve sarılık derecelerinin, ananas liflerindeki mukavemet değişikliği göz önünde bulundurularak en uygun işlem şartlarında, mikrodalga enerjisi kullanımının ağartma verimine etkisi incelenmiştir.

Mikrodalga ile yapılan denemeler 1/60 flote oranında 1, 2 ve 4 dakika süre ile, 720 ve 900 watt seviyesinde, 100 °C' de, 10 ml/l hidrojen peroksit, 2 g/l sodyum hidroksit, 1 g/l ıslatıcı, 2 g/l stabilizatör ve 1 g/l iyon tutucu kullanılarak yapılmıştır.

4.2.1.4 Ozon ile ağartma işlemleri

Geleneksel yöntem ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri neticesinde elde edilen beyazlık ve sarılık derecelerinin, ananas liflerindeki mukavemet değişikliği göz önünde bulundurularak en uygun işlem şartlarında, ozon kullanımının ağartma verimine etkisi incelenmiştir.

Ozon ile yapılan ağartma işlemlerinde 1:50 flotte oranında, dakikada 2 litre ozon gazı akışı ile, 10 °C' de, 30, 60, 120 ve 180 dakika sürelerde işlemler gerçekleştirilmiştir.

Ozon kullanımının yanı sıra, ozon uygulaması sırasında ultrasonik enerji de uygulamaya dahil edilerek daha etkili beyazlık değerlerinin elde edilmesi hedeflenmiştir. Ultrasonik homojenizer ile ozon gazının kombine kullanıldığı çalışmalarda 1:50 flotte oranında dakikada 2 litre ozon gazı akışı ve %100 ultrason enerjisi ile, 10 °C' de, 10, 15 ve 20 dakika sürelerde işlemler gerçekleştirilmiştir.

4.2.2 Çalışmada kullanılan cihazlar ve makinalar

4.2.2.1 Boyama makinası

Ananas lifli kumaşların ağartma işlemleri ATAÇ marka ATAÇ Lab Dye HT model IR numune boyama makinasında gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1: Ananas liflerinin geleneksel ön terbiye işlemlerinin gerçekleştirildiği ATAÇ marka ATAÇ Lab Dye HT model IR numune boyama makinası

4.2.2.2 Mikrodalga fırın

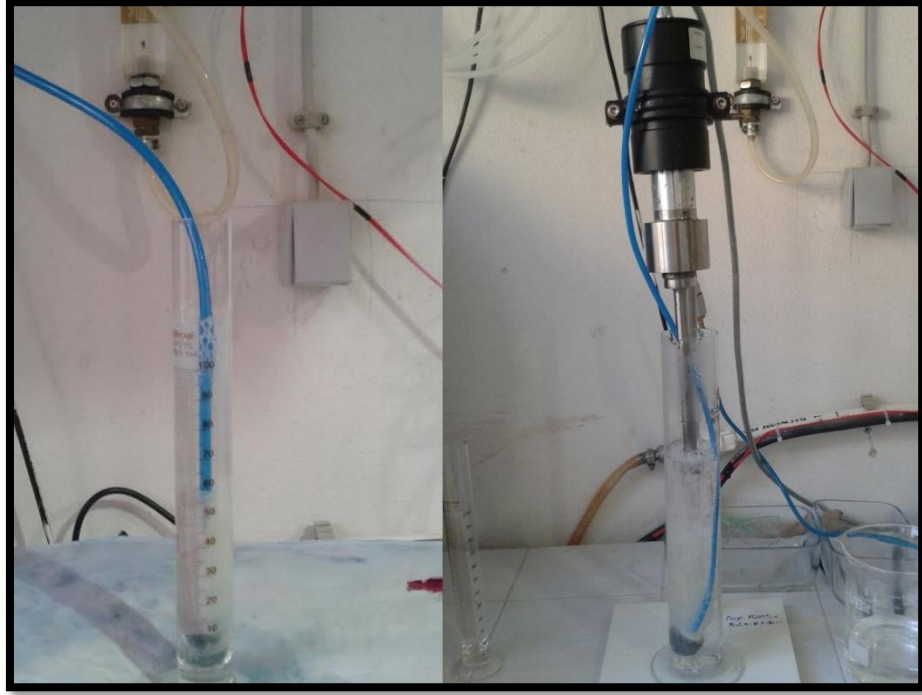
Ananas lifli kumaşların ağartma işlemlerinde mikrodalga enerjinin ağartma verimine etkisinin incelenmesi için, geleneksel yöntemde optimum beyazlık değerlerinin elde edildiği reçeteler ile Arçelik marka MD 595 model ev tipi mikrodalga fırında çalışılmıştır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2: Ananas liflerinin mikrodalga ile ağartma işlemlerinin gerçekleştirildiği Arçelik marka MD 595 model ev tipi mikrodalga fırın

4.2.2.3 Ozon jeneratörü ve ultrasonik homojenizatör (UH)

Ananas lifli kumaşların ağartma işlemleri sırasında geleneksel işlemlere ekolojik bir alternatif oluşturabilmesi adına, bu liflerin ozon ile ağartılması araştırılmıştır. Bu uygulamalar için Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında bulunan ozon jeneratörü kullanılmıştır. Ayrıca ozon gazının ağartma işlemlerindeki etkisinin ultrasonik enerji ile birlikte kullanıldığında daha verimli sonuçların elde edildiği gözlemlendiğinden, yine Uludağ Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Laboratuvarlarında mevcut olan Bandelin marka Sonopuls HD 2200 model ultrasonik homojenizer (20 kHz, 200 W HF-power) kullanılmıştır (Şekil 4.3). Çalışma içerisinde ultrasonik homojenizer ile gerçekleştirilen işlemler “UH” kısaltması ile ifade edilmiştir.



Şekil 4.3: Ananas lifli kumaşlara uygulanan ozon ve ozon + UH işlemleri

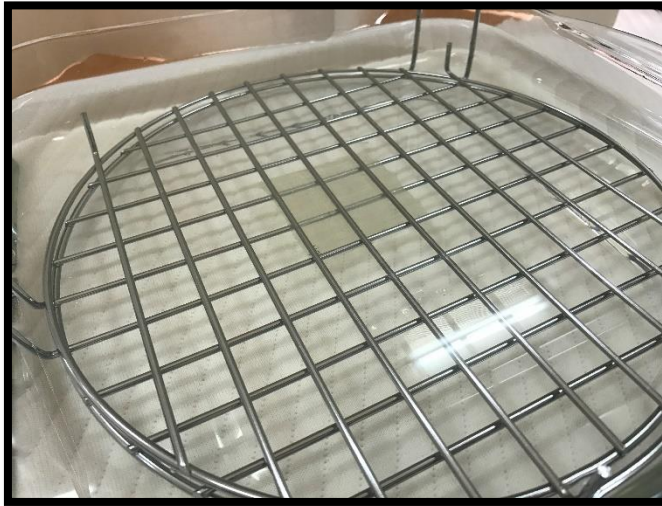
4.2.3 Çalışmada uygulanan testler ve yapılan ölçümler

4.2.3.1 Renk özelliklerinin (Beyazlık ve Sarılık derecelerinin) değerlendirilmesi

Ön terbiye işlemleri uygulanmış ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık dereceleri (Stendsby dereceleri), sarılık dereceleri (E313 Yellowness Index) ve açıklık/koyuluk değerleri (L^*) Datacolor 600 model spektrofotometre (Datacolor, NJ, USA) ile incelenmiştir. Ananas lifli dokuma kumaşın seyrek yapısı nedeniyle, renk ölçümlerinin daha sağlıklı yapılabilmesi için numune kumaşlar 16 kat olacak şekilde katlanarak numunelerin 10 farklı yerinden elde edilen değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Ölçümlerin 5'i ananas lifli numune kumaşların bir yüzünden, kalan 5'i ise diğer yüzünden yapılmak şartıyla gerçekleştirilmiştir.

4.2.3.2 Hidrofilite özelliklerinin değerlendirilmesi

Ananas lifli dokuma kumaşlara uygulanan ön terbiye işlemleri sonrasında numunelerin hidrofilite özelliklerindeki değişimin değerlendirilmesi için, standart laboratuvar şartları (20 ± 2 °C; %65 \pm 2 bağıl nem) altında, DIN 53924 kapılar ıslanma testi, AATCC 79 su damlatma testi ve TS 866 batma testi denenmiştir (Keskin ve diğ.). Fakat kumaş yapısının aşırı hafif, ince ve seyrek yapısından dolayı sağlıklı ölçümler gerçekleştirilememiştir. Bu sebepten, uygulanan ön terbiye işlemleri sonrasında ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitelerindeki değişimler, standart laboratuvar şartları (20 ± 2 °C; %65 \pm 2 bağıl nem) altında, EDANA 10.3.99 standardına göre değerlendirilmiştir (Pulan ve diğ. 2015). 5 cm'e 5 cm kare olarak kesilen numuneler, şekilde görüldüğü gibi, ızgara yardımı ile su yüzeyinden 2 cm aşağıya daldırılarak 1 dakika boyunca bu seviyede suya daldırılmış olarak bekletildikten sonra, kumaş numuneleri bir cımbız yardımı ile 2 dakika boyunca dikey olarak tutularak serbest suyun kumaş yapısından uzaklaşması sağlanmıştır. Numunelerin kuru ve yaş ağırlıkları arasındaki fark hesaplanarak, ananas lifli dokuma kumaşların maksimum absorpsiyon kapasiteleri belirlenmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4: EDANA 10.3.99 standardına uygun olarak gerçekleştirilen absorpsiyon kapasitesi testi

4.2.3.3 Kumaş kalınlığının tespiti

Ön terbiye işlemleri sonrasında ananas lifli dokuma kumaşların kalınlığında oluşabilecek farklılıklar, standart laboratuvar şartları (20 ± 2 °C; %65±2 bağıl nem) altında, EN ISO 5084:1996 standardına uygun şekilde Şekil 4.5’de verilen Luis Schopper marka mikrometre ile ölçülmüştür.



Şekil 4.5: Kumaş kalınlığı tespit cihazı

4.2.3.4 Yırtılma mukavemeti testi

Yırtılma, bir kumaş içindeki ipliklerin veya iplik gruplarının art arda kopuşu olarak tanımlanırken, yırtılma mukavemeti ise bir kumaşın belirli koşullar altında bir yırtığı başlatmak, sürdürmek veya yaymak için gereken karşı koyma kuvveti olarak tanımlanabilmektedir (Okur 2002). Ananas lifli kumaşların yırtılma mukavemetleri, standart laboratuvar şartları (20 ± 2 °C; %65±2 bağıl nem) altında, ASTM D5734 standardına göre Elmatear Dijital Tear Tester Yırtılma Mukavemeti Test Cihazı (James H. Heal & Co. Ltd. Halifax, England) ile gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6: Elmatear Dijital Teat Tester yırtılma mukavemeti test cihazı

4.2.3.5 Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) atık sudaki yükseltgenabilir organik maddelerin kimyasal yolla oksitlenip son ürüne dönüşmeleri için gerekli oksijen miktarıdır ("Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)" 2012; Kurban 2012).

Yüksek oksitleme gücüne sahip $K_2Cr_2O_7$ ile sudaki organik maddeler oksitlenmektedir. Bu oksidasyon işlemi ile karbonlu organik maddeler karbondioksit ve suya dönüşürken, azotlu organik maddeler amonyak haline dönüşmektedir. Özellikle endüstriyel atık suların arıtılmasında önemli bir değer olan KOİ ölçümleri belirli standartlar altında gerçekleştirilmektedir.

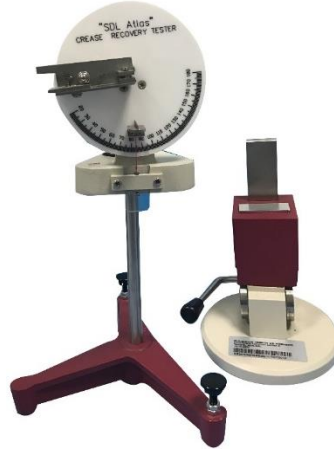
Bu çalışmada da belirlenen ağartma işlemlerinin flottelerinden numuneler alınarak KOİ değerleri incelenmiştir (Şekil 4.7). Standart titrimetrik yöntemine göre, gerçekleştirilen işlemler sırasında WTW CR 2200 Reaktör, Merck UV Visible Spectroquant Pharo 300 ve Merck 14691 (300-3500 mg/l) ve 114690 (50-500 mg/l) kit ölçüm aralıkları kullanılmıştır ("Standard Methods 5220 C:" 1995).



Şekil 4.7: KOİ ölçümlerinde kullanılan Standart titrimetrik yöntemine göre, gerçekleştirilen işlemler sırasında WTW CR 2200 Reaktör, Merck UV Visible Spectroquant Pharo 300

4.2.3.6 Kırışıklık açılma açısı testi

Ananas lifli dokuma kumaşların ağartma işlemleri sonrasında kumaş yapısının buruşmaya karşı gösterdiği dirençteki değişikliğin tespiti için, standart laboratuvar şartları (20 ± 2 °C; %65 \pm 2 bağıl nem) altında, TS 390-EN22313 standardına uygun olarak SDL Atlas Wrinkle Recovery Tester Test Cihazı ile kırışık açılma açıları değerlendirilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8: SDL Atlas Wrinkle Recovery Tester Test Cihazı

4.2.3.7 Sertlik testi

Ananas lifli dokuma kumaşların sertlik özelliklerindeki değişim, standart laboratuvar şartları (20 ± 2 °C; %65 \pm 2 bağıl nem) altında, ASTM D4032 standardına uygun şekilde Prowhite Stiffness Tester Test Cihazı ile değerlendirilmiştir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9: Prowhite Stiffness Tester Test Cihazı

5. BULGULAR

Selülozik tekstil liflerinin ağartılması sırasında genellikle en yüksek beyazlık değerlerine en düşük mukavemet kaybıyla ulaşılması hedeflenir. Ananas lifli dokuma kumaşlara çeşitli yöntemler ile uygulanan, hidrofilleştirme, ağartma ve optik maddeli beyazlatma işlemleri sonrası, numunelerin beyazlık ve sarılık dereceleri, açıklık/koyuluk değerleri (L^*) değerlendirilmiştir. Beyazlık dereceleri ve açıklık/koyuluk değerleri (L^*) yüksek, sarılık dereceleri düşük numunelerin yırtılma mukavemeti, ağırlık kaybı, kumaş kalınlığı, absorpsiyon kapasiteleri, kumaş sertliği, ve kırışıklık açılma açısı gibi özellikleri incelenmiştir.

5.1 Ananas Lifli Kumaşların Hidrofilleştirme İşlemi (Alkali İşlem)

Ananas lifli kumaş numuneleri ilk olarak ön terbiye işlemlerine başlanmadan önce olası haşıl maddesi kalıntısının tespiti için Tegewa testine tabii tutulmuştur. Potasyum iyodür çözeltisi damlatılarak gerçekleştirilen testte, kumaşlar üzerinde ön terbiye işlemlerini olumsuz etkileyebilecek herhangi bir haşıl maddesi kalıntısının olmadığı gözlemlenmiştir.

Doğal selülozik lifli kumaşların ön terbiye işlemlerinde genellikle ilk basamak bazik işlemdir (hidrofilleştirme işlemidir). Bu basamakta selülozik liflerin hidrofilitésinin artırılması ve ağartma işlemleri sırasında daha iyi beyazlıkların elde edilmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Ananas lifli dokuma kumaşların alkali hidrofilleştirme işleminin gerçekleştirildiği şartlar ve reçete Tablo 5.1'de gösterilmiştir. 80 °C'de 5 dakika sıcak yıkama, 40 °C'de 5 dakika taşarlı yıkama ve 5 dakika soğuk taşarlı yıkama şeklinde gerçekleştirilen ard yıkama işlemleri sonrasında kumaşlar asılarak kurutulmuştur.

Tablo 5.1: Hidrofilleştirme (alkali işlem) şartları

Hidrofilleştirme İşlemi	
Flotte Oranı	1:40
Sıcaklık	90 °C
Süre	30 dk.
Sodyum Hidroksit (NaOH)	% 2
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/l

Alkali işlemler genellikle selülozik tekstil liflerinin beyazlatılmasına yardımcı olan işlemlerdir. Ananas lifli dokuma kumaşlar alkali ile muamelesi sonrasında, selülozik lifli tekstil yapılarının çoğunluğunun aksine, ananas liflerinin beyazlık derecesinde çok az oranda azalma, sarılık derecesinde de çok az miktarda artış gözlemlenmiştir. Ananas lifli numunelerin alkali işlemi sonrasında renk özellikleri Tablo 5.2' de gösterilmiştir. Kimyasal içeriği ananas liflerine yakın özelliklerde olan rafya lifleri üzerine yapılan bir araştırmada, rafya liflerinin alkali ile muamelesi sonucu liflerin ciddi oranda sararma yaşadığı, beyazlık ve açıklık/koyuluk (L^*) değerlerinin de buna bağlı olarak azaldığı kaydedilmiştir (Elenga ve diğ. 2013). Bu sararmanın nedeni olarak, bitki içerisinde bulunan bitkiye yeşil rengini veren klorofilin alkali ile kolayca bozunmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Elenga ve diğ. 2013; Mínguez-Mosquera ve Gandul-Rojas 1995). Rafya lifleri gibi bir yaprak lif türü olan ananas liflerinin, yapısındaki selüloz ve lignin miktarları gibi kimyasal içerikleri açısından rafya liflerinininkine benzer özellikler sergilediğinden, alkali ile muamelesinde rafya liflerinininkine benzer bir durumun söz konusu olduğu düşünülmektedir (Elenga ve diğ. 2013). Ananas lifleri ile kimyasal içerik açısından bir başka benzer lif olan jüt liflerinin de alkali ile işlemi ile açıklık/koyuluk değerlerinde (L^*) % 10-20 oranında azalma gözlemlendiği kaydedilmiş, bu azalma nedeni olarak lif yapısındaki ligninin uzaklaştırılması gösterilmiştir (Elenga ve diğ. 2013; Khan ve Ahmad 1996).

Tablo 5.2: Hidrofilleştirme (alkali işlem) sonrası ananas lifli dokuma kumaşların renk özellikleri

	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	Açıklık/Koyuluk Değeri (L^*)
Ham	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21

5.2 Ananas Lifli Kumaşların Yükseltgen Ağartma Maddeleri ile Ağartılması

5.2.1 Ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ile ağartılması

Doğaya zararsız olması, birçok tekstil lifinin ağartılmasında uygulanabilir olması gibi avantajlı özellikleri ile diğer yükseltgen maddeler arasında öne çıkan hidrojen peroksit, günümüzde en yaygın kullanılan ağartma maddelerinin başında gelmektedir. Ananas lifli kumaşların ağartma işlemlerinde de öncelikle denenen kimyasal hidrojen peroksittir. Tablo 5.3’de ananas liflerinin hidrojen peroksit ile ağartma şartları ve reçeteleri gösterilmiştir.

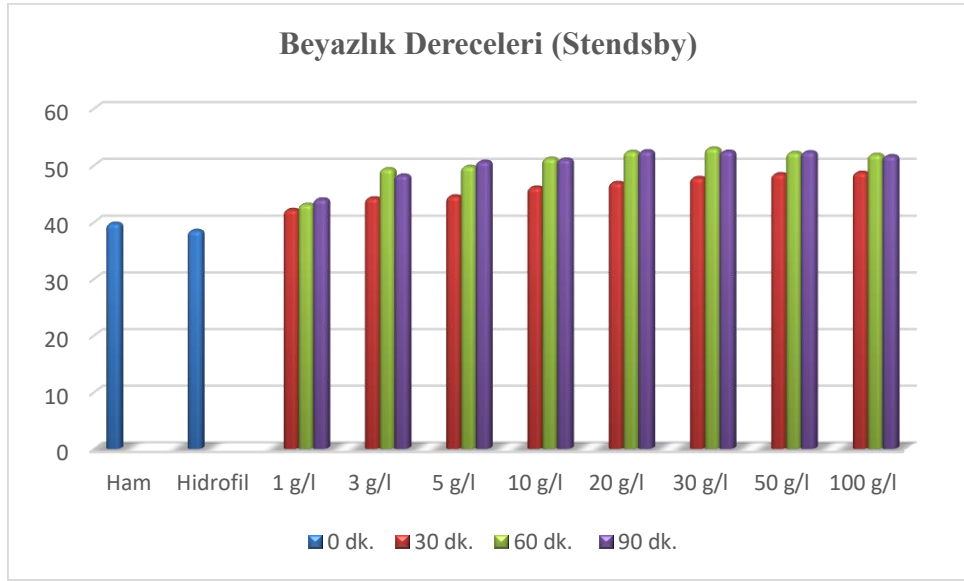
Tablo 5.3: Hidrojen Peroksit (H₂O₂) ile gerçekleştirilen ağartma şartları

Hidrojen peroksit ağartması	H ₂ O ₂
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	95 °C
Süre	30, 60, 90 dk.
pH	9-11
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂ , %35’lik)	1,3,5,10,20,30,50,100 g/lit
Sodyum Hidroksit (NaOH)	2 g/lit
Stabilizatör	2 g/lit
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/lit
İyon tutucu	1 g/lit

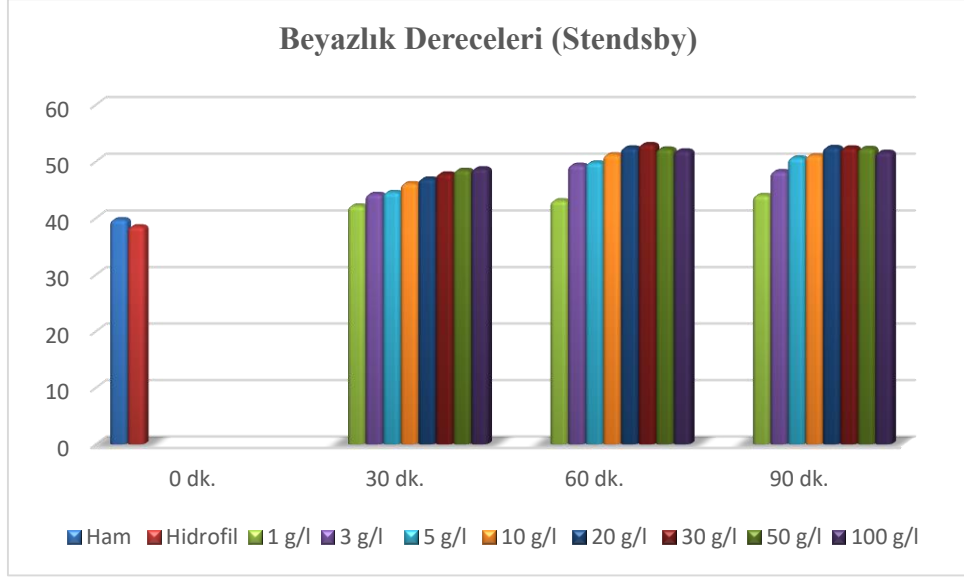
Hidrofilleştirme işlemi sonrasında farklı konsantrasyonlarda hidrojen peroksit ile değişen sürelerde ağartma işlemine tabii tutulan ananas liflerinin kolorimetrik özellikleri incelenmiştir. Tablo 5.4’de ananas liflerinin hidrojen peroksit ile ağartma işlemi sonrasında beyazlık dereceleri verilmiştir. Şekil 5.1’de beyazlık dereceleri hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre kıyaslanırken, Şekil 5.2’de ananas lifli numunelerin beyazlık dereceleri işlem süresine göre gruplandırılarak kıyaslanmıştır.

Tablo 5.4: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık dereceleri (Stendsby)

Hidrojen Peroksit Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)			
	0 dk.	30 dk.	60 dk.	90 dk.
Ham	39,74			
Hidrofilleştirme	38,48			
1 g/l		42,17	43,09	44,02
3 g/l		44,21	49,35	48,22
5 g/l		44,55	49,76	50,64
10 g/l		46,1	51,19	51,03
20 g/l		46,92	52,4	52,48
30 g/l		47,81	52,99	52,41
50 g/l		48,45	52,21	52,32
100 g/l		48,71	51,87	51,63



Şekil 5.1: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık derecelerinin (Stendsby) işlem süresine göre karşılaştırılması

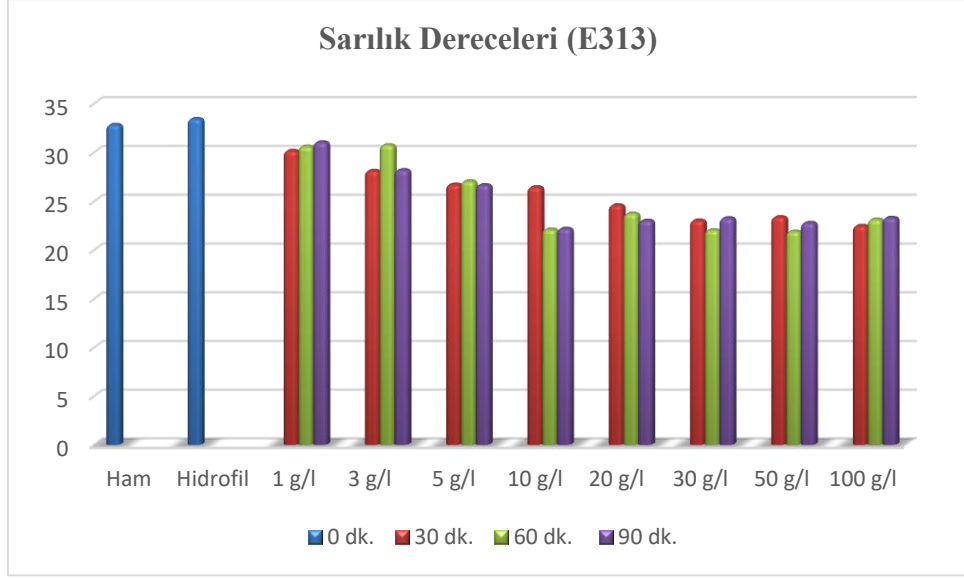


Şekil 5.2: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık derecelerinin (Stendsby) hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması

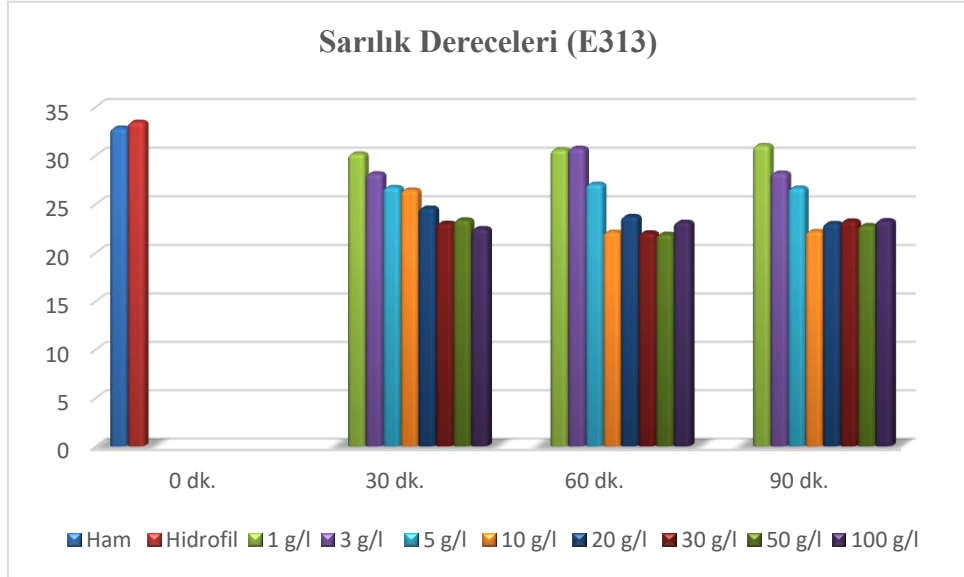
Tablo 5.5.'de ananas lifli numunelerin hidrojen peroksit ile ağartma işlemi sonrası sarılık dereceleri (E313 yellowness index) verilmiştir. Şekil 5.3'de sarılık dereceleri hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre incelenirken, Şekil 5.4'de işlem süresi esas alınarak sarılık değerlerinde gözlemlenen değişim incelenmiştir.

Tablo 5.5: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların sarılık dereceleri (E313)

Hidrojen Peroksit Konsantrasyonu	Sarılık Dereceleri (E313)			
	0 dk.	30 dk.	60 dk.	90 dk.
Ham	32,82			
Hidrofilleştirme	33,43			
1 g/l		30,16	30,6	31,03
3 g/l		28,11	30,74	28,19
5 g/l		26,71	27,04	26,65
10 g/l		26,44	22,11	22,18
20 g/l		24,59	23,73	23,01
30 g/l		23,03	22,04	23,26
50 g/l		23,37	21,89	22,79
100 g/l		22,48	23,13	23,3



Şekil 5.3: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların sarılık derecelerinin (E313) işlem süresine göre karşılaştırılması

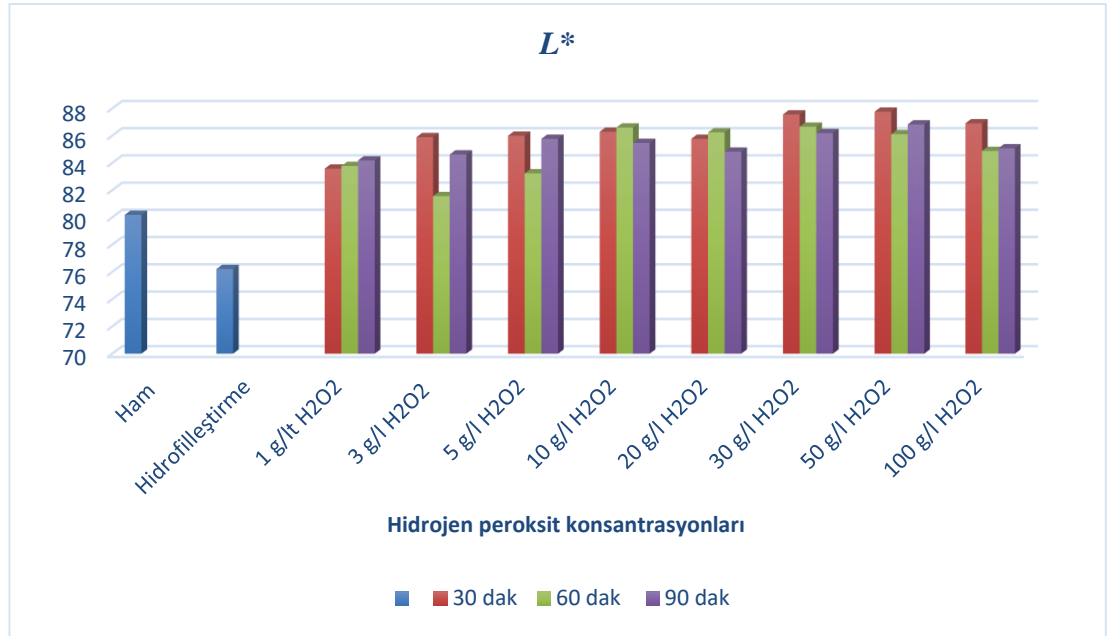


Şekil 5.4: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların sarılık derecelerinin (E313) hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması

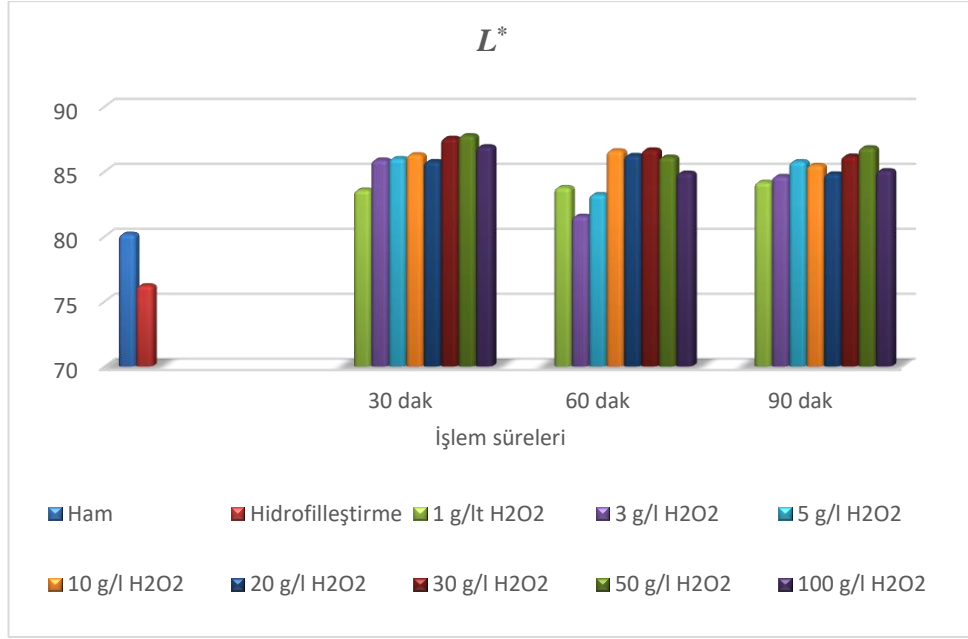
Hidrojen peroksit ağartması işlemi sonrası ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık ve sarılık derecelerinin yanı sıra kumaşların açıklık/koyuluk (L^*) değerleri de incelenmiştir. Gözlemlenen açıklık/koyuluk (L^*) değerleri Tablo 5.6'da verilmiş, bu değerler Şekil 5.5'de işlem süresine ve Şekil 5.6'da da hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre kıyaslanmıştır.

Tablo 5.6: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların açıklık/koyuluk (L^*) değerleri

Hidrojen Peroksit Konsantrasyonu	Açıklık/Koyuluk Değerleri (L^*)			
	0 dk.	30 dk.	60 dk.	90 dk.
Ham	80,18			
Hidrofilleştirme	76,21			
1 g/l		83,58	83,77	84,18
3 g/l		85,89	81,56	84,62
5 g/l		86	83,23	85,77
10 g/l		86,29	86,6	85,47
20 g/l		85,77	86,24	84,82
30 g/l		87,56	86,66	86,19
50 g/l		87,76	86,11	86,83
100 g/l		86,91	84,88	85,07



Şekil 5.5: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların açıklık/koyuluk (L^*) değerlerinin işlem süresine göre karşılaştırılması



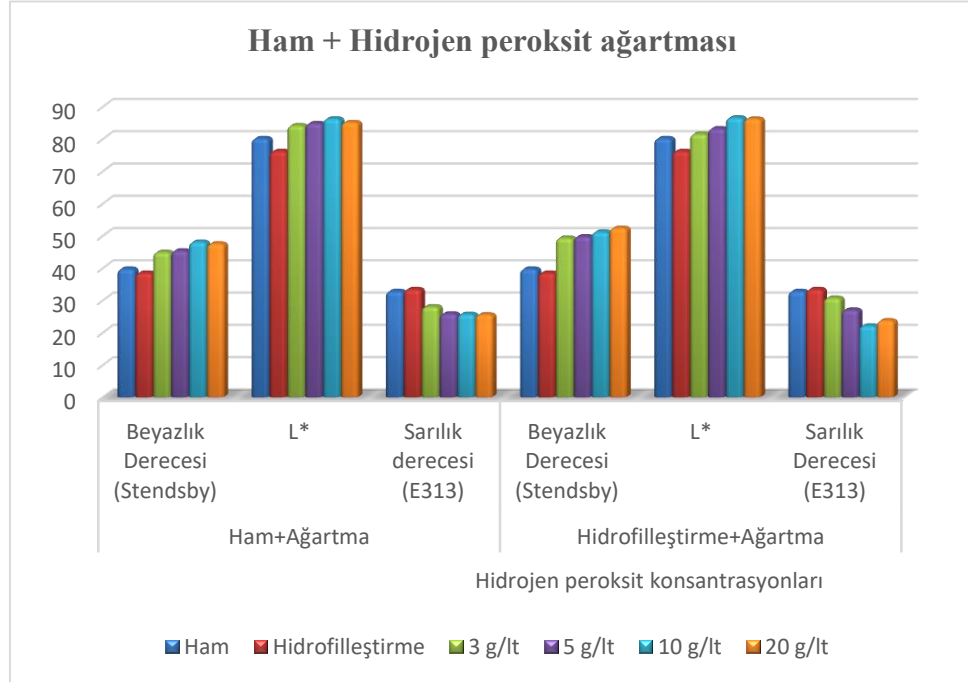
Şekil 5.6: Hidrojen peroksit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların açıklık/koyuluk (L^*) değerlerinin hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması

Hidrofilleştirme işlemi sonrasında hidrojen peroksit ağartması uygulanan ananas lifli numunelerin beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk değerleri genel olarak incelendiğinde, en iyi sonuçların 30 g/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda 60 dk işlem süresinde elde edildiği gözlemlenmektedir (beyazlık derecesi: 52,99 Stendsby; sarılık derecesi: 22,04 E313; L^* : 86,66). Her ne kadar 30 g/l hidrojen peroksit konsantrasyonu en iyi sonuçları vermiş olsa da, 10 g/l hidrojen peroksit konsantrasyonu ile elde edilen değerler ile karşılaştırıldığında, aradaki farklılığın çok az miktarda olduğu gözlemlenmektedir (beyazlık derecesi: 51,19 Stendsby; sarılık derecesi: 22,11 E313; L^* : 86,6). Renk özellikleri açısından optimum hidrojen peroksit konsantrasyonu 10 g/l, optimum işlem süresi de 60 dakika olarak kabul edilebilmektedir.

Hidrojen peroksit ağartması, hidrofilleştirme işlemi uygulanmadan, direk olarak ham ananas lifli dokuma kumaşlara da uygulanmıştır. Hidrofilleştirilmiş ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartması sonucu optimum şartlar 60 dakika işlem süresi ve 10 g/l hidrojen peroksit konsantrasyonu olarak belirlendiğinden; ham ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanacak hidrojen peroksit konsantrasyonları 3g/l, 5 g/l, 10 g/l ve 20 g/l olarak belirlenmiştir. Ağartma işlemi sonrası numunelerin renk değerleri Tablo 5.7’de verilmiştir.

Tablo 5.7: Ham ananas lifli kumaşlar ve hidrofilleştirilme işlemine tabii tutulmuş ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartması işlemi sonrası kumaşların renk özellikleri

Hidrojen Peroksit Konsantrasyonu	Ham + Ağartma			Bazik İşlem + Ağartma		
	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	L^*	Sarılık Derecesi (E313)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	L^*	Sarılık Derecesi (E313)
Ham	39,74	80,18	32,82	39,74	80,18	32,82
Bazik İşlem	38,48	76,21	33,43	38,48	76,21	33,43
3 g/l	44,94	84,21	28,06	49,35	81,56	30,74
5 g/l	45,37	84,83	25,84	49,76	83,23	27,04
10 g/l	48,09	86,29	25,73	51,19	86,6	22,11
20 g/l	47,54	85,14	25,56	52,4	86,24	23,73



Şekil 5.7: Ham ananas lifli kumaşlar ve hidrofilleştirilmiş ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartması işlemi sonrası kumaşların renk özelliklerinin hidrojen peroksit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması

Alkali işlem görmüş (hidrofilleştirme işlemi uygulanmış) ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartması ile doğrudan ham ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen renk değerleri incelenmiştir. Alkali ile işlem görmüş kumaşlar üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartma işlemi ile doğrudan ham kumaş üzerine uygulanan hidrojen peroksit ağartma işleminden daha yüksek beyazlık derecelerine ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Bu noktada,

hidrofilleştirme işleminin ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartmasının verimliliğine katkı sağladığını söylemek mümkündür.

5.2.2 Ananas lifli kumaşların perasetik asit ile ağartılması

Ananas lifli dokuma kumaşların perasetik asit ile değişen süre ve konsantrasyonlarda gerçekleştirilen ağartma işlemi şartları Tablo 5.8’de verilmiştir.

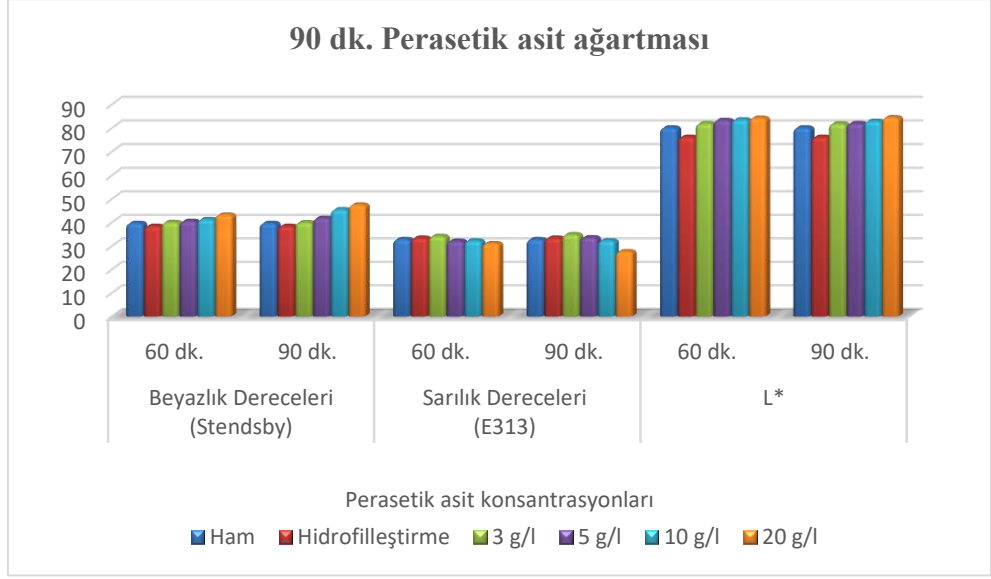
Tablo 5.8: Perasetik asit ile gerçekleştirilen ağartma şartları

Perasetik asit Ağartması	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	70 °C
Süre	60, 90 dk.
pH	7
Perasetik Asit	3,5,10,20 g/l
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/l

Hidrofilleştirme işlemi sonrası perasetik asit ile ağartma işlemine tabii tutulan ananas lifli kumaşların işlem sonrası ölçülen renk değerleri Tablo 5.9’da gösterilmektedir. Beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk (L^*) değerleri Şekil 5.8’de işlem süresine göre incelenmiştir.

Tablo 5.9: Perasetik asit ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların renk özellikleri

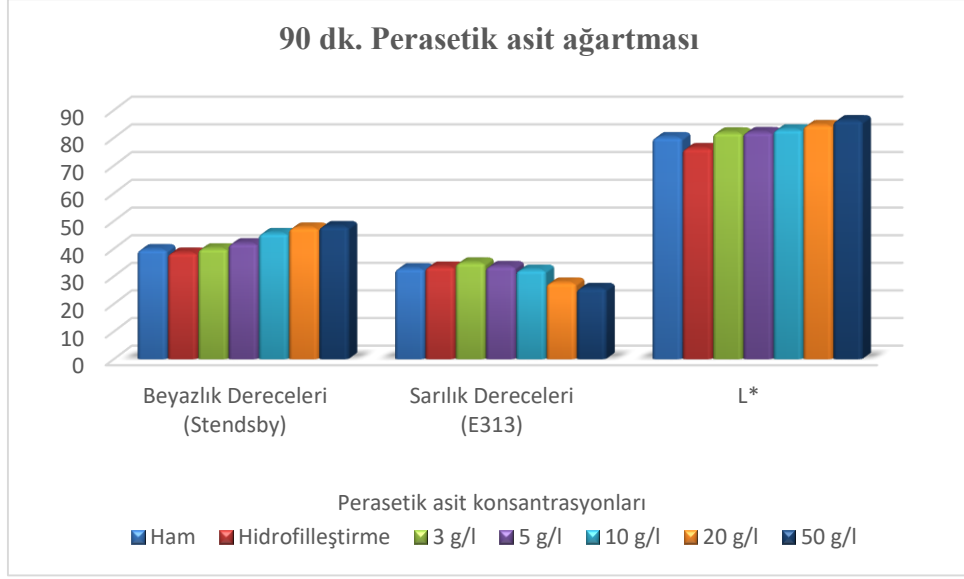
Perasetik Asit Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)		Sarılık Dereceleri (E313)		L^*	
	60 dk.	90 dk.	60 dk.	90 dk.	60 dk.	90 dk.
Ham	39,74	39,74	32,82	32,82	80,18	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	38,48	33,43	33,43	76,21	76,21
3 g/l	40,12	40,03	34,17	34,92	81,93	81,87
5 g/l	40,6	41,88	32,11	33,62	83,33	82
10 g/l	41,37	45,57	32,25	32,3	83,59	82,98
20 g/l	43,31	47,55	31,11	27,64	84,27	84,51



Şekil 5.8: Perasetik asit ağartması sonrası kumaşların renk özelliklerinin perasetik asit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması

Perasetik asit ile ağartma işlemi sonrasında ananas lifli kumaşların renk özellikleri incelendiğinde süre uzadıkça kumaşların beyazlık değerlerinin ve açıklık/koyuluk derecelerinin arttığı, sarılık derecelerinin de azaldığı gözlemlenmiştir. Beyazlık derecesinin (47,55) ve L^* (84,51)'nin en yüksek değeri, sarılık derecesinin (27,64) de en düşük değeri 90 dakikalık işlem süresinde 20 g/l perasetik asit konsantrasyonunda elde edilmiştir. Perasetik asidin artan konsantrasyonlarında kumaşların beyazlık değerlerinde ki değişimin artan trendde devam etmesinden dolayı 90 dakika işlem süresinde 50 g/l perasetik asit konsantrasyonunda işlem gerçekleştirilmiş ve kumaşların renk özelliklerindeki değişim incelenmiştir. 90 dakika 50 g/l perasetik asit ağartması sonrası kumaşların beyazlık derecesi 48,09 Stendsby ve sarılık derecesi 25,69 E313 ve açıklık/koyuluk (L^*) değeri 86,28 olarak ölçülmüştür.

Perasetik asit konsantrasyonu 50 g/l'e çıkartıldığında, kumaşların beyazlık derecesindeki ve L^* değerinde az miktarda bir artış yaşanırken, sarılık derecesinde de hafif bir azalmanın yaşandığı kaydedilmiştir. Fakat kumaşların renk özelliklerindeki bu değişimin artan perasetik asit konsantrasyonuna kıyasla çok daha az oranda olduğu gözlemlenmiştir. 90 dakikalık işlem süresinde gerçekleştirilen perasetik asit ağartmaları sonucu ölçülen beyazlık ve sarılık derecelerinin ve açıklık/koyuluk değerlerinin perasetik asit konsantrasyonuna göre değişimi Şekil 5.10'da gösterilmiştir.



Şekil 5.9: 90 dakika işlem süresinde gerçekleştirilen perasetik asit ağartması sonrası kumaşların renk özelliklerinin perasetik asit konsantrasyonuna göre karşılaştırılması

5.2.3 Ananas lifli kumaşların potasyum permanganat ile ağartılması

Ananas lifli dokuma kumaşları yükseltgen ağartma maddelerinden biri olan potasyum permanganat ile işleme tabii tutulmuştur. Değişen potasyum permanganat konsantrasyonlarında ve değişen pH'larda gerçekleştirilen işlem sonrası kumaşlar üzerinde kalan mangan atıklarından arındırılması için farklı değişen oksalik asit konsantrasyonlarında işleme ard-işleme tabii tutulmuştur. Tablo 5.10'da potasyum permanganat ağartmasının işlem koşulları verilmiştir. Oksalik asit ile ard işlem şartları ise Tablo 5.11'de gösterilmiştir.

Tablo 5.10: Potasyum permanganat ile gerçekleştirilen ağartma şartları

Potasyum Permanganat ağartması	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	60, 90 °C
Süre	10 dk.
pH	4,7
Potasyum Permanganat	1,3,5,7 g/l
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/l
Oksalik asit	8, 16, 24 g/l

Tablo 5.11: Oksalik asit ile ard-işlem şartları

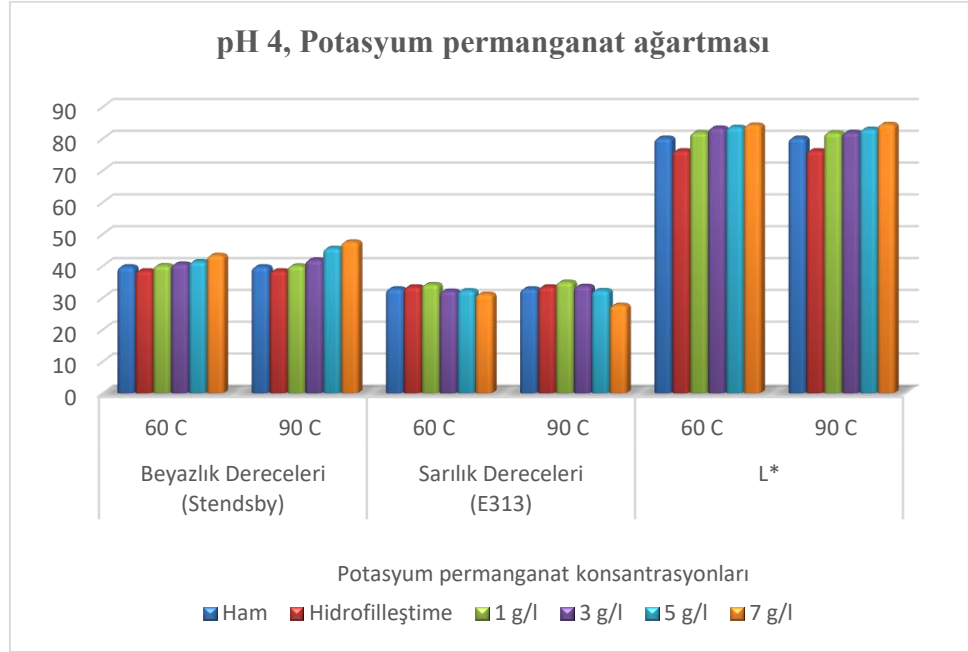
Oksalik asit ard-işlem	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	85 °C
Süre	30 dk.
Oksalik asit	8, 16, 24 g/l

İlk olarak pH 4'te 60 ve 90 °C' de 1, 3, 5, 7 g/l potasyum permanganat konsantrasyonunda gerçekleştirilen ağartmada, ard-işlemler 8 g/l oksalik asit konsantrasyonunda gerçekleştirilmiştir. Tablo 5.12'de işlem sonrası ölçülen renk özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 5.12: pH 4'te gerçekleştirilen potasyum permanganat ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların renk özellikleri (ard işlem: 8 g/l oksalik asit)

Potasyum Permanganat Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)		Sarılık Dereceleri (E313)		L^*	
	60 °C	90 °C	60 °C	90 °C	60 °C	90 °C
Ham	39,74	39,74	32,82	32,82	80,18	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	38,48	33,43	33,43	76,21	76,21
1 g/l	40,12	40,03	34,17	34,92	81,93	81,87
3 g/l	40,6	41,88	32,11	33,62	83,33	82
5 g/l	41,37	45,57	32,25	32,3	83,59	82,98
7 g/l	43,31	47,55	31,11	27,64	84,27	84,51

İşlem sonrası ölçülen beyazlık ve sarılık dereceleri ile açıklık/koyuluk değerleri işlem süresine göre kıyaslandığında, 90 °C sıcaklıkta gerçekleştirilen işlemde daha iyi beyazlık, sarılık ve L^* değerlerinin elde edildiği gözlemlenmektedir (Şekil 5.11).



Şekil 5.10: pH 4’te gerçekleştirilen potasyum permanganat ağartması sonucu ölçülen renk özellikleri (ard-işlem: 8 g/l oksalik asit)

Potasyum permanganat ağartması sırasında 90 °C işlem sıcaklığında daha iyi renk değerlerinin elde edilmesinden dolayı, bu sıcaklık değerinde 1, 3, 5, 7 g/l potasyum permanganat konsantrasyonlarının verimliliği bir de nötr ortamda (pH 7’de) denenmiştir. pH 4 ve pH 7’de 60 °C ve 90 °C sıcaklıkta, 8 g/l oksalik asit ile 85 °C’de 30 dk ard-işlem ile gerçekleştirilen ağartma işlemi sonrası ölçülen beyazlık ve sarılık dereceleri ile açıklık/koyuluk değerleri (L^*) Tablo 5.13’de verilmiştir.

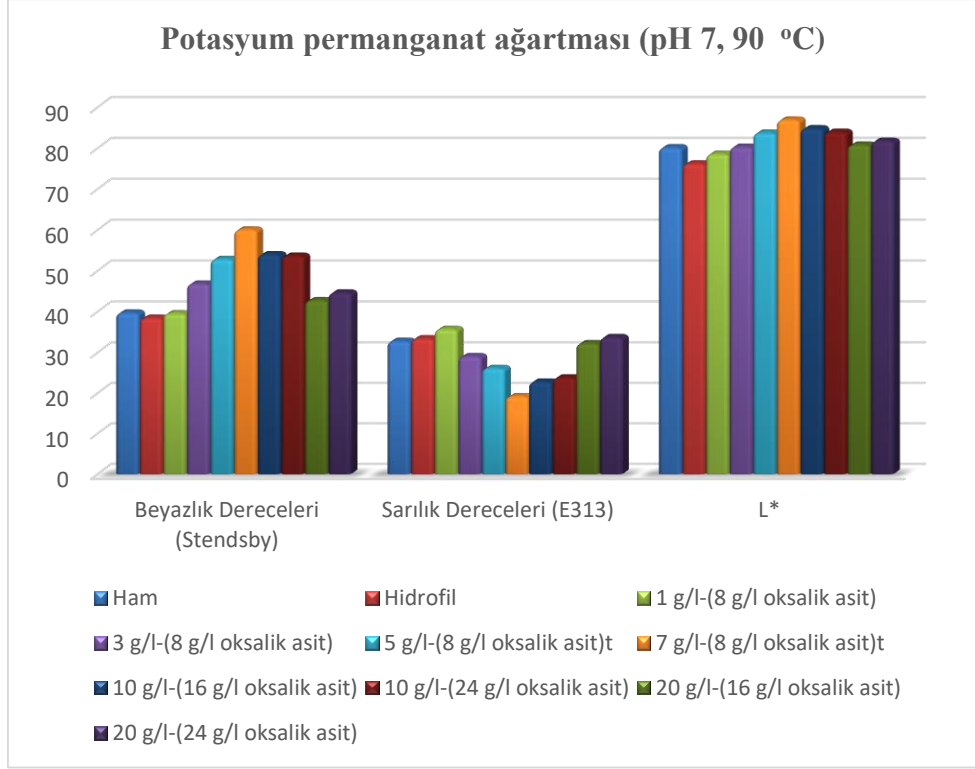
Tablo 5.13: Farklı pH ve sıcaklıklarda gerçekleştirilen potasyum permanganat ağartması sonrası ölçülen renk özellikleri (ard-işlem: 8 g/l oksalik asit)

Potasyum Permanganat Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)			Sarılık Dereceleri (E313)			L^*		
	pH 4		pH 7	pH 4		pH 7	pH 4		pH 7
	60 °C	90 °C	90 °C	60 °C	90 °C	90 °C	60 °C	90 °C	90 °C
Ham	39,74	39,74	39,74	32,82	32,82	32,82	80,18	80,18	80,18
Hidrofileştirme	38,48	38,48	38,48	33,43	33,43	33,43	76,21	76,21	76,21
1 g/l	38,22	39,58	39,56	38,56	35,56	35,76	78,3	79,6	78,59
3 g/l	45,81	44,36	46,82	30,33	38,31	29,07	82	82,44	80,3
5 g/l	47,35	50,13	52,86	30,38	30,36	26,15	83,6	83,69	83,76
7 g/l	51,95	53,92	60,06	26,24	24,12	19,20	84,8	84,93	86,94

Farklı pH ortamlarında gerçekleştirilen potasyum permanganat ağartmaları, sonrası ölçülen renk özellikleri bakımından değerlendirildiğinde pH 7 nötr ortamda yapılan ağartmalar ile daha iyi beyazlık değerlerine ulaşıldığı kaydedilmiştir. Potasyum permanganat konsantrasyonu arttıkça kumaşların beyazlık derecelerinin arttığı, sarılık derecelerinin azaldığı gözlemlenmektedir. Bu nedenle, potasyum permanganat konsantrasyonları biraz daha arttırılarak kumaşların renk özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Fakat bu işlemler sırasında kullanılan potasyum permanganat miktarı oldukça fazla olduğundan kumaşlar üzerindeki olası mangan atıklarının da o denli fazla olacağı düşünülerek, ard-işlem sırasında kullanılacak oksalik asit konsantrasyonu da 16 g/l ve 24 g/l olarak güncellenmiştir. pH 7 ortamında, 90 °C’de 10 dakika süre ile 10 g/l ve 20 g/l potasyum permanganat konsantrasyonunda gerçekleştirilen ağartma (ard-işlem: 16 g/l ve 24 g/l oksalik asit) sonrası ölçülen renk özellikleri Tablo 5.14’de verilmiştir.

Tablo 5.14: 90 °C’de ve pH 7’de farklı potasyum permanganat konsantrasyonlarında gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonrası ölçülen renk özellikleri

Potasyum Permanganat Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	<i>L</i> *
	pH 7	pH 7	pH 7
	90 °C	90 °C	90 °C
Ham	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21
1 g/l-(8 g/l oksalik asit)	39,56	35,76	78,59
3 g/l-(8 g/l oksalik asit)	46,82	29,07	80,3
5 g/l-(8 g/l oksalik asit)t	52,86	26,15	83,76
7 g/l-(8 g/l oksalik asit)t	60,06	19,2	86,94
10 g/l-(16 g/l oksalik asit)	54	22,78	84,82
10 g/l-(24 g/l oksalik asit)	53,65	23,81	83,96
20 g/l-(16 g/l oksalik asit)	42,75	32,24	80,82
20 g/l-(24 g/l oksalik asit)	44,65	33,74	81,75



Şekil 5.11: Ananas lifli kumaşların potasyum permanganat ağartması sonrası kimyasal madde konsantrasyonuna göre renk özellikleri

Farklı şartlar altında gerçekleştirilen potasyum permanganat ağartması ölçülen renk özellikleri bakımından değerlendirildiğinde en iyi renk özelliklerinin (en yüksek beyazlık derecesi, L^* değeri ile en düşük sarılık derecesi) pH 7'de, 90 °C işlem sıcaklığında ve 7 g/l potasyum permanganat konsantrasyonunda (ard-işlem 8 g/l oksalik asit) elde edildiği gözlemlenmiştir. 7 g/l potasyum permanganat miktarının üzerine çıkan konsantrasyonlarda, elde edilen beyazlık değerlerinin ve L^* 'nin konsantrasyon artışı ile ters orantılı şekilde azaldığı kaydedilmiştir. Aynı şekilde, sarılık derecesi de konsantrasyon artışından negatif etkilenmektedir.

5.2.4 Ananas lifli kumaşların sodyum perborat ile ağartılması

Ananas lifli dokuma kumaşların sodyum perborat ile ağartma şartları Tablo 5.15'da verilmiştir.

Tablo 5.15: Sodyum perborat ile gerçekleştirilen işlem şartları

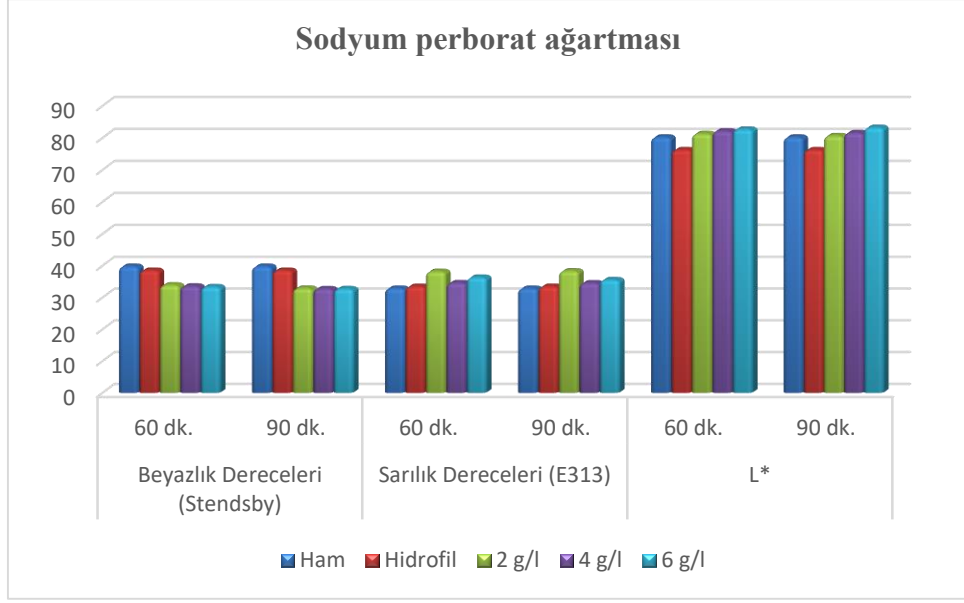
Sodyum perborat ağartması	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	70 °C
Süre	60, 90 dk.
pH	9
Sodyum Perborat	2,4,6 g/l
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/l

Farklı sodyum perborat konsantrasyonlarında ve sürelerde gerçekleştirilen sodyum perborat ağartması sonucu ölçülen beyazlık ve sarılık dereceleri ile açıklık/koyuluk değerleri Tablo 5.16’de verilmiştir.

Tablo 5.16: Ananas lifli dokuma kumaşların sodyum perborat ağartması sonucu ölçülen renk özellikleri

Sodyum Perborat Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)		Sarılık Dereceleri (E313)		L^*	
	60 dk.	90 dk.	60 dk.	90 dk.	60 dk.	90 dk.
Ham	39,74	39,74	32,82	32,82	80,18	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	38,48	33,43	33,43	76,21	76,21
2 g/l	33,87	32,87	38,14	38,31	81,26	80,62
4 g/l	33,53	32,68	34,56	34,53	82,11	81,52
6 g/l	33,32	32,69	36,29	35,53	82,67	83,23

Şekil 5.13’te sodyum perborat ağartması sonucu ananas lifli dokuma kumaşların, sodyum perborat konsantrasyonuna göre beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve L^* değerleri gösterilmiştir. Sodyum perborat ağartmasının ananas lifli dokuma kumaşların ağartılmasında olumlu bir katkı sağlamadığı, tam tersi liflerin sararmasına neden olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 5.12: Ananas lifli kumaşların sodyum perborat ağartması sonrası sodyum perborat konsantrasyonuna ve işlem sıcaklığına göre renk özellikleri

5.2.5 Ananas lifli kumaşların sodyum perkarbonat ile ağartılması

Ananas lifli dokuma kumaşlara sodyum perkarbonat yardımı ile uygulanan ağartma işlemi şartları Tablo 5.17’de verilmiştir.

Tablo 5.17: Sodyum perkarbonat ile gerçekleştirilen işlem şartları

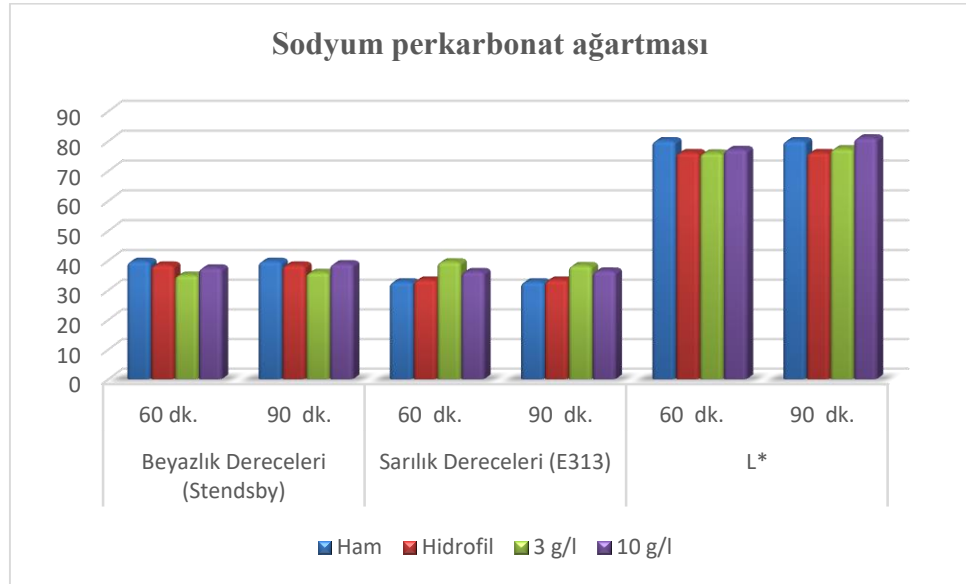
Sodyum Perkarbonat ağartması	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	70 °C
Süre	30, 60 dk.
pH	9
Sodyum Perkarbonat	3, 10 g/l
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/l

Sodyum perkarbonat ile farklı işlem sürelerinde ağartma sonucu ölçülen beyazlık ve sarılık dereceleri ile açıklık/koyuluk değerleri Tablo 5.18’de verilmiştir. 3 g/l ve 10 g/l olarak iki farklı sodyum perkarbonat konsantrasyonunda, 60 ve 90 dakika olmak üzere iki farklı sürede yapılan uygulamalar sonucunda ananas lifli dokuma

kumaşların beyazlık derecelerinde azalma gözlemlenirken, sarılık derecelerinde artış yaşanmıştır (Şekil 5.13).

Tablo 5.18: Ananas lifli dokuma kumaşların sodyum perkarbonat ağartması sonucu ölçülen renk özellikleri

Sodyum Perkarbonat Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)		Sarılık Dereceleri (E313)		L^*	
	60 dk.	90 dk.	60 dk.	90 dk.	60 dk.	90 dk.
Ham	39,74	39,74	32,82	32,82	80,18	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	38,48	33,43	33,43	76,21	76,21
3 g/l	35,07	35,99	39,56	38,29	76,06	77,47
10 g/l	37,48	38,89	36,27	36,46	77,26	81,12



Şekil 5.13: Ananas lifli kumaşların sodyum perkarbonat ağartması sonrası sodyum perkarbonat konsantrasyonuna ve işlem sıcaklığına göre renk özellikleri

5.3 Ananas Lifli Kumaşların Aktivatörler ile Ağartılması

5.3.1 Aktivatör A

Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör A ile ağartma reçeteleri Tablo 5.19'da verilmiştir.

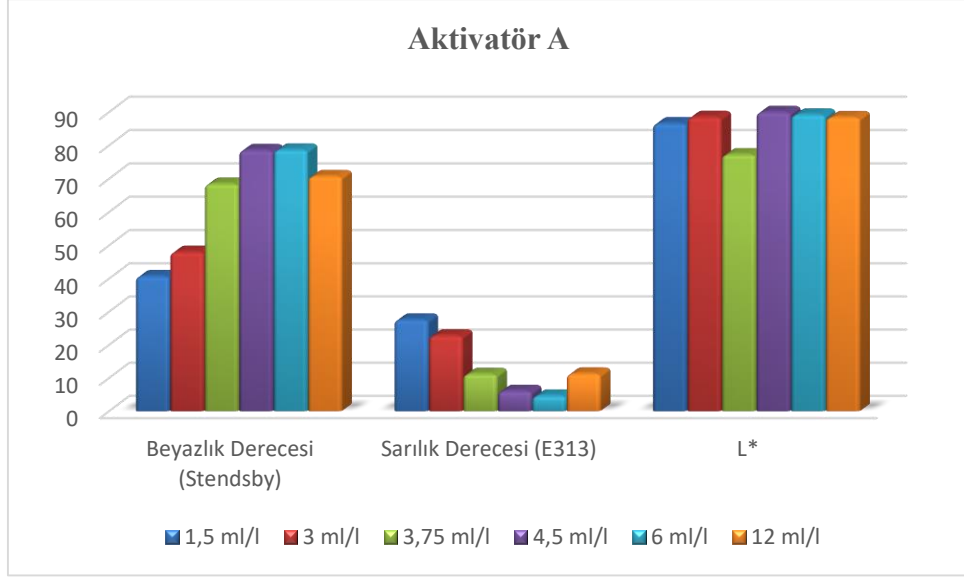
Tablo 5.19: Aktivatör A yardımı ile gerçekleştirilen işlem şartları

Aktivatör A ile ağartma	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	65 °C
Süre	45 dk.
pH	10-12,5
Aktivatör A konsantrasyonu	1,5 , 3 , 3,75 , 4,5 , 6 , 12 ml/l
Sodyum Hidroksit (%100'lük)	5, 10, 12,5, 15, 20, 40 g/l
Hidrojen Peroksit (%35'lik)	12, 24, 30, 36, 48, 96 ml/l
Islatıcı (non-iyonik)	0,5 ml/l
İyon tutucu	1 ml/l

Hidrofilleştirme işlemi uygulanmış ananas lifli dokuma kumaşlar üzerine aktivatör A ile uygulanan ağartma işlemi sonrası numunelerin renk özellikleri incelenmiştir. Ananas lifli numunelerin açıklık/koyuluk değerleri, beyazlık ve sarılık dereceleri Tablo 5.20'de verilmiştir. Şekil 5.14'de kullanılan aktivatör konsantrasyonuna göre ananas lifli kumaşların renk özelliklerindeki değişim gösterilmiştir.

Tablo 5.20: Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör A ile ağartma işlemi sonrası ölçülen renk özellikleri

Aktivatör A Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L^*
Ham	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21
1,5 ml/l	40,7	27,62	86,61
3 ml/l	48,01	22,81	88,51
3,75 ml/l	68,47	11,22	77,27
4,5 ml/l	78,56	6,07	90
6 ml/l	78,52	4,66	89,23
12 ml/l	70,76	11,31	88,45



Şekil 5.14: Ananas lifli kumaşların aktivatör A yardımı ile ağartılması sonucu aktivatör konsantrasyonuna göre renk özellikleri

Aktivatör A ile gerçekleştirilen ağartmalar sonrası ölçülen renk değerleri incelendiğinde en yüksek beyazlık değerinin ve en düşük sarılık değerinin 4,5 ml/l aktivatör A konsantrasyonunda elde edildiği gözlemlenmiştir. Ancak aktivatör konsantrasyonunun 3ml/l'nin üzerine çıktığı işlemlerde kumaşlarda sertleşme ve yıpranmalar gözlemlenmiştir. Bu nedenle, aktivatör A ile işleme tabii tutulan kumaşların işlem sonrası ağırlık kayıpları yüzde olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 5.21'de verilmektedir.

Tablo 5.21: Aktivatör A ile işlem gören ananas lifli kumaşların işlem sonrası ağırlık kayıpları

Aktivatör A Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L*	Ağırlık Kaybı (%)
Ham	39,74	32,82	80,18	-
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21	-
1,5 ml/l	40,7	27,62	86,61	8,76
3 ml/l	48,01	22,81	88,51	11,92
3,75 ml/l	68,47	11,22	77,27	29,8
4,5 ml/l	78,56	6,07	90	30,52
6 ml/l	78,52	4,66	89,23	33,64
12 ml/l	70,76	11,31	88,45	37,2

Aktivatör A ile yapılan ağartma işlemlerinde yüksek beyazlık derecelerine ulaşmak mümkündür. Fakat beyazlık derecelerinin artışı ile birlikte ananas lifli kumaşlarda ciddi ağırlık kayıpları meydana gelmektedir.

5.3.2 Aktivatör B

Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör B yardımı ile gerçekleştirilen ağartma işleminin şartları ve reçeteleri Tablo 5.22’de verilmiştir.

Tablo 5.22: Aktivatör B yardımı ile gerçekleştirilen işlem şartları

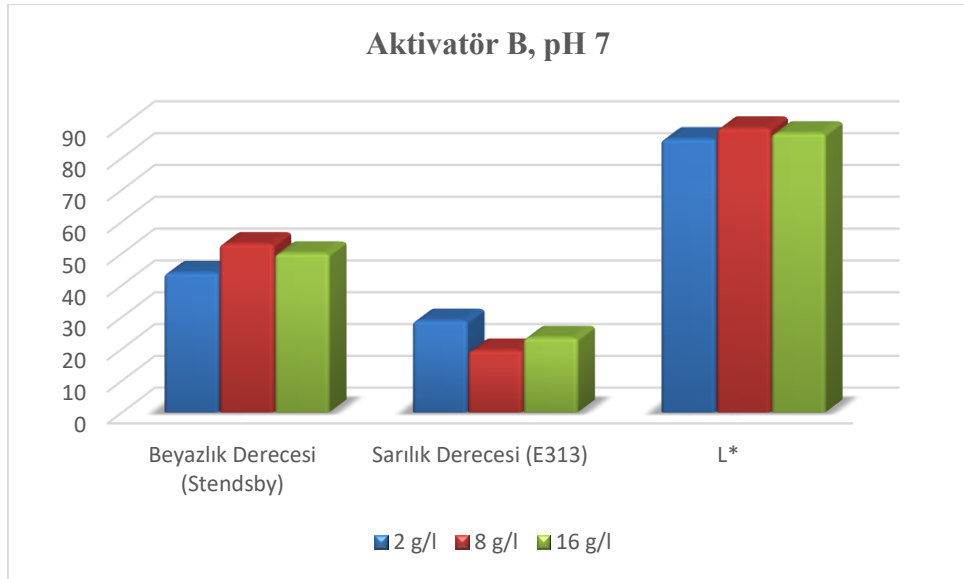
Aktivatör B ile ağartma	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	65 °C
Süre	45 dk.
pH	7, 10
Aktivatör B konsantrasyonu	2, 8, 16 g/l
Soda	7,5 g/l
Hidrojen Peroksit (%35’lik)	9, 36, 72 ml/l
Islatıcı (non-iyonik)	1 ml/l
Enzim	1, 5, 6, 12 g/l
Enzim kimyasalı	4, 5, 9, 18 g/l

Hidrofilleştirme işlemi uygulanmış ananas lifli dokuma kumaşlar üzerine, pH 7 ve pH 10’da farklı aktivatör B konsantrasyonlarında ağartma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sonrası ananas lifli kumaşların renk özellikleri incelenmiştir. Ananas lifli numunelerin açıklık/koyuluk değerleri, beyazlık ve sarılık dereceleri Tablo 5.23’de verilmiştir.

Tablo 5.23: Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör B ile ağartma işlemi sonrası ölçülen renk özellikleri

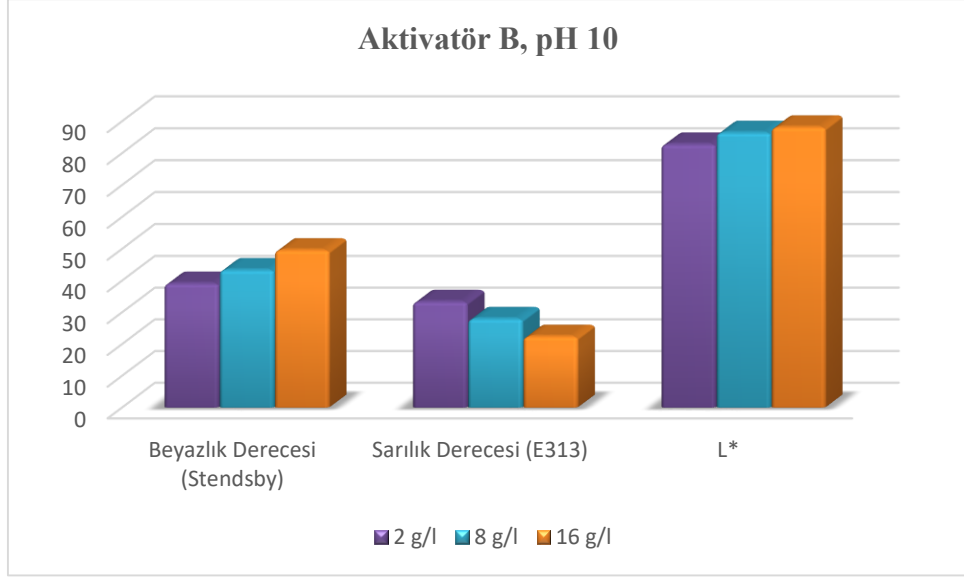
pH	Aktivatör B Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L^*
	Ham	39,74	32,82	80,18
	Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21
	2 g/l	43,88	28,88	85,94
7	8 g/l	52,96	19,5	89,33
	16 g/l	50,03	23,47	87,78
	2 g/l	39,09	33,36	82,75
10	8 g/l	43,36	27,97	86,43
	16 g/l	49,61	22,36	88,12

Şekil 5.15’de pH 7 ortamında aktivatör yardımı ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonucu, kumaşların renk özellikleri işlemlerde kullanılan aktivatör konsantrasyonlarına göre incelenmektedir.



Şekil 5.15: Ananas lifli kumaşların aktivatör B yardımı ile pH 7’de ağartılması sonucu aktivatör konsantrasyonuna göre renk özellikleri

Şekil 5.17’de ise pH 10 ortamında aktivatör yardımı ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonucu ölçülen renk özelliklerinin işlemlerde kullanılan aktivatör konsantrasyonlarına göre değişimi verilmiştir.

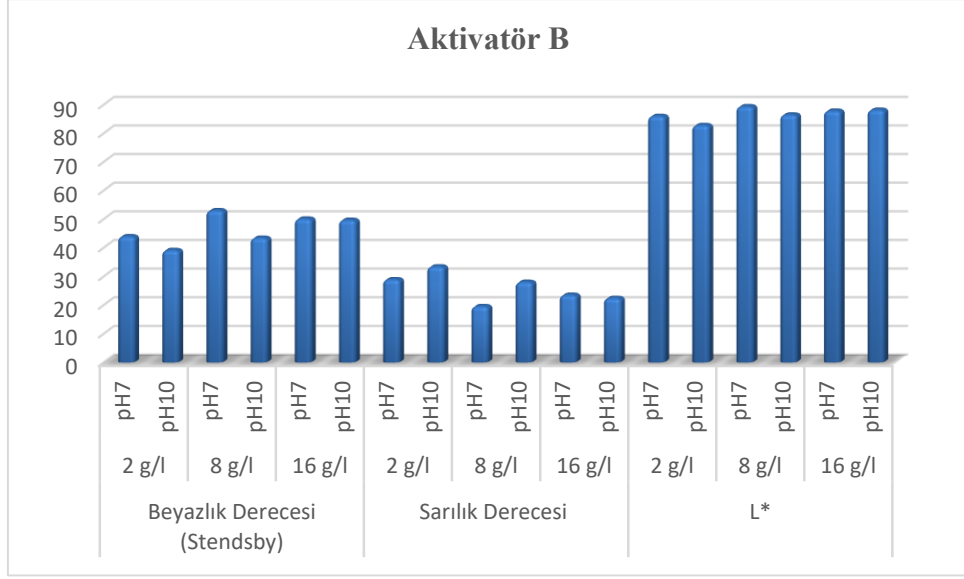


Şekil 5.16: Ananas lifli kumaşların aktivatör B yardımı ile pH 10'da ağartılması sonucu aktivatör konsantrasyonuna göre renk özellikleri

Aktivatör B ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonrası en iyi beyazlık değerinin (Beyazlık Derecesi: 52,96, Sarılık Derecesi: 19,5) pH 7'de 8 g/l aktivatör konsantrasyonunda elde edildiği gözlemlenmiştir. pH 7'de gerçekleştirilen ağartma işlemlerinde pH 10'da gerçekleştirilen ağartma işlemlerine nazaran az da olsa daha verimli sonuçların elde edildiği söylenebilmektedir (Şekil 5.18).

Tablo 5.24: Aktivatör B ile işlem gören ananas lifli kumaşların işlem sonrası ağırlık kayıpları

pH	Aktivatör B Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L*	Ağırlık Kaybı (%)
	Ham	39,74	32,82	80,18	
	Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21	
7	2 g/l	43,88	28,88	85,94	8,72
	8 g/l	52,96	19,5	89,33	21,92
	16 g/l	50,03	23,47	87,78	30,4
10	2 g/l	39,09	33,36	82,75	3,12
	8 g/l	43,36	27,97	86,43	7,92
	16 g/l	49,61	22,36	88,12	14,64



Şekil 5.17: Ananas lifli kumaşların aktivatör B yardımı ile ağartılması sonucu ölçülen renk özelliklerinin aktivatör konsantrasyonuna ve ortam pH'ına göre karşılaştırılması

Aktivatör A ile pH 7'de 8 g/l ve 16 aktivatör konsantrasyonlarında hidrojen peroksit ağartmasında elde edilen beyazlık derecelerine yakın dereceler ölçülmektedir. Ancak bu konsantrasyonlarda beyazlık her ne kadar yüksek derecelerde elde edilse de, işlem sonrası kumaşlarda yırtılmaya varan yıpranmalar gözlemlenmiştir. Bu nedenle, aktivatör B ile gerçekleştirilen ağartma işlemi sonrası kumaşların ağırlık kayıpları hesaplanmıştır. Tablo 5.24'ten de görülebileceği gibi, aktivatör A konsantrasyonu 8 g/l'nin üzerine çıkan konsantrasyonlarda ciddi ağırlık kayıpları yaşanmıştır.

5.3.3 Aktivatör C

Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör C yardımı ile gerçekleştirilen ağartma işleminin şartları ve reçeteleri Tablo 5.25'de verilmiştir.

Tablo 5.25: Aktivatör C yardımı ile gerçekleştirilen işlem şartları

Aktivatör C ile ağartma	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	60 °C
Süre	45 dk.
pH	11,4-12
Aktivatör C konsantrasyonu	2, 4, 6, 8, 16 g/l
Sodyum Hidroksit (%100'lük)	1,5 , 3, 4,5 , 6, 12 g/l
Hidrojen Peroksit (%35'lik)	7, 14, 21, 28, 56 g/l
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/l
İyon tutucu	1 g/l

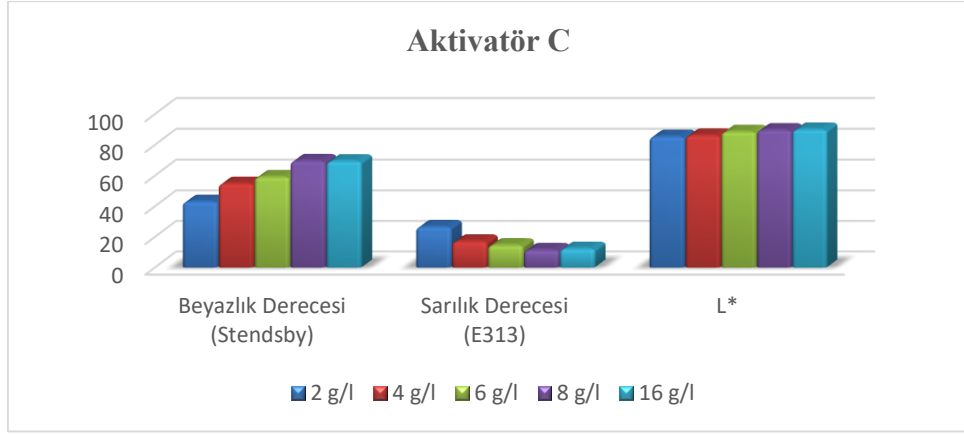
Hidrofilleştirilmiş ananas lifli dokuma kumaşlar üzerine aktivatör C yardımı ile uygulanan ağartma işlemi sonrası, kumaşların beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk değerleri (L^*) incelenmiştir. İşlem sonrası kumaşların ölçülen renk değerleri Tablo 5.26'da verilmiştir.

Tablo 5.26: Ananas lifli dokuma kumaşların aktivatör C ile ağartma işlemi sonrası ölçülen renk özellikleri

Aktivatör C Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L^*
Ham	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21
2 g/l	43,04	26,58	85,36
4 g/l	54,8	17,11	86,09
6 g/l	59,15	14,59	88,53
8 g/l	69,56	11,47	89,61
16 g/l	69,38	12,32	89,98

Tablo 5.26'da verilen değerlere ve Şekil 5.18'a göre uygulamada kullanılan aktivatör konsantrasyonu arttıkça ananas lifli kumaşların ölçülen beyazlık derecelerinde ve açıklık/koyuluk değerlerinde genel bir artış, sarılık derecelerinde de genel bir azalma söz konusudur. Aktivatör konsantrasyonu 8 g/l'nin üzerinde olduğu konsantrasyonlarda kumaşların renk özelliklerinde kayda değer bir değişimin

yaşanmadığı, hatta çok küçük miktarlarda beyazlık derecesinin azaldığı ve sarılık derecesinin arttığı gözlemlenmiştir. En yüksek beyazlık derecesi, 8g/l aktivatör C konsantrasyonunda elde edilmiştir. Ancak, 4 ml/l ve üzerindeki konsantrasyonlarda işlem sonrası kumaşlarda yıpranmalar gözlemlenmiştir.



Şekil 5.18: Ananas lifli kumaşların aktivatör C yardımı ile ağartılması sonucu aktivatör konsantrasyonuna göre renk özellikleri

Aktivatör C ile gerçekleştirilen işlemler sonrasında kumaşlarda gözlemlenen yıpranmalar ile birlikte, ananas lifli kumaşların ağırlık kayıpları hesaplanmıştır. Tablo 5.27’de ananas lifli kumaşların aktivatör c ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonrası ölçülen ağırlık kayıpları verilmiştir. aktivatör C konsantrasyonu 2 g/l’nin üzerine çıktığı konsantrasyonlarda kumaşların ağırlık kaybını %16’lara ulaştığı ve artan aktivatör konsantrasyonlarında ağırlık kayıplarının daha da arttığı gözlemlenmiştir.

Tablo 5.27: Aktivatör B ile işlem gören ananas lifli kumaşların işlem sonrası ağırlık kayıpları

Aktivatör C Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L*	Ağırlık Kaybı (%)
Ham	39,74	32,82	80,18	
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21	
2 g/l	43,04	26,58	85,36	8,44
4 g/l	54,8	17,11	86,09	16,08
6 g/l	59,15	14,59	88,53	16,88
8 g/l	69,56	11,47	89,61	29,44
16 g/l	69,38	12,32	89,98	32,28

5.3.4 Asidik ortamda hidrojen peroksit ağartması

Hidrojen peroksit ile nötr ortamda da ağartma işlemi uygulanabilmektedir. Bu pH koşullarında hidrojen peroksidin etkin şekilde kullanılabilmesi için aktivatörlere ihtiyaç duyulur. Ananas lifli dokuma kumaşların Prestogen W ile gerçekleştirilen ağartma işleminin şartları ve reçeteleri Tablo 5.28’de verilmiştir. Prestogen W ile işlem şartları geleneksel hidrojen peroksit ağartmasında 10 ml/l olarak belirlenen hidrojen peroksit konsantrasyonu ve ürün reçetesinde önerilen konsantrasyon göz önünde tutularak belirlenmiştir.

Tablo 5.28: Prestogen W ile gerçekleştirilen işlem şartları

Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	95 °C
Süre	60 dk.
pH	5-6,5
Prestogen W konsantrasyonu	2, 6 g/l
Hidrojen Peroksit (%35’lik)	10, 30 g/l
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/l

Hidrofil ananas lifli dokuma kumaşlar üzerine uygulanan Prestogen W ile hidrojen peroksit ağartma işlemi sonrası, kumaşların beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk değerleri (L^*) incelenmiştir. İşlem sonrası kumaşların ölçülen renk değerleri Tablo 5.29’de verilmiştir.

Tablo 5.29: Prestogen W ile gerçekleştirilen işlem sonrası ölçülen renk değerleri

Prestogen W Konsantrasyonu	Hidrojen Peroksit Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L^*
Ham	-	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	-	38,48	33,43	76,21
-	10 ml/l	51,19	22,11	86,6
-	30 ml/l	52,99	22,04	86,66
2 g/l	10 ml/l	32,99	35,02	84,69
6 g/l	30 ml/l	36,77	34,92	80,02

Prestogen W kullanımı ile hafif asidik ortamda gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartmalarında ölçülen beyazlık dereceleri ile alkali ortamda uygulanan

hidrojen peroksit ağartması ile elde edilen beyazlık dereceleri kıyaslandığında, alkali ortamda yapılan hidrojen peroksit ağartmalarında daha iyi değerlerin elde edildiği gözlemlenmektedir. Hatta Prostogen W ile yapılan işlemlerde ananas lifli kumaşların beyazlık derecelerinin geriye gittiği, kumaşların bir miktar sarardığı söylenebilmektedir.

5.4 Ananas Lifli Kumaşların İndirgen Madde İle Ağartılması

5.4.1 Tiyöüre dioksit (TUDO) ağartması

Tiyöüre dioksit (Tudo) indirgen maddesi ile gerçekleştirilen ağartma işlemlerinin şartları Tablo 5.30’da verilmiştir.

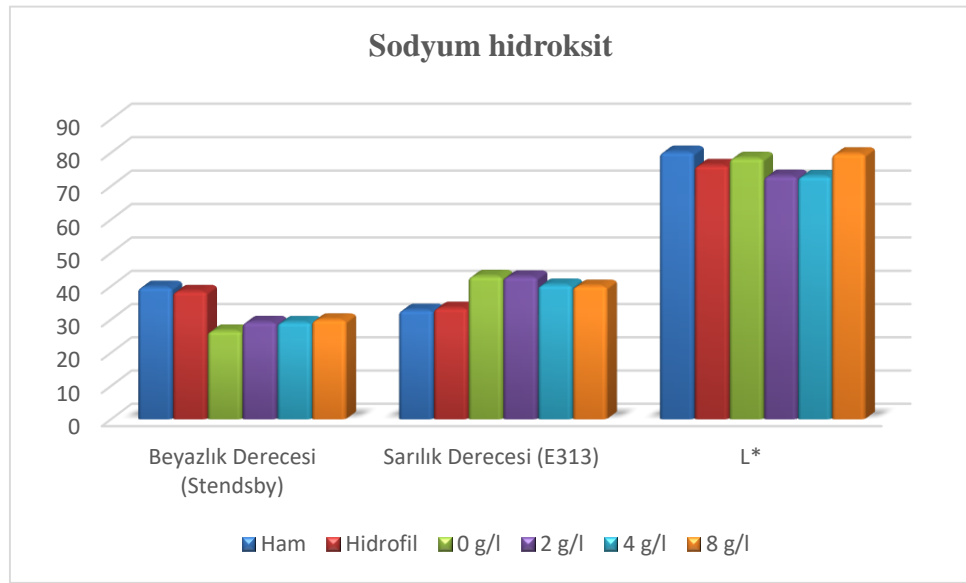
Tablo 5.30: Tiyöüre dioksit (Tudo) indirgen maddesi ile gerçekleştirilen ağartma işlemi şartları

Tiyöüre dioksit (Tudo) ile ağartma	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	90 °C
Süre	60 dk.
pH	8,1-8,6
Tudo konsantrasyonu	5, 10, 20 g/l
Sodyum Hidroksit (%100’lük)	0, 2, 4, 8 g/l
Islatıcı	1 g/l

Ananas lifli dokuma kumaşların tudo ile ağartma için uygun reçetenin belirlenmesi sırasında literatürde farklı uygulama örneklerine rastlanmıştır. Farklı tudo konsantrasyonlarından, sıcaklık ve süreden ziyade sodyum hidroksit ilavesi konusunda farklı çalışmalar bulunmaktadır. Ananas lifli kumaşların tudo ile ağartılmasında sodyum hidroksit kullanımı ya da hangi oranda kullanılacağı için ilk olarak 20 g/l tudo konsantrasyonunda farklı sodyum hidroksit konsantrasyonlarında denemeler yapılmıştır. Bu denemeler sonucu ananas lifli dokuma kumaşların ölçülen renk özellikleri Tablo 5.31’de verilmiştir.

Tablo 5.31: Farklı sodyum hidroksit konsantrasyonlarında 20 g/l TUDO ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonucu ölçülen renk değerleri

Sodyum Hidroksit Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L*
Ham	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21
0 g/l	26,57	43,01	78,35
2 g/l	29,17	42,85	73
4 g/l	29,13	40,39	72,91
8 g/l	29,9	40,05	79,7



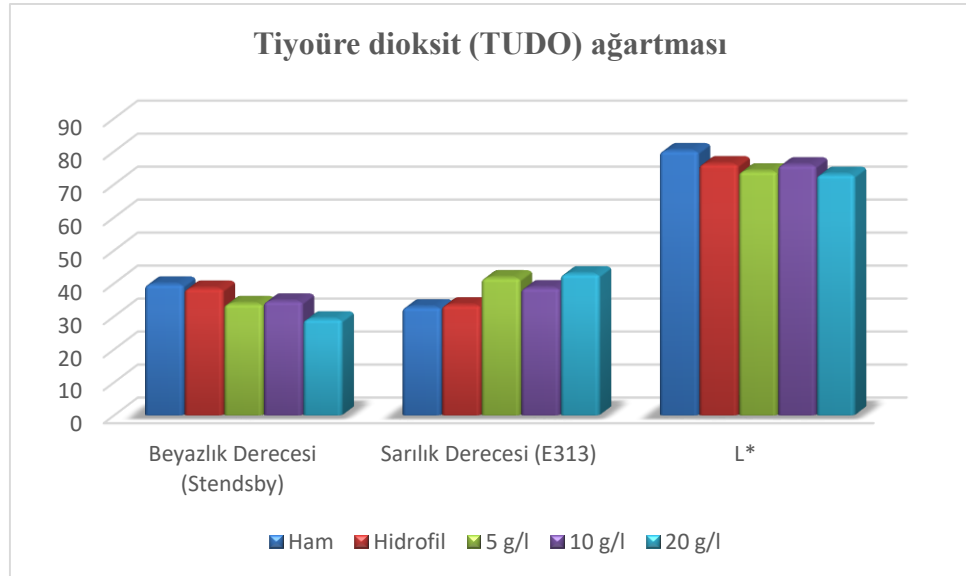
Şekil 5.19: 20 g/l TUDO ile farklı sodyum hidroksit konsantrasyonlarının kullanıldığı TUDO ağartması sonucu ananas lifli kumaşlarda ölçülen renk özellikleri

Sodyum hidroksit kullanılmadan yapılan TUDO ağartması ile farklı sodyum hidroksit konsantrasyonlarında gerçekleştirilen TUDO ağartmalarının ananas lifli kumaşların renk özelliklerine etkisi incelendiğinde, sodyum hidroksit kullanılan ağartmalarda az da olsa daha iyi beyazlık ve sarılık elde edildiği gözlemlenmektedir. Fakat sodyum hidroksit konsantrasyonunun 2 g/l ya da 8 g/l kullanılmasının kumaşın renk özelliklerine göz ardı edilebilecek miktarlarda etki ettiğinden, optimum TUDO konsantrasyonunu denemeye yönelik çalışmalar 2 g/l kostik eşliğinde gerçekleştirilmiştir. Tablo 5.32’de 2 g/l sodyum hidroksit eşliğinde 5, 10, 20 g/l TUDO konsantrasyonlarında uygulanan ağartma işlemi sonrası ananas lifli kumaşların beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk değerleri verilmiştir.

Kumaşların renk özelliklerinin kullanılan tudo konsantrasyonuna göre değişimi Şekil 5.20'de gösterilmiştir.

Tablo 5.32: Tudo ağartması sonrası ananas lifli dokuma kumaşların ölçülen renk değerleri

Tudo Konsantrasyonu	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L^*
Ham	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21
5 g/l	38,48	33,43	74,01
10 g/l	34,59	38,61	75,88
20 g/l	29,17	42,85	73



Şekil 5.20: Ananas lifli kumaşlar üzerine TUDO ile gerçekleştirilen ağartma işlemi sonrası değişen TUDO konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri

Tiyöüre dioksit (TUDO) ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri ile ananas liflerinin beyazlık derecelerinin geliştirilemediği, bunun yanında TUDO konsantrasyonunun artışı ile birlikte bir miktar da olsa kumaşların beyazlık derecelerinde azalmanın yaşandığı gözlemlenmiştir.

5.5 Ananas Lifli Kumaşların Enzimler ile Muamelesi

Ananas lifli kumaşlar, %100 ananas lifli olarak üretilebildiği gibi çeşitli liflerle karışım halinde de üretilebilmektedir. Bu nedenle, ananas liflerinin enzimler ile işlem sonrası ananas liflerinin renk özelliklerinde ve yapısında nasıl değişimler yaşanabileceğini gözlemlemek için çeşitli enzimler ile işlemler gerçekleştirilmiştir.

5.5.1 Lakkaz enzimi

Ananas lifli dokuma kumaşlar farklı konsantrasyonlarda lakkaz enzimi ile muamele edilerek, işlem sonrası kumaşlarda yaşanan değişiklikler gözlemlenmiştir. Lakkaz enzimi ile muamele işlemlerinin hepsi, 90 °C' de 30 dakika %2 NaOH ile hidrofilleştirme işlemine tabii tutulmuş ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Tablo 5.33'de lakkaz enzimi uygulama şartları verilmiştir.

Tablo 5.33: Lakkaz enzimi uygulama şartları

Lakkaz Enzimi ile İşlem	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	70 °C
Süre	20 dk.
pH	4,5-5,5
Enzim konsantrasyonu	% 0,5, 2, 4
Islatıcı	1 g/l

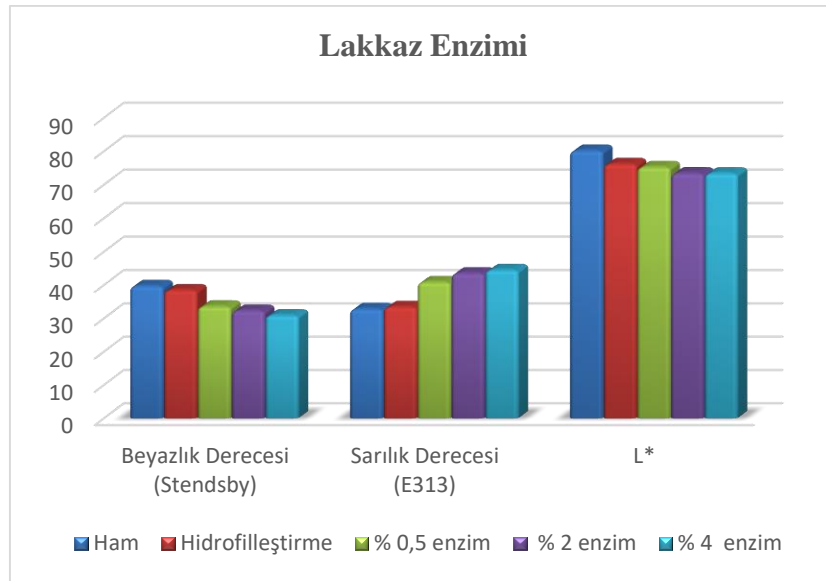
Enzimatik işlem sonrası ananas lifli kumaşların ölçülen beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk (L^*) değerleri ile birlikte absorpsiyon kapasiteleri Tablo 5.34'de verilmiştir.

Genellikle denim kumaşların ağartılmasında kullanılan lakkaz enzimi, ananas lifleri içeren yüzeylere uygulandığından liflerde yaşanabilecek değişimin tahminlenebilmesi için, ananas lifli kumaşlara farklı konsantrasyonlarında enzim uygulanmıştır. Şekil 5.21'de farklı enzim konsantrasyonlarına göre beyazlık derecelerinde, sarılık derecelerinde ve açıklık/koyuluk (L^*) değerlerinde yaşanan değişim gösterilmiştir.

Tablo 5.34: Lakkaz enzimi ile işleme tabii tutulmuş ananas lifi dokuma kumaşların renk özellikleri ve absorpsiyon kapasiteleri

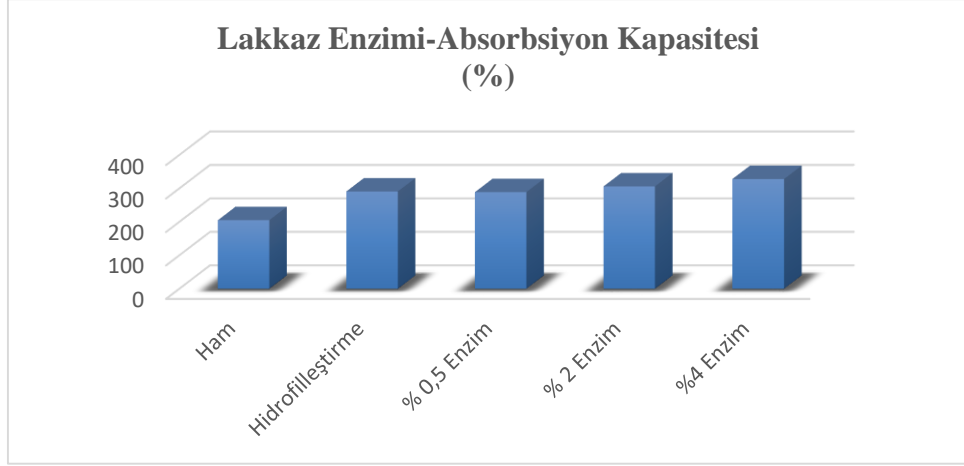
Lakkaz Enzim Konsantrasyonu (%)	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L*	Absorpsiyon Kapasitesi (%)
Ham	39,74	32,82	80,18	205
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21	291
% 0,5 enzim	33,59	40,9	75,28	289
% 2 enzim	32,3	43,53	73,43	306
% 4 enzim	30,93	44,54	73,4	328

Lakkaz enzimi ile işlem gören kumaşların renk özelliklerinde enzim konsantrasyonu ile orantılı şekilde sararma yaşandığı gözlemlenmektedir. Ananas liflerinin çeşitli lifler ile karışım halinde kullanılması ve lakkaz enzimine tabii tutulması durumunda, ananas liflerinin bir miktar beyazlık kaybı yaşayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.



Şekil 5.21: Lakkaz enzimi ile işlem gören ananas lifi dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre renk özellikleri

Lakkaz enzimi ile işleme tabii tutulan ananas lifi kumaşların absorpsiyon kapasitesindeki değişim incelendiğinde, hidrofilleştirme işlemi ile absorpsiyon kapasitesinin bir miktar iyileştirildiği, % 0,5 lakkaz enzim konsantrasyonunun absorpsiyon kapasitesinin (% 289) hidrofilleştirme işlemi uygulanmış kumaşınkine (% 291) oldukça yakın değerde olduğu, lakkaz enzim konsantrasyonunun artışı ile birlikte kumaşların absorpsiyon kapasitelerinde bir miktar artış yaşandığı gözlemlenmektedir (Şekil 5.22).



Şekil 5.22: Lakkaz enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri

5.5.2 Pektinaz (A) enzimi

Pektinaz enzimi, genellikle selülozik liflerin hidrofilleştirilme işlemlerinde kullanılan bir enzim türüdür. Ananas lifli dokuma kumaşların enzimatik yöntem ile hidrofilleştirme işleminin kumaşların renk özellikleri ve absorpsiyon kapasiteleri üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için, ananas lifli ham kumaşlar farklı konsantrasyonlarda pektinaz (a) enzimi ile muamele edilmiştir. Aynı zamanda, alkali ile hidrofilleştirme işlemi sonrası enzim uygulandığında, ananas lifli kumaşların renk özellikleri ve absorpsiyon kapasitelerindeki değişimin gözlemlenebilmesi için, ananas lifli kumaşlar alkali hidrofilleştirme işlemi sonrası farklı konsantrasyonlarda pektinaz (a) enzimi ile işleme tabii tutulmuştur. Pektinaz (a) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları Tablo 5.35’da verilmiştir.

Tablo 5.35: Ananas lifli dokuma kumaşlara pektinaz (a) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları

Pektinaz (A) Enzimi ile İşlem	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	55 °C
Süre	20 dk.
pH	8
Enzim konsantrasyonu	% 0,5, 2, 4
Islatıcı	1 g/l

Ananas lifleri pektinaz (a) enzimi ile işlemi sonunda kumaş yüzeyindeki enzimin etkinliğinin sonlandırılması için 80 °C’de, 10 dk ard-ışleme tabii tutulmuştur. Bunu takiben, çalışmada tüm işlemler sonunda uygulanan ard-yıkama (5 dk 80 °C sıcak yıkama, 5 dk. 40 °C taşarlı yıkama ve 5 dk. soğuk taşarlı yıkama) işlemleri yapılmıştır. Tablo 5.36’de ham ananas lifli kumaşın, alkali işlem ile hidrofilleştirilmiş ananas lifli kumaşın, enzim ile işlem görmüş ham ananas lifli kumaşların ve enzim ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri verilmiştir.

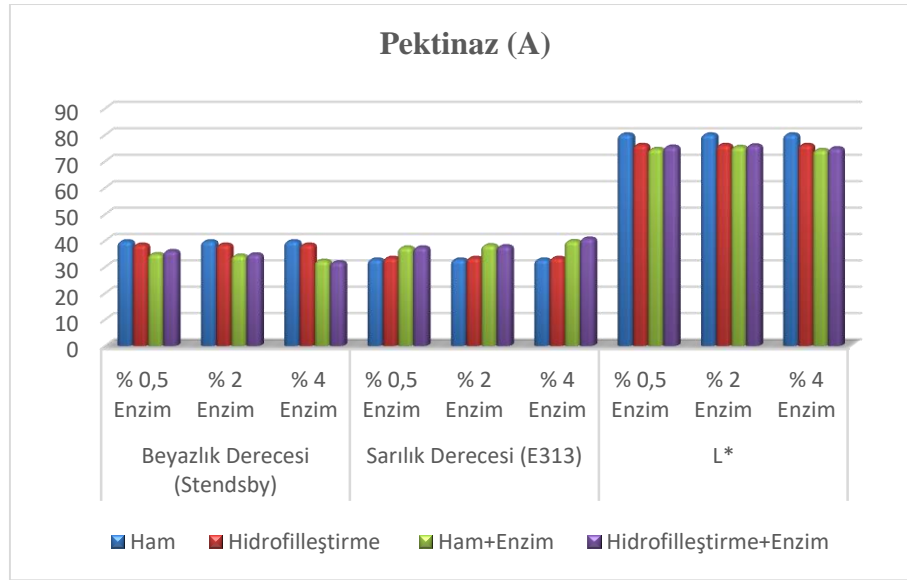
Tablo 5.36: Pektinaz (a) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri

		Beyazlık Dereceleri (Stendsby)		
		% 0,5 Enzim	% 2 Enzim	% 4 Enzim
Ham	39,74	-	-	-
Hidrofilleştirme	38,48	-	-	-
Ham + Enzim		34,85	34,29	32,33
Hidrofilleştirme + Enzim		36,03	34,77	31,76
		Sarılık Dereceleri (E313)		
		% 0,5 Enzim	% 2 Enzim	% 4 Enzim
Ham	32,82	-	-	-
Hidrofilleştirme	33,43	-	-	-
Ham + Enzim		37,39	38,25	39,81
Hidrofilleştirme + Enzim		37,41	37,86	40,77
		<i>L</i> *		
		% 0,5 Enzim	% 2 Enzim	% 4 Enzim
Ham	80,18	-	-	-
Hidrofilleştirme	76,21	-	-	-
Ham + Enzim		74,7	75,48	74,32
Hidrofilleştirme + Enzim		75,56	76,02	74,95
		Absorpsiyon Kapasitesi (%)		
		% 0,5 Enzim	% 2 Enzim	% 4 Enzim
Ham	205	-	-	-
Hidrofilleştirme	291	-	-	-
Ham + Enzim		308	314	346
Hidrofilleştirme + Enzim		325	326	346

Alkali ile hidrofilleştirilmiş ananas lifli kumaşların beyazlık ve sarılık dereceleri ile pektinaz enzimi ile hidrofilleştirilmiş ananas lifli kumaşların beyazlık ve

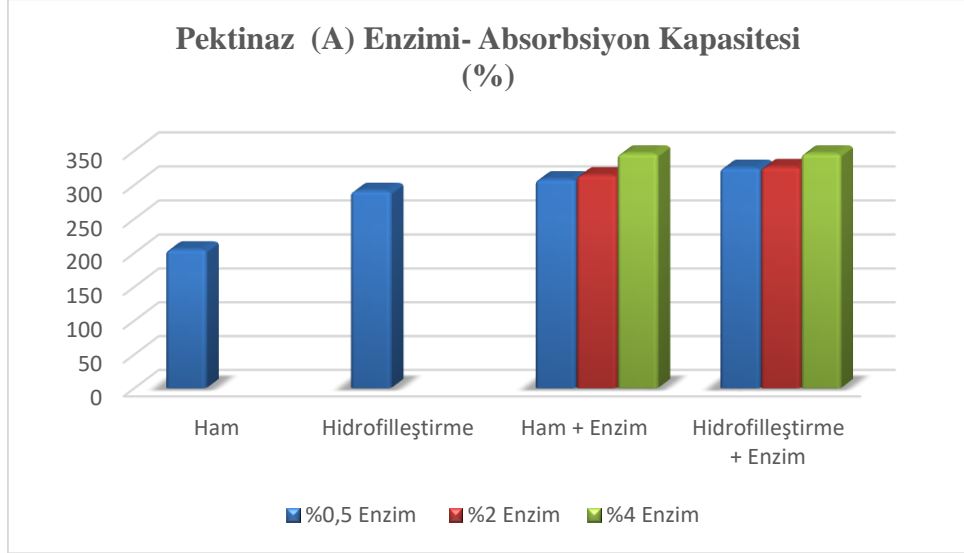
sarılık dereceleri kıyaslandığında; alkali ile işlem gören ananas lifli yüzeylerin beyazlık derecesinin daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Pektinaz (a) enziminin ananas lifli kumaşlarda hafif bir sararmaya neden olduğu ve bu sararmadan az oranlarda da olsa enzim konsantrasyonu arttıkça yükseldiği söylenebilmektedir (Şekil 5.23).



Şekil 5.23: Pektinaz (a) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların enzim konsantrasyonuna göre renk değerleri

Pektinaz (a) enzimi ile işleme tabii tutulan ananas lifi kumaşların absorpsiyon kapasitesindeki değişim incelendiğinde, alkali hidrofilleştirme işleminde kumaş içerisindeki safsızlıkların bir kısmının uzaklaştırılması ile birlikte, ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitelerinde bir miktar artış yaşandığı gözlemlenmektedir. Pektinaz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşlarda da buna benzer şekilde, enzim konsantrasyonu arttıkça ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitelerinde artış yaşanmaktadır. Her ne kadar, pektinaz (a) enzimi ile işlem gören kumaşların absorpsiyon kapasiteleri alkali ile hidrofilleştirme işlemine tabii tutulan ananas lifli kumaşlarınkinden daha yüksek olduğu gözlemlense de, pektinaz (a) enzimi ile işlem gören kumaşlardaki sararma miktarı alkali hidrofilleştirme işlemine göre daha fazladır.



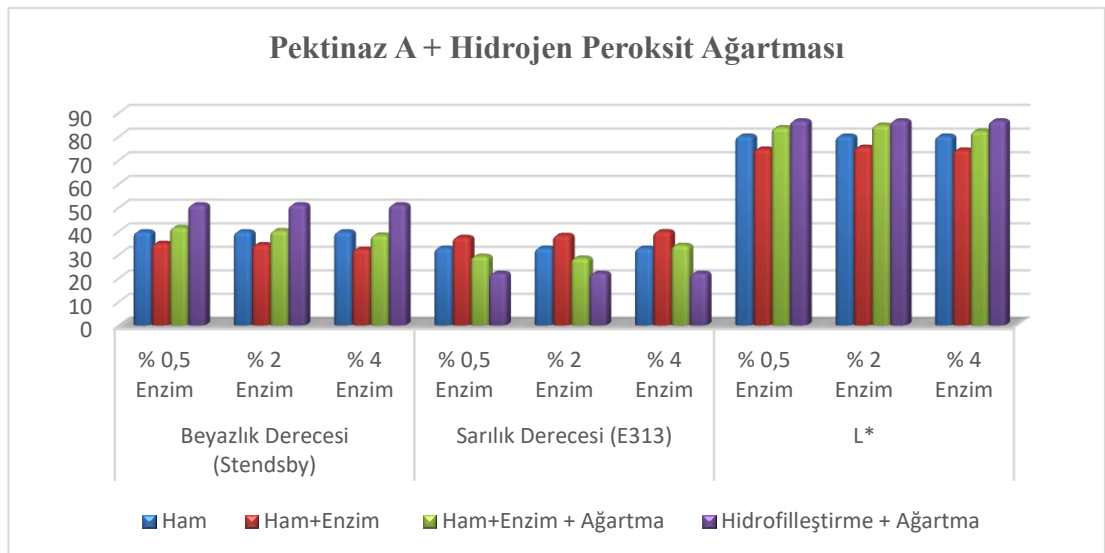
Şekil 5.24: Pektinaz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri

Pektinaz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartmasına tabii tutulması durumunda, pektinaz (b) enzim işleminin ağartma verimine etkisi incelenmiştir. Bunun için, pektinaz (b) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşlara optimum olarak optimum beyazlık derecelerinin elde edildiği hidrojen peroksit ağartması (95 °C, 60 dk., 10 g/l hidrojen peroksit konsantrasyonu) uygulanmıştır. Gerçekleştirilen işlem sonrası ölçülen renk değerleri Tablo 5.37’de verilmiştir.

Şekil 5.25 incelendiğinde alkali hidrofilleştirme (alkali işlem) işlemi sonrası uygulanan optimum hidrojen peroksit ağartmasının beyazlık derecelerinin, ham ananas lifli kumaşın pektinaz (a) enzimi muamelesi sonrası uygulanan optimum hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen beyazlık değerinden daha yüksek olduğu, aynı zamanda daha iyi sarılık derecesine ve açıklık/koyuluk değerine sahip olduğu gözlemlenmektedir. Bu farklılığın, pektinaz (a) ile işlem gören ananas lifli kumaşların beyazlık derecesinin alkali hidrofilleştirme ile işlem gören kumaşlara göre daha düşük olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo 5.37: Pektinaz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri

	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)		
	% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	39,74	39,74	39,74
Alkali işlem	38,48	38,48	38,48
Ham + Enzim	34,85	34,29	32,33
Alkali işlem + Ağartma	51,19	51,19	51,19
Enzim + Ağartma	41,62	40,29	38,31
	Sarılık Dereceleri (E313)		
	% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	32,82	32,82	32,82
Alkali işlem	33,43	33,43	33,43
Ham + Enzim	37,39	38,25	39,81
Alkali işlem + Ağartma	22,11	22,11	22,11
Enzim + Ağartma	29,35	28,58	34,01
<i>L*</i>			
	Sarılık Dereceleri (E313)		
	% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	80,18	80,18	80,18
Alkali işlem	76,21	76,21	76,21
Ham + Enzim	74,7	75,48	74,32
Alkali işlem + Ağartma	86,6	86,6	86,6
Enzim + Ağartma	83,78	84,8	82,35



Şekil 5.25: Pektinaz (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartması sonucu, kullanılan enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri

5.5.3 Pektinaz (B) enzimi

Ananas lifli dokuma kumaşların enzimatik yöntem ile hidrofilleştirme işleminin kumaşların renk özellikleri ve absorpsiyon kapasiteleri üzerindeki etkilerinin belirlenebilmesi için, ananas lifli ham kumaşlar farklı konsantrasyonlarda pektinaz (b) enzimi ile muamele edilmiştir. Aynı zamanda, alkali ile hidrofilleştirme (alkali işlem) işlemi sonrası enzim uygulandığında, ananas lifli kumaşların renk özellikleri ve absorpsiyon kapasitelerindeki değişimin gözlemlenebilmesi için, ananas lifli kumaşlar alkali hidrofilleştirme işlemi sonrası farklı konsantrasyonlarda pektinaz (b) enzimi ile işleme tabii tutulmuştur. Pektinaz (b) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları Tablo 5.38’de verilmiştir.

Tablo 5.38: Ananas lifli dokuma kumaşlara pektinaz (b) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları

Pektinaz (B) Enzimi ile İşlem	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	55 °C
Süre	30 dk.
pH	8,2
Enzim konsantrasyonu	% 0,2, 0,4, 1
Islatıcı	1 g/l
İyon tutucu	1 g/l

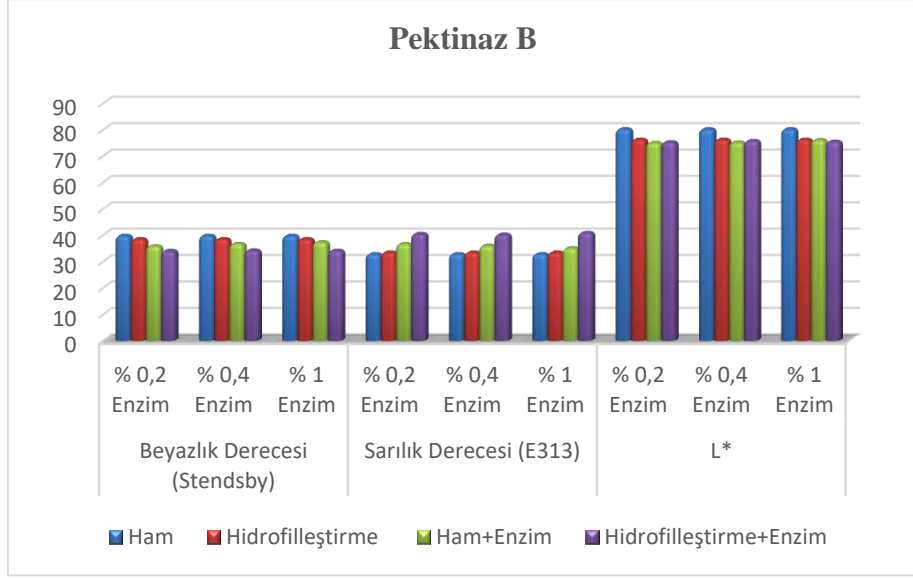
Tablo 5.39’da işlem sonrası ananas lifli kumaşlarda ölçülen beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk (L^*) değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri verilmiştir.

Pektinaz (b) enzimi ile işleme tabii tutulan ananas lifi kumaşların absorpsiyon kapasitesindeki değişim incelendiğinde, pektinaz (a) enzimi ile yapılan işlemde elde edilen sonuçlara benzer şekilde enzim konsantrasyonunun artışı ile birlikte ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitelerinde bir miktar artış yaşandığı gözlemlenmektedir. Bu artışın nedeni de, alkali hidrofilleştirme işleminde olduğu gibi kumaş içerisindeki safsızlıkların bir kısmının uzaklaştırılması şeklinde açıklanabilmektedir.

Tablo 5.39: Pektinaz (b) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların renk değerleri

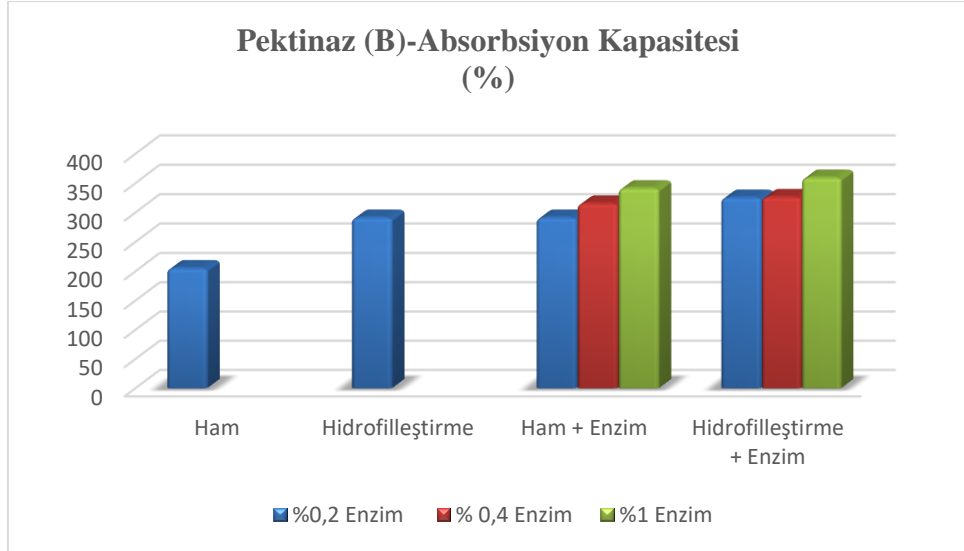
		Beyazlık Dereceleri (Stendsby)		
		% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	39,74	-	-	-
Alkali işlem	38,48	-	-	-
Ham + Enzim		35,8	36,66	37,33
Alkali işlem + Enzim		34,03	34,19	34,07
		Sarılık Dereceleri (E313)		
		% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	32,82	-	-	-
Alkali işlem	33,43	-	-	-
Ham + Enzim		36,62	36,02	35,05
Alkali işlem + Enzim		40,45	40,2	40,82
		<i>L*</i>		
		% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	80,18	-	-	-
Alkali işlem	76,21	-	-	-
Ham + Enzim		74,98	75,16	76,06
Alkali işlem + Enzim		75,23	75,72	75,76
		Absorbsiyon Kapasitesi (%)		
		% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	205	-	-	-
Alkali işlem	291	-	-	-
Ham + Enzim		291	315	341
Alkali işlem + Enzim		325	326	359

Ananas lifli ham kumaş üzerine % 0,5 enzim konsantrasyonunda uygulanan pektinaz (b) enzimi ile alkali hidrofilleştirme ile elde edilen absorpsiyon kapasitesine ulaşılmaktadır. Enzim konsantrasyonunun artışı ile birlikte alkali hidrofilleştirme işlemi ile elde edilen absorpsiyon kapasitesi değerlerinin üzerinde değerler ölçülmektedir. Ancak, pektinaz (b) enzimi ile yapılan işlemler de alkali hidrofilleştirme işlemine kıyasla daha düşük beyazlık değerlerine ulaşılmaktadır.



Şekil 5.26: Pektinaz (b) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların enzim konsantrasyonuna göre renk değerleri

Hidrofilleştirme işlemi uygulanmış ananas lifli kumaş üzerine uygulanan pektinaz (b) enzimi muamelesi sonucu ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitelerindeki artış, pektinaz (a) enzimi ile işlem görmüş hidrofilleştirilmiş ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitelerindeki artıştan daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 5.27).



Şekil 5.27: Pektinaz (b) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri

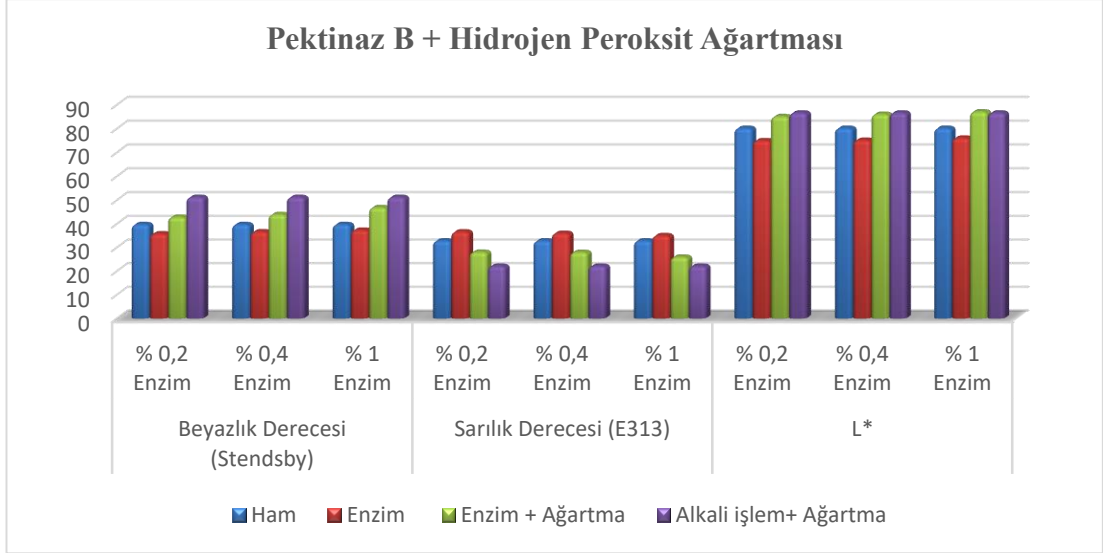
Pektinaz (b) enzimi ile uygulanan ananas lifli kumaşlar üzerine hidrojen peroksit ağartması uygulandığında, ananas lifli kumaşların ağartma veriminin tayin

edilebilmesi için, pektinaz (b) enzimi ile işlem görmüş ananas lifli kumaşlar optimum olarak belirlenen hidrojen peroksit ağartmasına (95 °C, 60 dk., 10 g/l hidrojen peroksit konsantrasyonu) tabii tutulmuştur. İşlem sonrası ölçülen renk değerleri Tablo 5.40'da verilmiştir.

Tablo 5.40: Pektinaz (b) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen renk değerleri

	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)		
	% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	39,74	39,74	39,74
Hidrofilleştirme	38,48	38,48	38,48
Ham + Enzim	35,8	36,66	37,33
Hidrofilleştirme + Ağartma	51,19	51,19	51,19
Ham + Enzim + Ağartma	42,86	43,95	46,88
	Sarılık Dereceleri (E313)		
	% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	32,82	32,82	32,82
Hidrofilleştirme	33,43	33,43	33,43
Ham + Enzim	36,62	36,02	35,05
Hidrofilleştirme + Ağartma	22,11	22,11	22,11
Ham + Enzim + Ağartma	28,04	28	25,96
	<i>L*</i>		
	% 0,2 Enzim	% 0,4 Enzim	% 1 Enzim
Ham	80,18	80,18	80,18
Hidrofilleştirme	76,21	76,21	76,21
Ham + Enzim	74,98	75,16	76,06
Hidrofilleştirme + Ağartma	86,6	86,6	86,6
Ham + Enzim + Ağartma	85,12	86,06	87,1

Alkali hidrofilleştirme işlemi sonrası uygulanan hidrojen peroksit ağartması ile pektinaz (b) enzimi işlemi sonrası uygulanan hidrojen peroksit ağartması ile elde edilen beyazlık ve sarılık dereceleri kıyaslandığında; alkali hidrofilleştirme sonrası yapılan ağartma işlemi ile daha iyi beyazlık ve sarılık derecelerinin elde edildiği gözlemlenmektedir (Şekil 5.28).



Şekil 5.28: Pektinaz (b) enzimi ile işlem gören ananas lifli kumaşların hidrojen peroksit ağartması sonucu, kullanılan enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri

5.5.4 Asit selüloz (A) enzimi

Ananas lifli dokuma kumaşlar farklı konsantrasyonlarda asit selüloz (a) enzimi ile muamele edilerek, işlem sonrası kumaşlarda yaşanan değişiklikler gözlemlenmiştir. Asit selüloz (a) enzimi 90 °C’de, 30 dakika, %2 NaOH konsantrasyonunda hidrofilleştirme işlemi gerçekleştirilmiş ananas lifli kumaşlar üzerinde uygulanmıştır. Tablo 5.41’da asit selüloz (a) enziminin uygulama şartları verilmiştir.

Tablo 5.41: Ananas lifli dokuma kumaşlara asit selüloz (a) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları

Asit Selüloz (A) Enzimi ile İşlem	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	55 °C
Süre	30 dk.
pH	8
Enzim konsantrasyonu	% 0,5, 2, 4
Islatıcı	1 g/l

Asit selüloz (a) enzimi ile işlem gören kumaşlar işlem süresi sonunda 80 °C’de, pH 9-10 aralığında 20 dk ard-işleme tabii tutulmuştur. Bunu takiben, çalışmada tüm işlemler sonunda uygulanan ard-yıkama (5 dk 80 °C sıcak yıkama, 5 dk. 40 °C taşarlı

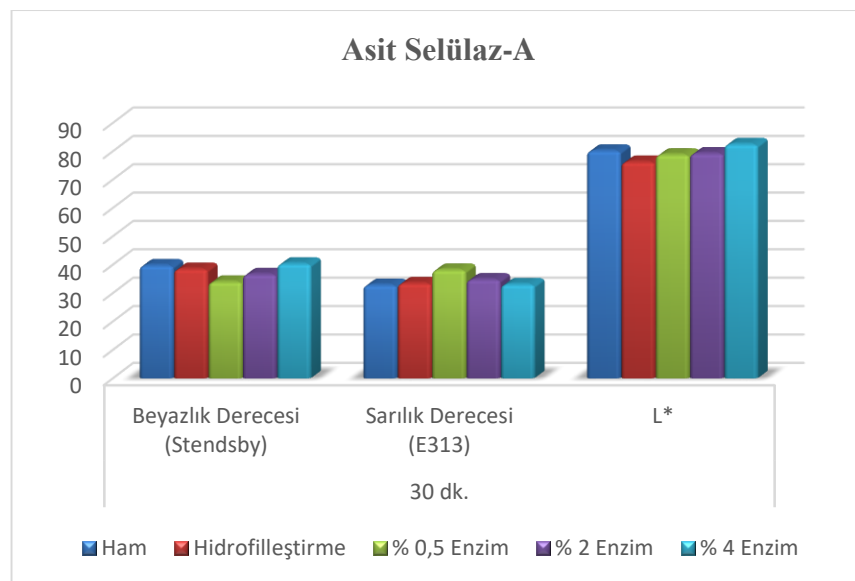
yıkama ve 5 dk. soğuk taşarlı yıkama) işlemleri gerçekleştirilmiştir. İşlemler sonrası ananas lifli kumaşların ölçülen renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri Tablo 5.42’de verilmiştir.

Tablo 5.42: Asit selülaz (a) ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası ölçülen renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri

	Beyazlık Dereceleri (Stendsby)	Sarılık Dereceleri (E313)	L^*	Absorpsiyon kapasitesi (%)
Ham	39,74	32,82	80,18	205
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21	291
% 0,5 Enzim	33,95	38,16	78,79	320
% 2 Enzim	36,59	34,78	79,2	364
% 4 Enzim	40,33	33,06	82,47	-*

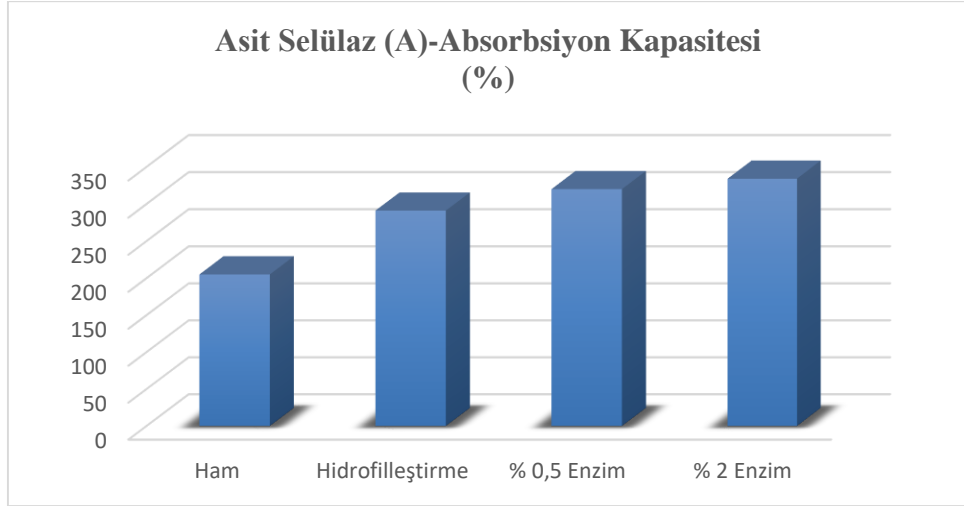
* %4 enzim konsantrasyonunun kumaş yapısı bozulduğundan absorpsiyon kapasitesinin tespiti için ölçüm yapılamamıştır.

Asit selülaz (a) enziminin ananas lifli kumaşlar üzerinde etkisi incelendiğinde, enzimin varlığının liflerde bir miktar sararmaya neden olduğu, enzim konsantrasyonunun artışı ile bu sararmanın azaldığı gözlemlenmiştir. Fakat enzim miktarı artışı aynı zamanda çok bariz şekilde mukavemet kaybına neden olmuş, %4 enzim konsantrasyonunun kullanıldığı işlem sonrasında kumaş yapısındaki lifler birbirinden tamamen ayrılmıştır. Asit selülaz (a) enziminin konsantrasyonunun beyazlık derecelerine, sarılık derecelerine ve açıklık/koyuluk (L^*) değerlerine etkisi Şekil 5.29’da gösterilmiştir.



Şekil 5.29: Asit selülaz (a) ile işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri

Asit selülag (a) enzimi ile işleme tabii tutulan ananas lifli dokuma kumaşların absorpsiyon kapasiteleri incelendiğinde, enzim konsantrasyonu ile birlikte ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitelerinde bir miktar artış yaşandığı gözlemlenmektedir (Şekil 5.30).



Şekil 5.30: Asit selülag (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri

5.5.5 Asit selülag (B) enzimi

Ananas lifli dokuma kumaşlar farklı konsantrasyonlarda asit selülag (b) enzimi ile muamele edilerek, işlem sonrası kumaşlarda yaşanan değişiklikler gözlemlenmiştir. Asit selülag (b) enzimi 90 °C’de, 30 dakika, %2 NaOH konsantrasyonunda hidrofilleştirme işlemi gerçekleştirilmiş ananas lifli kumaşlar üzerinde uygulanmıştır. Tablo 5.43’de asit selülag (b) enziminin uygulama şartları verilmiştir.

Tablo 5.43: Ananas lifli dokuma kumaşlara asit selülag (b) enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları

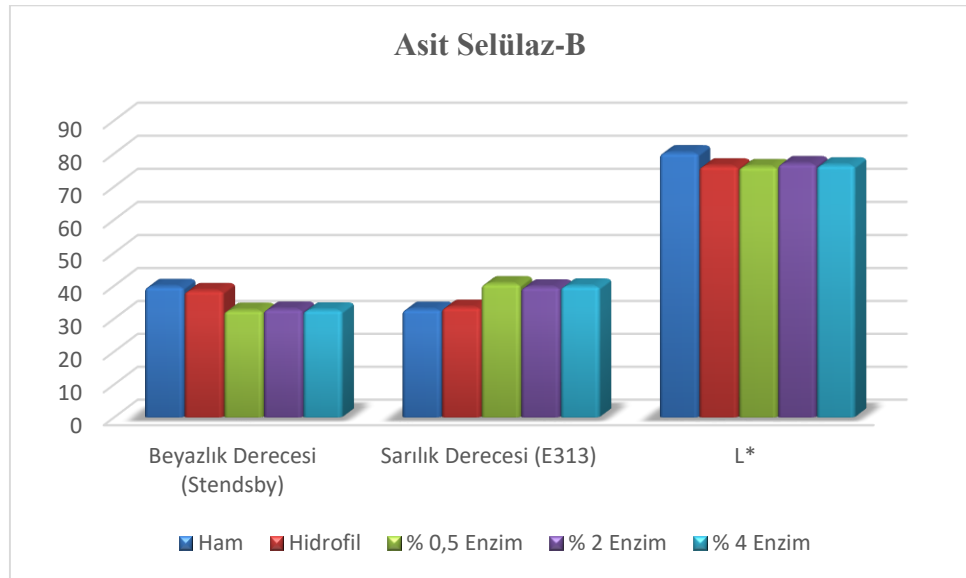
Asit Selülag (B) Enzimi ile İşlem	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	50 °C
Süre	45 dk.
pH	5±0,2
Enzim konsantrasyonu	% 0,5, 2, 4
Islatıcı	1 g/l

Asit selüloz (b) enzimi ile işlem gören kumaşlar işlem süresi sonunda 80 °C’de, pH 10’da 10 dk ard-ışleme tabii tutulmuştur. Bunu takiben, çalışmada tüm işlemler sonunda uygulanan ard-yıkama (5 dk 80 °C sıcak yıkama, 5 dk. 40 °C taşarlı yıkama ve 5 dk. soğuk taşarlı yıkama) işlemleri gerçekleştirilmiştir. İşlemler sonrası ananas lifli kumaşların ölçülen renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri Tablo 5.44’de verilmiştir.

Tablo 5.44: Asit selüloz (b) ile farklı sürelerde işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası ölçülen renk değerleri ve absorpsiyon kapasiteleri

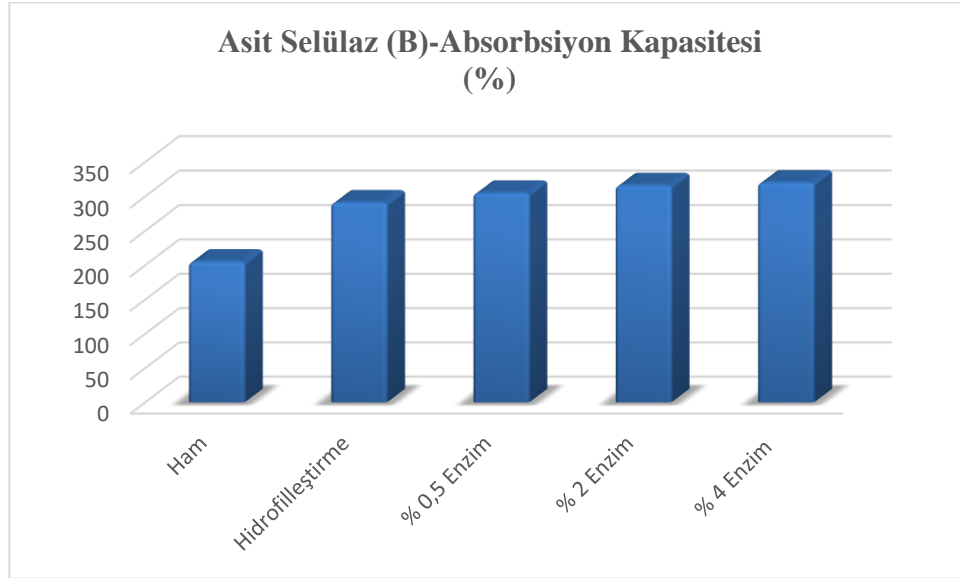
	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	L^*	Absorpsiyon kapasitesi (%)
Ham	39,74	32,82	80,18	205
Hidrofil	38,48	33,43	76,21	291
% 0,5 Enzim	32,5	40,58	76	305
% 2 Enzim	32,85	39,6	76,89	316
% 4 Enzim	32,6	39,87	76,49	320

Asit selüloz (b) enziminin ananas lifli kumaşlar üzerinde etkisi incelendiğinde, enzimin varlığının liflerde sararmaya neden olduğu, enzim konsantrasyonunun artışının bu sararmaya ciddi bir etkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir. Asit selüloz (b) enziminin konsantrasyonunun beyazlık derecelerine, sarılık derecelerine ve açıklık/koyuluk (L^*) değerlerine etkisi Şekil 5.31’de gösterilmiştir.



Şekil 5.31: Asit selüloz (b) ile farklı sürelerde işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri

Asit selülag (b) enzimi ile işleme tabii tutulan ananas lifli dokuma kumaşların absorbsiyon kapasiteleri incelendiğinde, enzim konsantrasyonu ile birlikte ananas lifli kumaşların absorbsiyon kapasitelerinde az bir miktarda artış yaşandığı gözlemlenmektedir (Şekil 5.32).



Şekil 5.32: Asit selülag (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorbsiyon kapasiteleri

5.5.6 Nötr selülag enzimi

Ananas lifli dokuma kumaşlar farklı konsantrasyonlarda tüy dökücü enzim olarak kullanılan nötr selülag enzimi ile muamele edilerek, işlem sonrası kumaşlarda yaşanan değişiklikler gözlemlenmiştir. Nötr selülag enzimi, 90 °C’de, 30 dakika, %2 NaOH konsantrasyonunda hidrofilleştirme işlemi gerçekleştirilmiş ananas lifli kumaşlar üzerinde uygulanmıştır. Tablo 5.45’de nötr selülag enziminin uygulama şartları verilmiştir.

Tablo 5.45: Ananas lifli dokuma kumaşlara nötr selüloz enzimi ile gerçekleştirilen işlem şartları

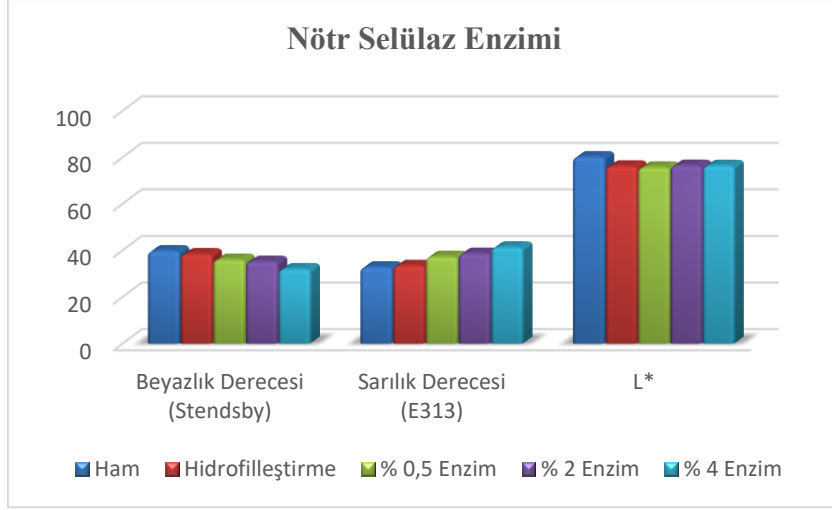
Nötr Selüloz Enzimi ile İşlem	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	50 °C
Süre	45 dk.
pH	6-6,5
Enzim konsantrasyonu	% 0,5, 2, 4
Islatıcı	1 g/l

Nötr selüloz enzimi ile işlem gören kumaşlar işlem süresi sonunda 80 °C’de, 20 dk ard-işleme tabii tutulmuştur. Bunun ardından çalışmada tüm işlemler sonunda uygulanan ard-yıkama (5 dk 80 °C sıcak yıkama, 5 dk. 40 °C taşarlı yıkama ve 5 dk. soğuk taşarlı yıkama) işlemleri gerçekleştirilmiştir. İşlemler sonrası ananas lifli kumaşların ölçülen renk değerleri Tablo 5.46’de verilmiştir.

Tablo 5.46: Nötr selüloz ile farklı sürelerde işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası ölçülen renk değerleri

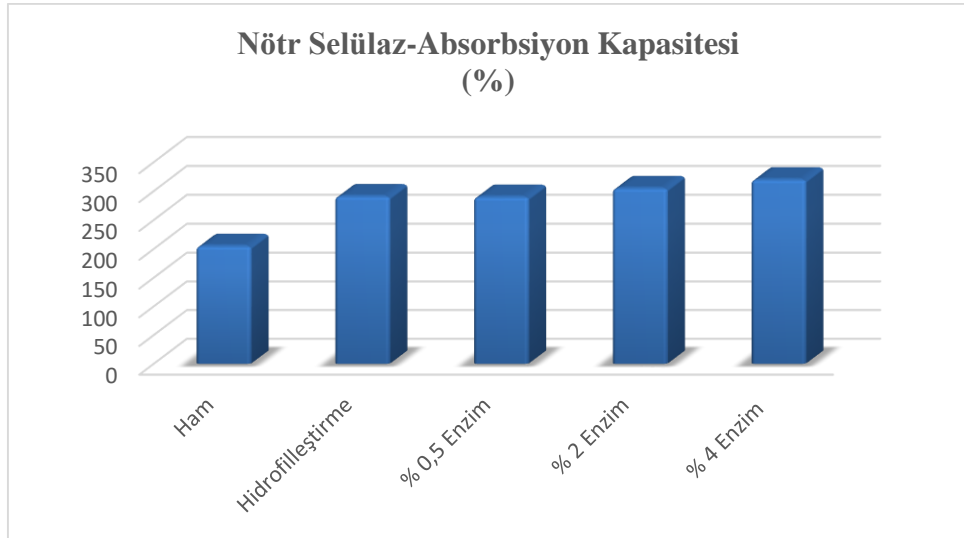
	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	L^*	Absorbsiyon kapasitesi (%)
Ham	39,74	32,82	80,18	205
Hidrofil	38,48	33,43	76,21	291
% 0,5 Enzim	36,09	37,31	75,73	290
% 2 Enzim	35,21	38,64	76,48	305
% 4 Enzim	32,02	41,35	76,43	320

Nötr selüloz enziminin ananas lifli kumaşlar üzerinde etkisi incelendiğinde, enzimin varlığının liflerde bir miktar sararmaya neden olduğu, enzim konsantrasyonunun artışı ile birlikte bu sararmanın da az da olsa artmaya devam ettiği gözlemlenmiştir. Nötr selüloz enziminin konsantrasyonunun beyazlık derecelerine, sarılık derecelerine ve açıklık/koyuluk (L^*) değerlerine etkisi Şekil 5.33’de gösterilmiştir.



Şekil 5.33: Nötr selülag ile farklı sürelerde işlem görmüş ananas lifli kumaşların işlem sonrası enzim konsantrasyonuna göre ölçülen renk değerleri

Nötr selülag enzimi ile işleme tabii tutulan ananas lifli dokuma kumaşların absorpsiyon kapasiteleri incelendiğinde, diğer selülag enzimlerine benzer şekilde enzim konsantrasyonu ile birlikte ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitelerinde bir miktar artış yaşandığı gözlemlenmektedir (Şekil 5.34).



Şekil 5.34: Asit selülag (a) enzimi ile işlem gören ananas lifli dokuma kumaşların enzim konsantrasyonuna göre absorpsiyon kapasiteleri

5.6 Ananas Lifli Kumaşların Mikrodalga Enerjisi ile Ağartılması

Ananas lifli dokuma kumaşlara mikrodalga enerjisi kullanımı ile hidrojen peroksit ağartması gerçekleştirilmiştir. Geleneksel yöntem ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması sonucu kumaşların elde edilen beyazlık ve sarılık dereceleri göz önünde bulundurularak, optimum hidrojen peroksit konsantrasyonu olarak 10 ml/l belirlendiğinden (95 °C’de, 60 dakika); mikro dalga enerjisi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartma işlemlerinde hidrojen peroksit konsantrasyonu 10 ml/l olarak sabit tutulmuş, farklı süreler ve enerji seviyeleri denenmiştir.

Mikrodalga ile gerçekleştirilen işlemler sırasında flotte oranı 1:30 olarak uygulandığında çözeltinin hızlı şekilde buharlaşmasından dolayı işlem verimli şekilde gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle flotte oranı 1’e 60 olarak belirlenmiştir. Mikrodalga enerjisinin kullanımı ile geleneksel yöntemin karşılaştırılabilmesi için, aynı flotte oranında (1:60) geleneksel yöntemde de işlem gerçekleştirilmiştir.

Mikrodalga enerjisi kullanımı ile gerçekleştirilen işlem şartları Tablo 5.47’de gösterilmiştir.

Tablo 5.47: Ananas lifli dokuma kumaşlara mikrodalga enerjisi kullanımı ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması işlem şartları

Mikrodalga ile Hidrojen Peroksit Ağartması İşlem Şartları	
Flotte Oranı	1:60
Sıcaklık	100 °C
Süre	3, 5, 7 dk.
Enerji Seviyesi	720, 900 watt
pH	9-11
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂ , %35’lik)	10 ml/l
Sodyum Hidroksit (NaOH)	2 g/lt
Stabilizatör	2 g/lt
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/lt
İyon tutucu	1 g/lt

Geleneksel yöntemde 10 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 1:60 flotte oranında 95 C’de 60 dk. gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen renk değerleri Tablo 5.48’da verilmiştir.

Tablo 5.48: Farklı flotte oranlarında gerçekleştirilen geleneksel hidrojen peroksit ağartması sonucu ölçülen renk değerleri

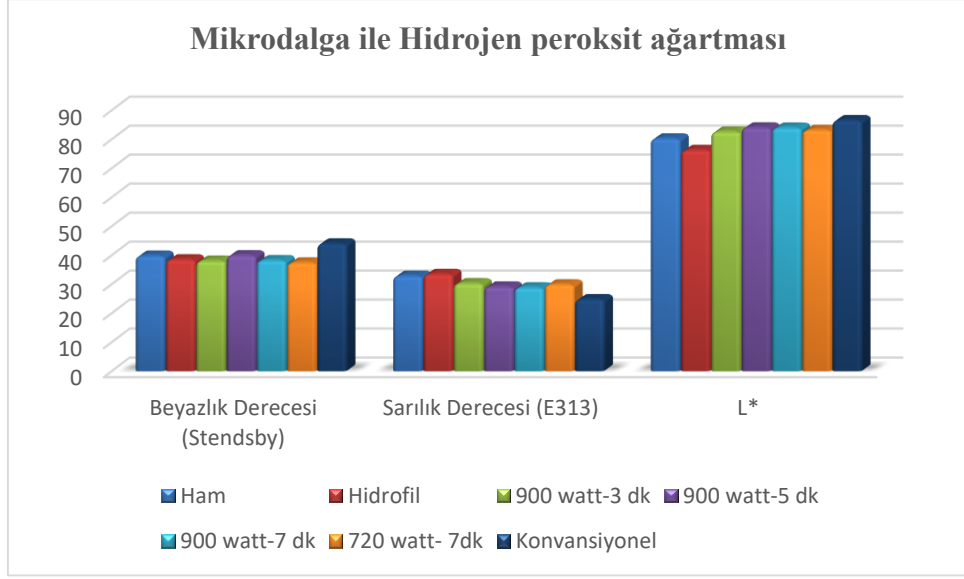
	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	<i>L*</i>
Ham	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	38,48	33,43	76,21
F.O: 1:30	51,19	22,11	86,6
F.O: 1:60	43,96	24,72	86,49

Mikrodalga enerjisi ile farklı süre ve enerjilerde gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartmaları sonucu ölçülen renk değerleri Tablo 5.49’ de gösterilmektedir.

Tablo 5.49: Mikrodalga ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit (10 ml/l) ağartması sonucu ölçülen renk değerlerinin, aynı hidrojen peroksit konsantrasyonunda geleneksel yöntem ile ölçülen renk değerleri ile karşılaştırılması

	Flotte Oranı	Süre (dk)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	<i>L*</i>
Ham			39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme			38,48	33,43	76,21
Mikrodalga-900 watt	1:60	3	37,99	30,23	82,53
Mikrodalga-900 watt	1:60	5	39,87	29,1	83,97
Mikrodalga-900 watt.	1:60	7	38,18	28,78	83,9
Mikrodalga-720 watt	1:60	7	37,38	29,82	83,11
Geleneksel	1:60	60	43,96	24,72	86,49
Geleneksel	1:30	60	51,19	22,11	86,6

Mikrodalga ile yapılan hidrojen peroksit ağartma işlemleri 900 watt enerji seviyesinde 3, 5 ve 7 dakika; 720 watt enerji seviyesinde ise sadece 7 dakika olarak gerçekleştirilmiştir. Bu işlemlerin sonucunda ölçülen beyazlık değerleri geleneksel (konvansiyonel) hidrojen peroksit ağartma işlemleri ile kıyaslandığında, mikrodalga ile yapılan ağartma işlemlerinin ağartma verimine bir katkı sağlamadığı, kumaşların beyazlık derecelerinin hidrofilleştirme işlemi uygulanmış kumaşlar ile neredeyse aynı derecelerde olduğu gözlemlenmiştir. Aynı zamanda, flotte oranının 1:30’dan 1:60’a yükseltilmesinin geleneksel yöntem ile elde edilen beyazlık derecelerinde azalmaya neden olduğu söylenebilmektedir.



Şekil 5.35: Mikrodalga ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit (10 ml/l) ağartması sonucu ölçülen renk değerlerinin, aynı hidrojen peroksit konsantrasyonunda geleneksel yöntem ile ölçülen renk değerleri ile karşılaştırılması

5.7 Ananas Lifli Kumaşların Ozon İle Ağartılması

Ananas lifli dokuma kumaşlar, geleneksel yöntem ile gerçekleştirilen ağartma işlemlerinin yanı sıra, ozon gazı ve ultrason enerjisi gibi tekstil terbiyesinde ekolojik yöntemler olarak kabul edilen yeni nesil yöntemler ile ağartma işlemleri denenmiştir. Bu işlemler, öncelikle bir miktar su içerisinde (50 ml) konan ananas lifli kumaşa (1 gram) ozon gazı verilmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Ozonlu ağartma işlemlerinde kullanılan ananas lifli kumaşlara, geleneksel yöntem ile hidrofilleştirme işlemi (90 °C’de, 30 dk, %2 NaOH konsantrasyonunda) uygulanmıştır. Sulu ortamda gerçekleştirilen ozon ile ağartma işleminin şartları Tablo 5.50 ’da verilmiştir.

Tablo 5.50: Ananas lifli kumaşlara sulu ortamda uygulanan ozonlu ağartma işlemi şartları

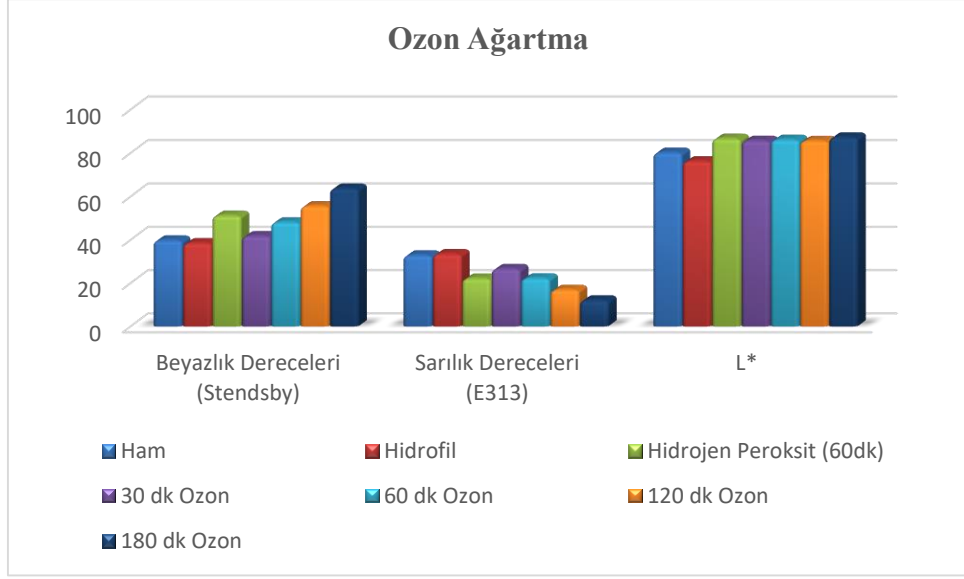
Sulu Ortamda Ozon ile Ağartma İşlemi Şartları	
Su miktarı	50 ml
Kumaş ağırlığı	1 gr
Sıcaklık	10 °C
Süre	30, 60, 120, 180 dk.
Debi Seviyesi	2 lt/dk
pH	nötr

Hidrofilleştirme işlemi yapılmış ananas lifli dokuma kumaşlar üzerine uygulanan sulu ortamda ozon ile işlem sonrası kumaşların beyazlık dereceleri, sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk dereceleri (L) ölçülmüş değerler Tablo 5.51’ de verilmiştir.

Tablo 5.51: Ananas lifli kumaşlara sulu ortamda uygulanan ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen renk değerleri

İşlem Türü*	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	L*
Ham	-	-	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	90	30	38,48	33,43	76,21
Hidrojen Peroksit	95	60	51,19	22,11	86,6
Ozon	10	30	41,71	26,54	85,64
Ozon	10	60	48,12	22,19	86,1
Ozon	10	120	55,56	16,87	85,56
Ozon	10	180	63,64	12,01	87,18
*Hidrojen peroksit ağartması ve ozonlu ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemine tabii tutulmuş kumaşlara uygulanmıştır.					

Sulu ortamda ozonlu ağartma işlemlerine tabii tutulan ananas lifli kumaşların renk özellikleri dikkate alındığında, en yüksek beyazlık derecesinin 180 dakika ozonlu ağartma işlemi ile elde edildiği gözlemlenmektedir. Ancak, duyuşsal olarak analiz edildiğinde ananas lifli kumaşların 180 dakikalık işlem sonunda daha sert bir tutum alarak kırılğanlaştığı tespit edildiğinden, renk değerlerini esas alarak sulu ortamda en iyi ozonlu ağartma işleminin 120 dakikalık ozonlama işlemi olduğunu söylemek mümkündür (Şekil 5.36).



Şekil 5.36: Ananas lifli kumaşlara sulu ortamda uygulanan ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen renk değerleri

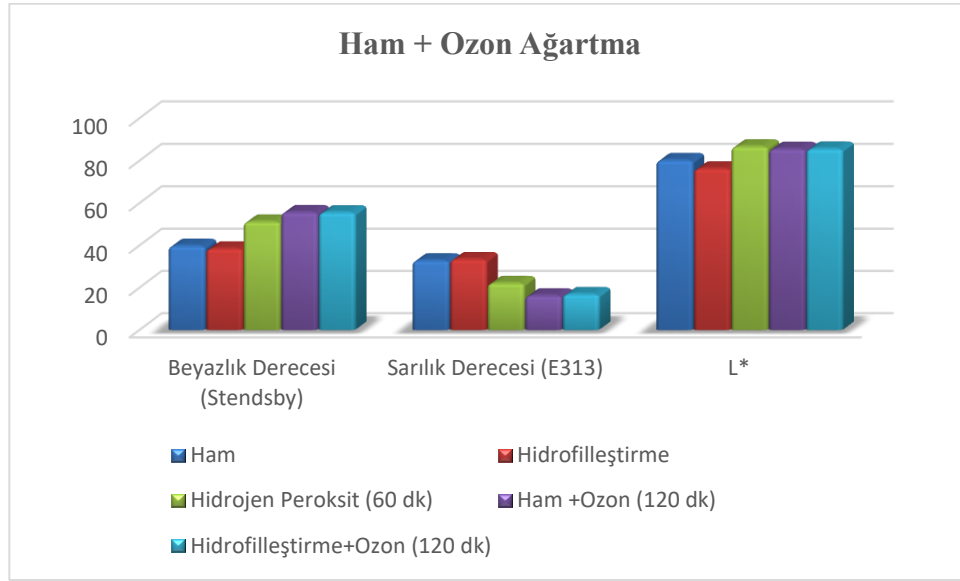
Sulu ortamda optimum olarak belirlenen işlem şartlarında (120 dk.) ozonlama işlemi birde hidrofilleştirme işlemi uygulanmamış, ham kumaşa da uygulanarak, hidrofilleştirme işleminin ozonlu ağartma işlemleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu işlem “ham + ozon” şeklinde ifade edilmiştir. Sulu ortamda gerçekleştirilen ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen renk değerleri Tablo 5.52’ de verilmiştir.

Tablo 5.52: Ananas lifli ham ve hidrofilleştirme işlemi uygulanmış kumaşlara sulu ortamda uygulanan optimum ozonlu ağartma işlemi (120dk) sonrası ölçülen renk değerleri

İşlem Türü*	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	L*
Ham	-	-	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	30	90	38,48	33,43	76,21
Hidrojen Peroksit	60	95	51,19	22,11	86,6
Ozon	120	10	55,56	16,87	85,56
Ham + Ozon **	120	10	55,66	16,24	85,46
*Hidrojen peroksit ağartması ve ozonlu ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemine tabii tutulmuş kumaşlara uygulanmıştır. ** Hidrofilleştirme işlemi uygulanmamış (ham) kumaşa direk sulu ortamda ozonlu ağartma işlemi					

Doğrudan ham ananas lifli kumaşa uygulanan ozonlu ağartma işlemi (ham + ozon) sonucunda ölçülen renk değerleri, hidrofilleştirme işlemi sonrası uygulanan ozonlu ağartma işleminden (ozon) sonra ölçülen renk değerleri ile oldukça yakın değerlerdedirler. Bu işlemler geleneksel hidrojen peroksit ağartması ile

kıyaslandığında, ozonlu ağartma işlemlerinin bir miktar daha yüksek beyazlık dereceleri sergilediği kaydedilmiştir (Şekil 5.37).



Şekil 5.37: Ananas lifli ham ve hidrofilleştirme işlemi uygulanmış kumaşlara sulu ortamda uygulanan optimum ozonlu ağartma işlemi (120dk) sonrası ölçülen renk değerleri

Literatürde selülozik liflerin ozonlu ağartmaları üzerine çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda, ozonlu ağartma ile birlikte ultrason kullanımının ağartmanın gücünü ve verimini arttırdığı kaydedilmiştir (Eren ve diğ. 2014). Ultrasonik homojenizatör (UH) ile ozon gazı kullanılarak gerçekleştirilen ağartma işlemlerinin ananas lifli kumaşlar üzerindeki etkisinin incelenebilmesi için, ananas lifli kumaşlar 10, 15 ve 20 dakika süreler ile ozon + UH ağartmasına tabii tutulmuştur. Sulu ortamda gerçekleştirilen bu ağartma işlemlerinin şartları Tablo 5.53’de verilmektedir. UH + ozon ağartma işlemlerinde sıcaklığın zamanla arttığı kaydedilmiştir.

Tablo 5.53: Sulu Ortamda Ozon + Ultrasonik Homojenizer (UH) ile Ağartma İşlemi Şartları

Sulu Ortamda Ozon + UH ile Ağartma İşlemi Şartları	
Su miktarı	50 ml
Sıcaklık	37, 47, 52 °C
Süre	10, 15, 20 dk.
Ozon debi seviyesi	2 lt/dk
Ultrason	% 100 (20 kHz)
pH	nötr

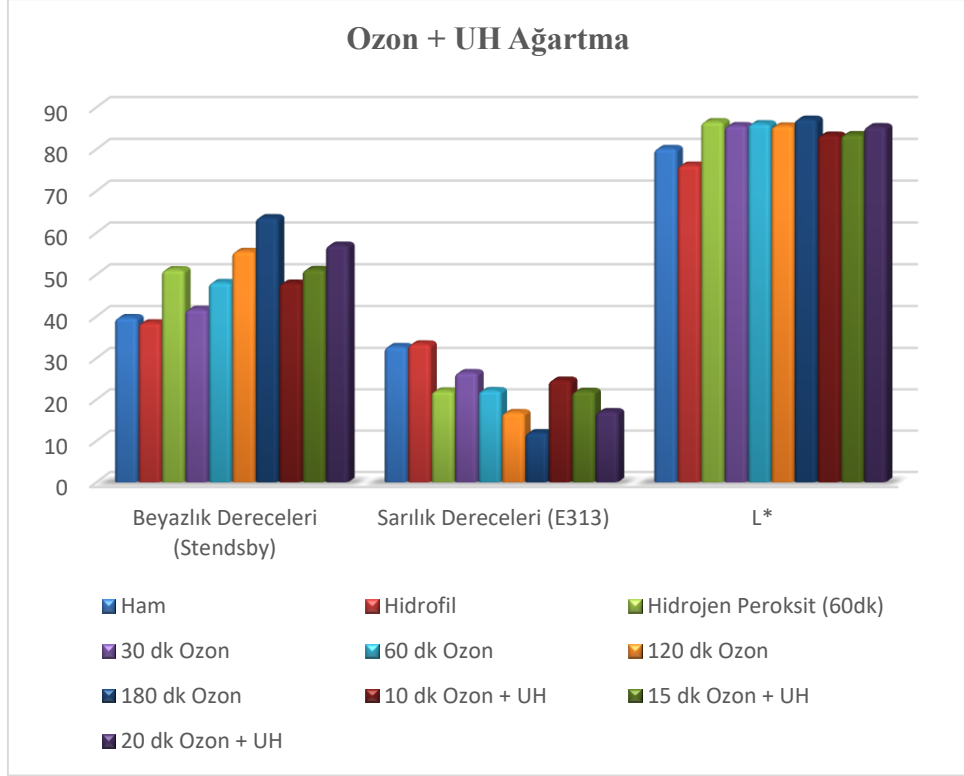
Sulu ortamda ozon ve ultrasonik homojenizatör (UH) yardımı ile gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonucunda ölçülen renk değerleri Tablo 5.54'de verilmiştir.

Tablo 5.54: Ananas lifli kumaşlara uygulanan Ozon + UH ağartması sonrası ölçülen renk değerleri

İşlem Türü*	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	L*
Ham	-	-	39,74	32,82	80,18
Hidrofil	30	90	38,48	33,43	76,21
Hidrojen Peroksit	60	95	51,19	22,11	86,6
Ozon	30	10	41,71	26,54	85,64
Ozon	60	10	48,12	22,19	86,1
Ozon	120	10	55,56	16,87	85,56
Ozon	180	10	63,64	12,01	87,18
Ozon + UH**	10	37	47,97	24,73	83,37
Ozon + UH**	15	47	51,23	22,04	83,49
Ozon + UH**	20	52	57,06	17,1	85,4

*Hidrojen peroksit ağartması ve ozonlu ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemine tabii tutulmuş kumaşlara uygulanmıştır
**UH: Ultrasonik Homojenizatör

Ultrasonik homojenizatör (UH) ve ozon gazının birlikte kullanıldığı sulu ortamda gerçekleştirilen ağartma işlemlerinde, çok kısa işlem süresinde, hem UH olmadan ozon gazının kullanıldığı ağartma işlemlerinde hem de geleneksel hidrojen peroksit ağartmasında elde edilen beyazlık derecelerine yakın değerlere ulaşılabilirdiği gözlemlenmektedir (Şekil 5.38).



Şekil 5.38: Ananas lifi kumaşların Ozon + Ultrasonik Homojenizatör (UH) ağartma ile elde edilen renk değerleri

5.8 Ananas Lifli Kumaşların Terbiyesinde Optik Madde Kullanımı

Ananas lifli dokuma kumaşların ağartılması işlemi, daha iyi beyazlık derecelerinin elde edilmesi için mavi ve kırmızı nüanslı iki farklı optik beyazlatıcı madde ilavesi ile gerçekleştirilmiştir.

5.8.1 Mavi nüanslı optik beyazlatıcı ilavesi ile gerçekleştirilen beyazlatma işlemi

Ananas lifli dokuma kumaşlara hidrojen peroksit ağartması ile birlikte mavi nüanslı optik madde ilavesi ile daha yüksek beyazlık değerlerinin elde edilmesi hedeflenmiştir. Mavi nüanslı optik madde ilavesi ile gerçekleştirilen işlem şartları Tablo 5.55’de verilmiştir.

Tablo 5.55: Ananas lifli kumaşlara mavi nüanslı optik madde ilavesi ile hidrojen peroksit ağartması işlem şartları

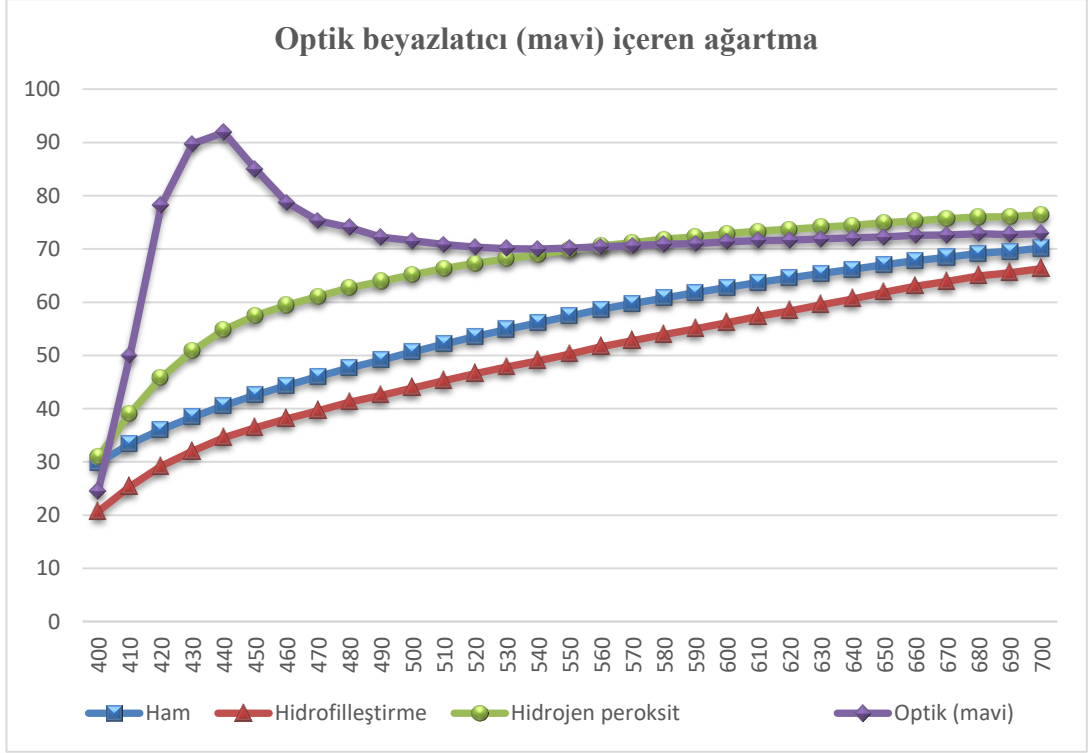
Optik Madde ile Hidrojen Peroksit Ağartması İşlem Şartları (Mavi Nüanslı)	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	95 °C
Süre	60 dk.
pH	11-12
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂ , %35'lik)	10 ml/l
Optik maddesi	% 0,3
Sodyum Hidroksit (NaOH)	2 g/lt
Stabilizatör	2 g/lt
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/lt
Sodyum Sülfat	3 g/lt

Optik madde ilaveli hidrojen peroksit ağartması sonrası ananas lifli kumaşların renk değerlerindeki değişim incelenmiştir. Ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık ve sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk değerleri (L^*) Tablo 5.56'de gösterilmiştir.

Tablo 5.56: Mavi nüanslı optik ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması sonrası ölçülen renk değerleri

	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	L^*
Ham	-	-	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	90	30	38,48	33,43	76,21
Hidrojen peroksit	95	60	51,19	22,11	86,6
Optik madde+Hidrojen peroksit*	95	60	118,8	-13,56	87,65
*Mavi nüanslı optik madde ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması					

Şekil 5.39'da optik beyazlatıcı ağartma işlemi sonrası ananas lifli dokuma kumaşların ölçülen reflektans değerleri gösterilmektedir. Mavi nüanslı optik maddesi içeren hidrojen peroksit ağartma işlemi ile oldukça yüksek beyazlık değerleri (118,8) elde edilmiştir.



Şekil 5.39: Mavi nüanslı optik madde ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması ile normal hidrojen peroksit ağartması sonrası ölçülen reflektans eğrileri

5.8.1 Kırmızı nüanslı optik beyazlatıcı ilavesi ile gerçekleştirilen beyazlatma işlemi

Ananas lifli dokuma kumaşlara hidrojen peroksit ağartması ile birlikte kırmızı nüanslı optik beyazlatıcı ilavesi ile daha yüksek beyazlık değerlerinin elde edilmesi hedeflenmiştir. Kırmızı nüanslı optik madde ilavesi ile gerçekleştirilen işlem şartları Tablo 5.57’de verilmiştir.

Tablo 5.57: Ananas lifli kumaşlara kırmızı nüanslı optik madde ilavesi ile hidrojen peroksit ağartması işlem şartları

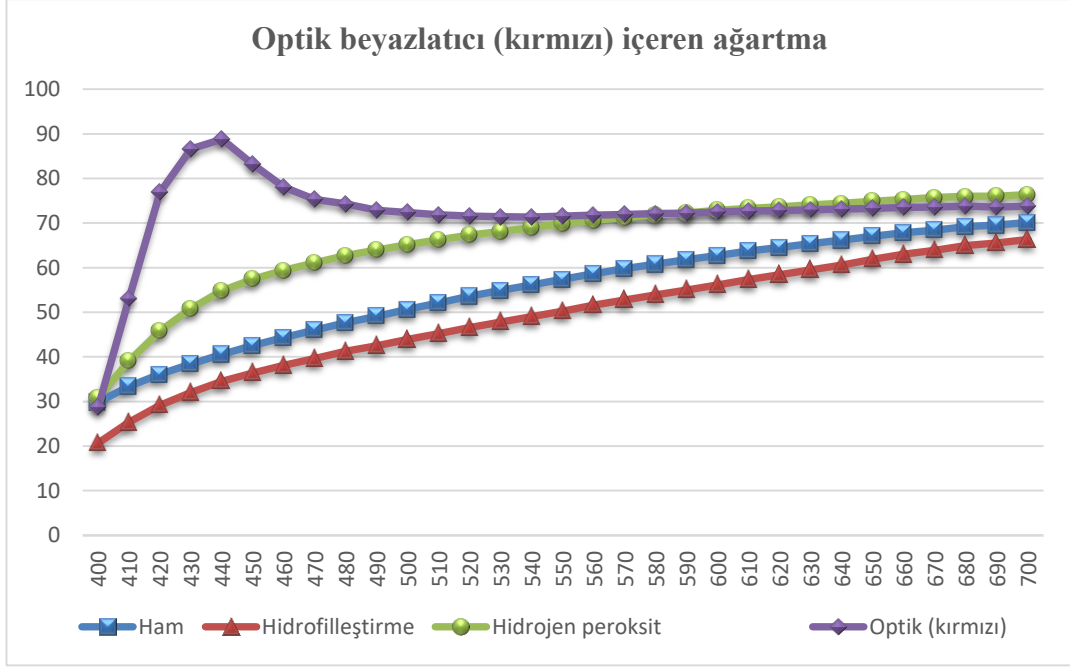
Optik ile Hidrojen Peroksit Ağartması İşlem Şartları	
Flotte Oranı	1:30
Sıcaklık	95 °C
Süre	60 dk.
pH	11-12
Hidrojen peroksit (H ₂ O ₂ , %35'lik)	10 ml/l
Optik Maddesi (%200)	% 0,3
Sodyum Hidroksit (NaOH)	2 g/lt
Stabilizatör	2 g/lt
Islatıcı (non-iyonik)	1 g/lt
Sodyum Sülfat	3 g/lt

Kırmızı nüanslı optik maddesi ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması sonrası ananas lifli kumaşların renk değerlerindeki değişim incelenmiştir. Ananas lifli dokuma kumaşların beyazlık ve sarılık dereceleri ve açıklık/koyuluk değerleri (L^*) Tablo 5.58'de gösterilmiştir.

Tablo 5.58: Kırmızı nüanslı optik madde ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması sonrası ölçülen renk değerleri

	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	L^*
Ham	-	-	39,74	32,82	80,18
Hidrofilleştirme	90	30	38,48	33,43	76,21
Hidrojen peroksit	95	60	51,19	22,11	86,6
Optik+Hidrojen peroksit*	95	60	111,42	-10,06	88,17
*Kırmızı nüanslı optik ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması					

Şekil 5.40'de kırmızı nüanslı optik maddesi ilavesi ile gerçekleştirilen ağartma işlemi sonrası ananas lifli dokuma kumaşların ölçülen reflektans değerleri gösterilmektedir. Kırmızı nüanslı optik beyazlatıcı içeren hidrojen peroksit ağartma işlemi ile oldukça yüksek beyazlık değerleri (111,42) elde edilmiştir. Fakat mavi nüanslı optik maddesi ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartmasında ölçülen beyazlık değerleri (118,8), kırmızı nüanslı optik maddesi ilavesi ile yapılan hidrojen peroksit ağartmasına nazaran daha yüksek değerlerde elde edilmiştir.



Şekil 5.40: Kırmızı nüanslı optik ilavesi ile gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması ile normal hidrojen peroksit ağartması sonrası ölçülen reflektans eğrileri

5.9 Ananas Lifli Kumaşların Ağartma İşlemleri Sonrası Absorbsiyon Kapasitesi Değerleri

Çalışma sırasında kullanılan ananas lifi dokuma kumaşlar oldukça ince, hafif ve seyrek dokunma yapısındadır ve yapıdan dolayı tekstil yüzeylerinin hidrofilitite değerlerinin tespitinde yaygın olarak kullanılan test ve standartlar (AATCC 79 su damlatma testi, TS 866 batma testi, DIN53924 kapılar ıslanma testi) ile sağlıklı ölçümler gerçekleştirilememiştir.

Ananas lifli dokuma kumaşlara uygulanan ön terbiye işlemleri sonrası, kumaşların suya olan ilgisindeki değişim değerlendirilebilmesi için, ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasiteleri EDANA 10.3.99 standardına uygun olarak incelenmiştir. Ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasiteleri yüzde olarak Tablo 5.59'da gösterilmiştir.

Tablo 5.59: Ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasiteleri

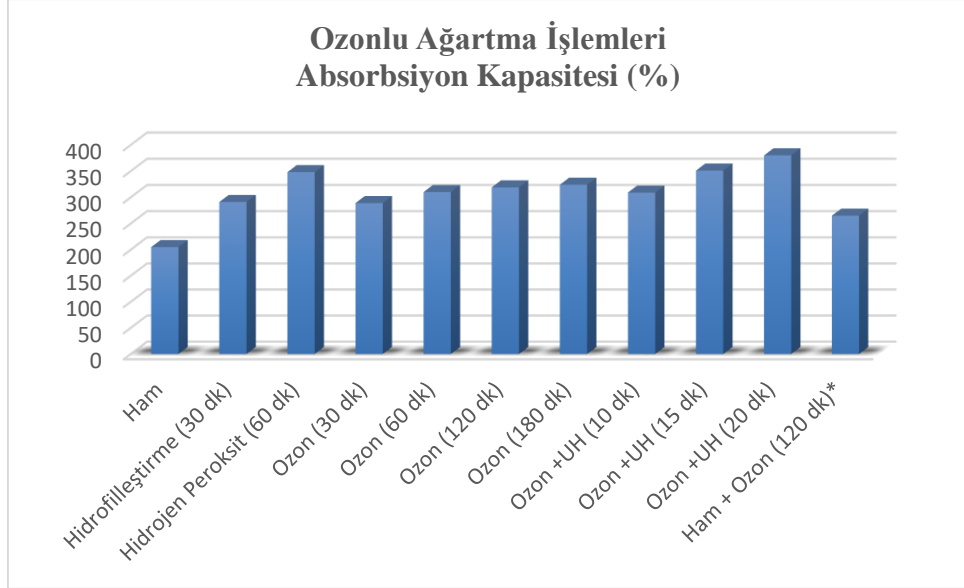
İşlem türü	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	Absorpsiyon kapasitesi (%)
Ham	-	-	39,74	32,82	205
Hidrofilleştirme	30	90	38,48	33,43	291
H ₂ O ₂	60	95	51,19	22,11	348
Ozon	30	10	41,71	26,54	289
Ozon	60	10	48,12	22,19	310
Ozon	120	10	55,56	16,87	319
Ozon	180	10	63,64	12,01	324
Ozon + UH	10	37	47,97	24,73	309
Ozon + UH	15	47	51,23	22,04	351
Ozon + UH	20	52	57,06	17,1	380
Ham+Ozon*	120	10	55,66	16,24	265

*tüm çalışma boyunca ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemi uygulanmış (bazik işlem) ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Bu işlemde ham ananas kumaş üzerine ozon ile ağartma gerçekleştirilmiştir.

Ananas lifli dokuma kumaşların absorpsiyon kapasitesi hidrofilleştirme işlemi sonrasında ham haline göre bir miktar artmaktadır. Absorpsiyon kapasitesindeki artış hidrojen peroksit ağartması işleminde de devam etmektedir. 30 dakika işlem süresinde gerçekleştirilen ozonlu ağartma ile hidrofilleştirme işlemine tabii tutulmuş ananas lifli kumaşın absorpsiyon kapasitesine yakın değerler hesaplanırken, ozonlama işleminin süresi arttıkça ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitesinde de az da olsa bir artış gözlemlenmektedir. En iyi absorpsiyon kapasitesi değerine ozon + UH (ultrasonik homojenizatör) ile gerçekleştirilen 20 dakikalık işlem sırasında ulaşılmıştır.

Ozon + UH işleminin sadece ozon işleminden daha kuvvetli ağartma yeteneğine sahip olması ve beyazlık derecelerindeki artış ile sarılık derecelerindeki azalmayı da göz önünde bulundurduğumuzda, ananas lifleri içerisindeki safsızlıkların liflerden uzaklaştırılmasının absorpsiyon kapasitesine olumlu katkı sağladığı söylenebilmektedir. Hidrofilleştirme işlemi uygulanmadan direk ham ananas lifli kumaş üzerine uygulanan ozonlu ağartma işlemi sonucu ölçülen absorpsiyon

kapasitesi (%265), hidrofilleştirme işlemi uygulandıktan sonra ozonlu ağartma işlemine tabii tutulan ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasitesinden (319) daha düşük seviyededir (Şekil 5.41).



Şekil 5.41: Ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların absorpsiyon kapasiteleri

5.10 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Kalınlıkları

Ananas lifli dokuma kumaşların ağartılması işlemlerinde optimum geleneksel ağartma işlemi, 10 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 95 °C sıcaklıkta, 60 dakika işlem süresi olarak belirlenmiştir. geleneksel yöntemle doğa dostu alternatif olarak denenen ozon ve ozon + ultrasonik prob işlemlerinde de oldukça iyi beyazlık değerlerine ulaşılmıştır. Tablo 5.60'de ozonlu ağartma işlemlerinin ve optimum hidrojen peroksit ağartması sonucu numunelerin kalınlıkları arasındaki değişim verilmiştir.

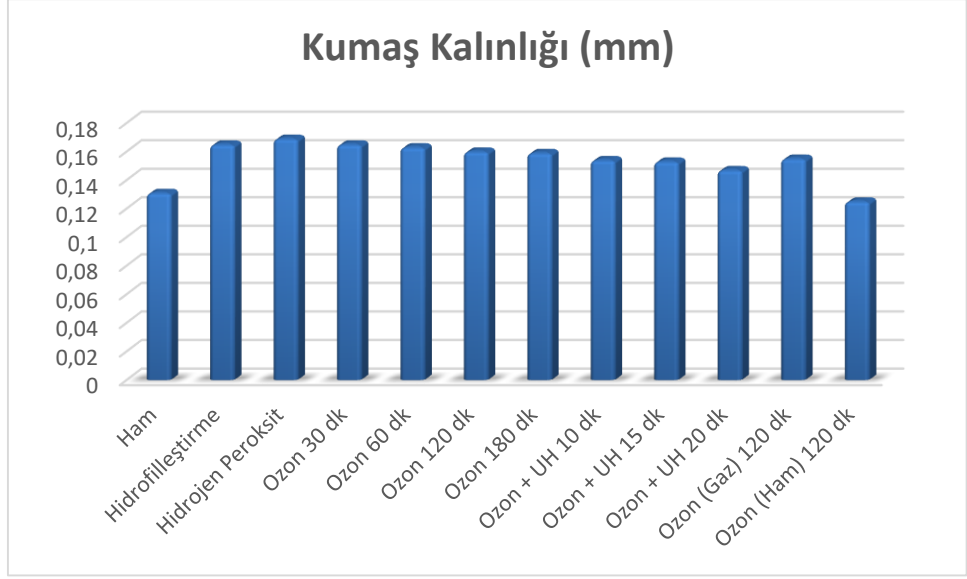
Tablo 5.60: Ananas lifli kumaşların ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen kumaş kalınlık değerleri

İşlem türü	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	Kumaş Kalınlığı (mm)
Ham	-	-	39,74	32,82	0,131
Hidrofilleştirme	30	90	38,48	33,43	0,165
H ₂ O ₂	60	95	51,19	22,11	0,169
Ozon	30	10	41,71	26,54	0,165
Ozon	60	10	48,12	22,19	0,163
Ozon	120	10	55,56	16,87	0,160
Ozon	180	10	63,64	12,01	0,159
Ozon + UH	10	37	47,97	24,73	0,154
Ozon + UH	15	47	51,23	22,04	0,153
Ozon + UH	20	52	57,06	17,1	0,147
Ham+Ozon*	120	10	55,66	16,24	0,125

*Tüm çalışma boyunca ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemi görmüş ananas kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Fakat bu işlemde ham ananas kumaş üzerine ozon ile ağartma gerçekleştirilmiştir.

Hidrofilleştirme ve hidrojen peroksit işlemlerindeki yüksek sıcaklıklarda gerçekleşen işlem şartlarının bir sonucu olarak ortaya çıkan kumaş çekmesinin bir sonucu olarak hidrofilleştirilmiş ve hidrojen peroksit uygulanmış kumaşların kalınlıklarında bir artış gözlemlenmektedir. Hidrojen peroksit ağartmasında, kumaş çekmesinin yanı sıra kumaşın ağırlık kaybında kayda değer bir değişim yaşandığından kumaş kalınlığındaki farklılığın az miktarda kaldığı düşünülmektedir.

Ağartma işlemlerinin hepsi (ham+ozon hariç) hidrofilleştirilmiş kumaşa uygulanmıştır ve ağartma işleminin süresi arttıkça kumaş kalınlığının azaldığı, ultrason + ozonlu ağartmaların kumaşların sadece ozon kullanılarak ağartma yapılan kumaşlara göre daha incelendiği kaydedilmiştir (Şekil 5.42).



Şekil 5.42: Ananas lifli kumaşların ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen kumaş kalınlık değerleri

5.1 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Ağırlık Kaybı

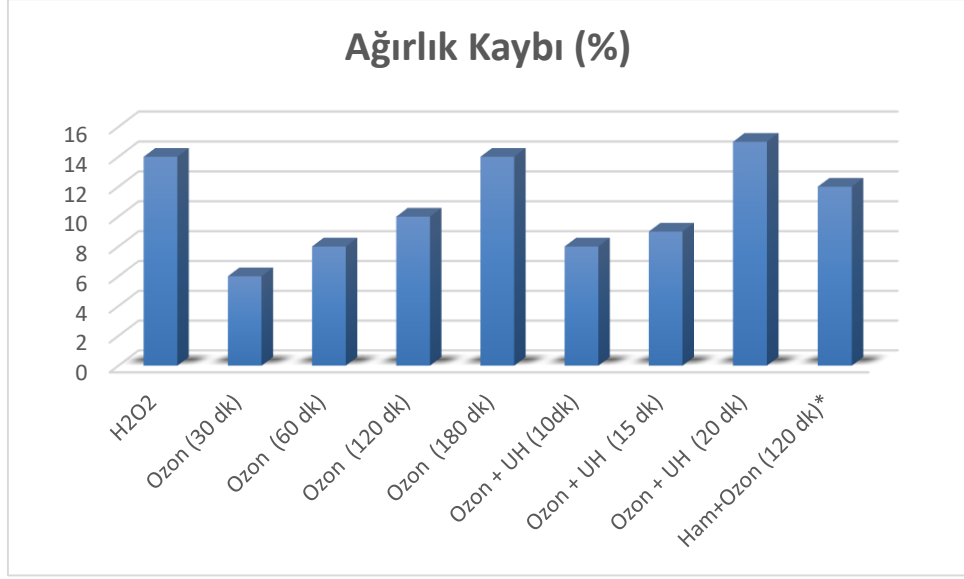
Ananas lifli dokuma kumaşların ağartılması üzerine yapılan denemelerde, tavsiye edilebilecek en iyi beyazlık değerleri, geleneksel yöntemde 10 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 95 °C sıcaklıkta, 60 dakika işlem süresinde elde edilmiştir. Geleneksel yönteme doğa dostu alternatif olarak denenen ozon ve ozon + ultrasonik prob homojenizer ile yapılan işlemlerde de oldukça iyi beyazlık değerlerine ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Tablo 5.61’de ozonlu ağartma işlemleri ve optimum hidrojen peroksit ağartması sonucu numunelerde gözlemlenen ağırlık kayıpları verilmiştir.

Tablo 5.61: Ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan ağartma işlemleri sonrası kumaşlarda gözlemlenen ağırlık kaybı

İşlem türü	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	Ağırlık Kaybı (%)
H ₂ O ₂	60	95	51,19	22,11	14
Ozon	30	10	41,71	26,54	6
Ozon	60	10	48,12	22,19	8
Ozon	120	10	55,56	16,87	10
Ozon	180	10	63,64	12,01	14
Ozon + UH	10	37	47,97	24,73	8
Ozon + UH	15	47	51,23	22,04	9
Ozon + UH	20	52	57,06	17,1	15
Ham+Ozon*	120	10	55,66	16,24	12

*tüm çalışma boyunca ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemi (bazik işlem) uygulanmış ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Bu işlemde ham ananas kumaş üzerine ozon ile ağartma gerçekleştirilmiştir.

Ananas lifli dokuma kumaşlara uygulanan ağartma işlemleri sırasında en fazla ağırlık kaybı 20 dakikalık ultrason + ozon ağartma işlemlerinde (%15) yaşanırken, en az ağırlık kaybı 30 dakika işlem süresindeki (%6) ozonlu ağartma işleminde gözlemlenmiştir. Hidrofilleştirme işlemi uygulanmış ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanan ağartma işlemleri arasında, kumaş kalınlığı en fazla olan, diğer bir deyişle kumaş kalınlığındaki azalma en az olan,, 30 dakikalık ozonlu ağartma işlemidir; kumaş kalınlığı en az olan, diğer bir deyişle kumaş kalınlığındaki azalma en fazla olan, ağartma işlemi ise 20 dakikalık ozon + UH işlemidir. Ananas lifli kumaş numunelerin beyazlık dereceleri ve yüzde ağırlık kaybı göz önüne alındığında, en uygun ağartma koşulları, 120 dakika ozon ve 15 dakika ozon +UH olarak belirlenebilmektedir.



Şekil 5.43: Ananas liflerine uygulanan ağartma işlemleri sonrası ağırlık kayıpları

5.2 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Yırılma Mukavemetleri

Ananas lifli dokuma kumaşların ağartılması işlemlerinde optimum geleneksel ağartma işlemi, 10 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 95 °C sıcaklıkta, 60 dakika işlem süresi olarak belirlenmiştir. Geleneksel yöntemle doğa dostu alternatif olarak denenen ozon ve ozon + ultrasonik homojenizatör (UH) kullanılarak yapılan ağartma işlemlerinde de oldukça iyi beyazlık değerlerine ulaşılmıştır. Tablo 5.63’de ozonlu ağartma işlemlerinin ve optimum hidrojen peroksit ağartması sonucu numunelerin yırtılma mukavemetleri verilmiştir.

Tablo 5.63’de verilen değerler incelendiğinde, hidrofilleştirme işlemi ile yırtılma mukavemetinde bir artış olduğu gözlemlenmektedir. Lif içerisindeki safsızlıkların uzaklaştırıldığı bir işlem olan hidrofilleştirme işleminde, hidrofilleştirme işlemi sırasında lif yapısında meydana gelen kayıptan dolayı yırtılma mukavemetinde düşüş olması beklenirken, yırtılma mukavemetindeki bu artışın nedeni, yüksek sıcaklıkta (90 °C) gerçekleştirilen hidrofilleştirme işlemi ile kumaşın çekmesi sonucunda ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Tablo 5.62: Ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların yırtılma mukavemetleri

İşlem türü	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	Yırtılma Mukavemeti (N)
Ham	-	-	39,74	32,82	24,97
Hidrofil	30	90	38,48	33,43	28,21
H ₂ O ₂	60	95	51,19	22,11	17,18
Ozon	30	10	41,71	26,54	25,16
Ozon	60	10	48,12	22,19	16,66
Ozon	120	10	55,56	16,87	15,55
Ozon	180	10	63,64	12,01	6,4
Ozon + UH	10	37	47,97	24,73	15,82
Ozon + UH	15	47	51,23	22,04	12,51
Ozon + UH	20	52	57,06	17,1	12,07
Ham+Ozon*	120	10	55,66	16,24	9,94

*tüm çalışma boyunca ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemi (bazik işlem) uygulanmış ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Bu işlemde ham ananas kumaş üzerine ozon ile ağartma gerçekleştirilmiştir.

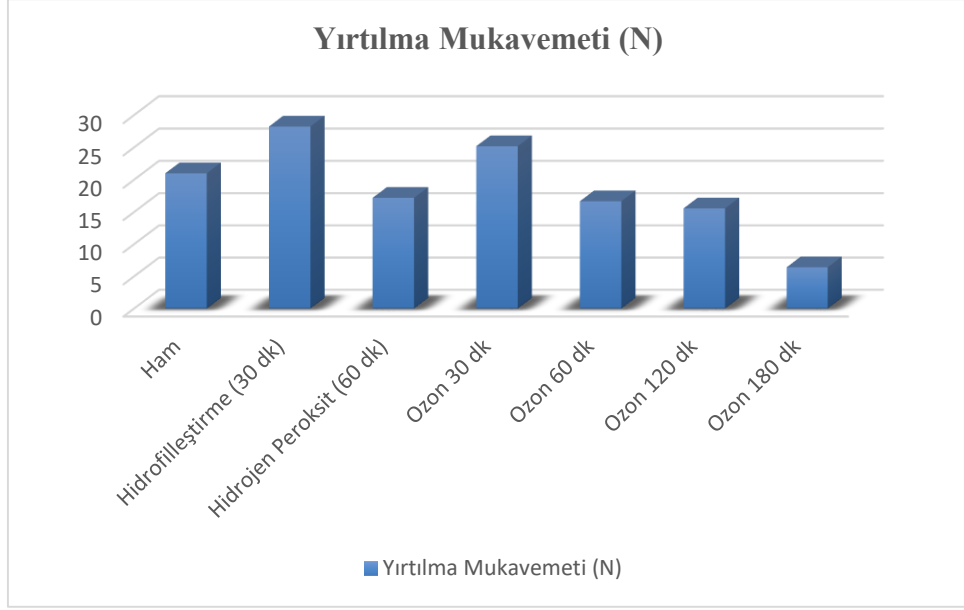
Hidrojen peroksit ağartması alkali işlemdekine benzer şekilde yüksek sıcaklıkta (95 °C) ve hidrofilleştirme işlemine göre daha uzun uygulama süresinde gerçekleştirildiğinden, kumaşların çekmesi bu proses sırasında da devam etmektedir.

Geleneksel yöntemle göre gerçekleştirilen hidrojen peroksit ağartması ile sulu ortamda yapılan ozonlu ağartmalar elde edilen beyazlık değerleri göz önünde tutularak kıyaslandığında, optimum ozon uygulamasının 120 dakika süre ile gerçekleştirilen işlem olduğu ve hidrojen peroksit ağartma ile yaşanan mukavemet kaybının ozonlu ağartmaya göre daha az olduğu gözlemlenmektedir. Ancak, hidrofilleştirme işlemi ve hidrojen peroksit ağartması uygulanan kumaşlarda yaşanan kumaş çekmeleri göz önüne alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, ham, hidrofilleştirilmiş, hidrojen peroksit ağartması uygulanmış ve ozon uygulanmış kumaşların atkı sıklıkları hesaplanarak Tablo 5.63 'de verilmiştir.

Tablo 5.63: Ananas lifli kumaşlarına uygulanan işlemler sonucu ölçülen yırtılma mukavemetlerinin atkı sıklıklarına göre değerlendirilmesi

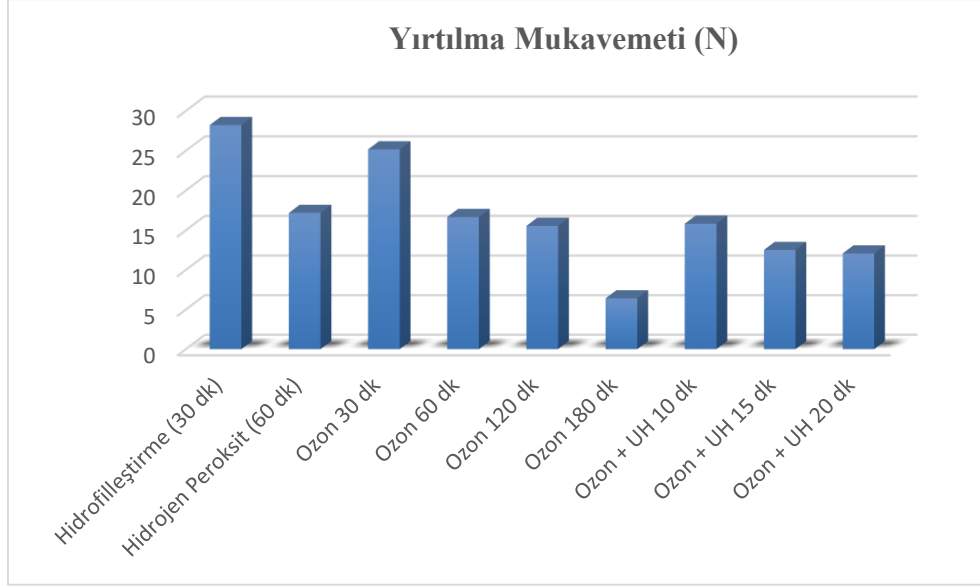
İşlem türü	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Atkı Sıklığı (tel/cm)	Yırtılma Mukavemeti (N)
Ham	-	-	30	24,97
Hidrofil	30	90	34	28,21
H ₂ O ₂	60	95	38	17,18
Ozon	30	10	34	25,16
Ozon	60	10	34	16,66
Ozon	120	10	34	15,55
Ozon	180	10	34	6,4
Ozon + UH	10	37	34	15,82
Ozon + UH	15	47	34	12,51
Ozon + UH	20	57	36	12,07
Ham+Ozon*	120	10	30	12,92

Kumaş çekmeleri ile ananas lifli dokuma kumaşları birim alanındaki tel sayısında artış meydana gelmektedir ve bu artış kumaşın kopartılması ya da yırtılması için gerekli olan kuvveti arttırmaktadır. Ananas lifli dokuma kumaşların paısında meydana gelen kumaş çekmeleri, atkı sıklıklarındaki artış, dikkate alınarak incelendiğinde hidrojen peroksit ağartması ile 120 dakikada ozonlu ağartmanın ananas lifli kumaşlarda birbirine çok yakın mukavemet kayıplarına neden olduğu gözlemlenmiştir.



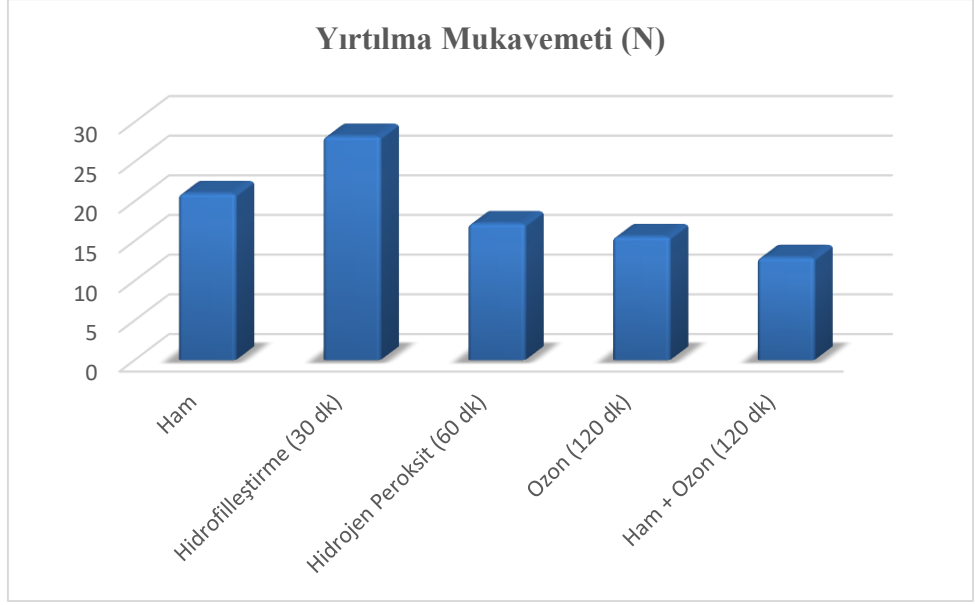
Şekil 5.44: Ananas lifli kumaşların ağartma işlemleri sonrası ölçülen yırtılma mukavemetleri

Sulu ortamda ultrasonik homojenizatör katkısı ile birlikte gerçekleştirilen ağartma işlemlerinin oldukça daha etkili olduklarını söylemek mümkündür. Ultrasonlu ozon işlemlerinde süre ile birlikte sıcak artışı gerçekleştiğinden 20 dakika sürede yapılan ozon ve ultrasonun birlikte kullanıldığı işlemde atkı sıklığının az da olsa arttığı (36 tel/cm) gözlemlenmiştir. UH ve ozonun birlikte kullanıldığı işlemlerde mukavemet kaybının sadece ozon kullanılarak yapılan işlemlere göre daha fazla olduğu kaydedilmiştir. Şekil 5.45’de ozon + ultrason kullanılarak yapılan ağartma işlemlerinin yırtılma mukavemetleri verilmiştir.



Şekil 5.45: Ozonlu ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların yırtılma mukavemeti değerlerindeki değişim

Ayrıca, hidrofilleştirme işleminin ananas lifli kumaşlar üzerine etkisinin değerlendirilebilmesi için direk ham kumaş üzerine optimum ozonlu ağartma şartlarında (120 dk.) ağartma işlemi gerçekleştirilmiş; hem ham kumaşa uygulanan optimum ozon ağartması ile hidrofilleştirilmiş kumaşa uygulanan optimum ozon ağartması sonucu ölçülen yırtılma mukavemetleri incelenmiştir (Şekil 5.46). Hidrofilleştirme işlemine tabii tutulan ananas lifi kumaşın bir miktar çektiği düşünülürse, ham+ozon (120 dk) ağartması ile hidrofilleştirme + ozon (120 dk) ağartmasının birbirine oldukça yakın mukavemet kayıplarına sahip olduğu gözlemlenmektedir.



Şekil 5.46: Ozonlu ağartma işlemleri sonrası ananas lifli kumaşların yırtılma mukavemetleri

5.3 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Sertlik Özellikleri

Ananas lifli dokuma kumaşlara uygulanan ağartma işlemleri sonrasında kumaşların ağırlık kaybı, yırtılma mukavemeti, kalınlığı gibi özelliklerinin yanı sıra, kumaşların sertlik özelliklerindeki değişim de incelenmiştir. Kumaşların yapısındaki safsızlıkların uzaklaştırılması ile birlikte, ananas lifli dokuma kumaşların sertlik değerlerinde bir azalma gözlemlenmektedir. İşlemler sonucu ölçülen değerler Tablo 5.64'de verilmiştir.

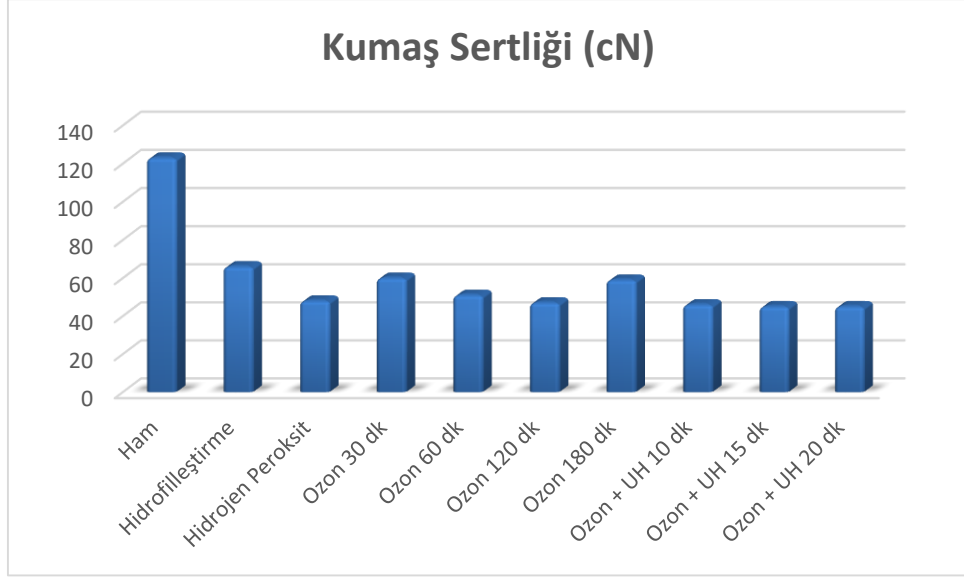
Tablo 5.64: Ananas lifli kumaşların ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen sertlik değeri

İşlem türü	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	Sertlik (cN)
Ham	-	-	39,74	32,82	123
Hidrofilleştirme	30	90	38,48	33,43	66
H ₂ O ₂	60	95	51,19	22,11	48
Ozon	30	10	41,71	26,54	60
Ozon	60	10	48,12	22,19	51
Ozon	120	10	55,56	16,87	47
Ozon	180	10	63,64	12,01	59
Ozon + UH	10	37	47,97	24,73	46
Ozon + UH	15	47	51,23	22,04	45
Ozon + UH	20	52	57,06	17,1	45
Ham+Ozon*	120	10	55,66	16,24	73

*tüm çalışma boyunca ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemi (bazik işlem) uygulanmış ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Bu işlemde ham ananas kumaş üzerine ozon ile ağartma gerçekleştirilmiştir.

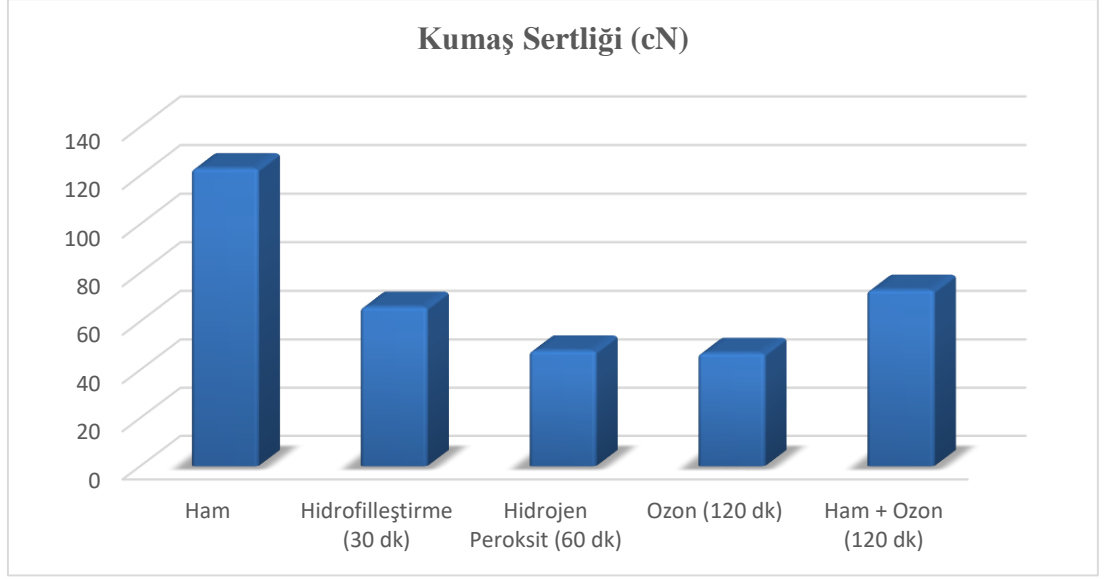
Tablo 5.64'den de görülebileceği gibi kumaşlar üzerine uygulanan ağartma işlemlerinin süresi uzadıkça kumaşların sertlik değerleri azalmakta ve ultrason + ozonlu ağartma işlemleri ile sadece ozonlu ağartma işlemleri uygulanmış kumaşlara göre sertlik değerleri daha düşük ölçülmektedir. Ham kumaş yapısı içerisindeki safsızlıkların uzaklaştırılması ile birlikte kumaş daha kolay şekil alabilen hale gelerek sertlik değerleri azalmaktadır. Bu nedenle hidrofilleştirme işlemi ham kumaşa göre daha az sertlik değerine sahipken, ağartma işlemleri uygulanmış kumaşların sertleri daha da azalmaktadır. Ancak, sulu ortamda uygulanan 180 dakikalık ozon işleminde sertlik değerinde bir artış yaşanmaktadır. Duyusal olarak da hissedilen bu sertlik artışı, işlem süresinin uzunluğu ile liflerin kırılma ve sertleşmesi şeklinde açıklanabilmektedir.

Hidrojen peroksit ağartması ile optimum ozon ağartmasının sertlik dereceleri kıyaslandığında, sertlik değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 5.47).



Şekil 5.47: Ananas lifli kumaşların ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen kumaş sertlik değerleri

Ağartma işlemlerinin hepsi hidrofilleştirilmiş kumaşa uygulanmıştır. Ancak hidrofilleştirme işleminin ananas lifli kumaşların ön terbiye işlemleri sırasındaki etkisini gözlemleyebilmek adına, doğrudan ham ananas lifli kumaş üzerine optimum ozonlu ağartma (120 dk.) işlemi uygulanarak, hidrofilleştirilmiş kumaş üzerine uygulanan optimum ozonlu ağartma işlemi ile karşılaştırılmıştır. Şekil 5.48'den de gözlemlenebileceği gibi hidrofilleştirme işlemi kumaş yapısındaki safsızlıkların bir kısmını uzaklaştırarak kumaşı daha yumuşak hale getirmektedir. Fakat ozonlu ağartma işlemi hidrofilleştirme işlemi uygulanmadan doğrudan ham kumaş üzerine uygulandığında işlem sonunda ananas lifleri içerisindeki safsızlıkların miktarının hidrofilleştirilmiş kumaşa uygulanan ağartma işlemi sonunda ananas lifleri içerisindeki safsızlıkların miktarından daha fazla olduğu, bu nedenle ham kumaşa uygulanan ozon işlemi sonucunda daha yüksek sertlik değerlerinin ölçüldüğü gözlemlenmiştir.



Şekil 5.48: Ananas lifli kumaşların farklı ozonlu ağartma işlemleri sonrası ölçülen sertlik değerleri

5.4 Ağartma İşlemlerine Tabii Tutulmuş Ananas Lifli Kumaşların Kırışıklık Açılma Açısı

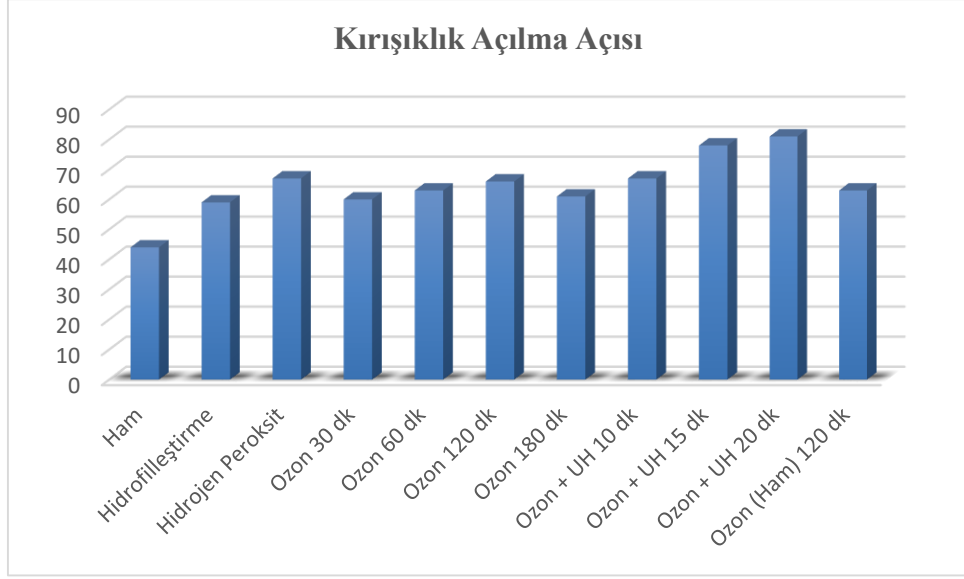
Ananas lifli dokuma kumaşlara uygulanan ağartma işlemleri sonrası kumaşların buruşma özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Ağartma işlemleri ile birlikte lif yapısında yaşanan değişimlerin, kumaşların kırışma özellikleri üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. Gerçekleştirilen ağartma işlemleri sonucunda ölçülen kırışıklık açılma açıları Tablo 5.65’de verilmiştir.

Tablo 5.65: Ananas lifli kumaşların ağartma işlemleri sonrası kırışıklık açılma açısı

İşlem türü	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	Kırışıklık Açılma Açısı (°)
Ham	-	-	39,74	32,82	44
Hidrofilleştirme	30	90	38,48	33,43	59
H ₂ O ₂	60	95	51,19	22,11	67
Ozon	30	10	41,71	26,54	60
Ozon	60	10	48,12	22,19	63
Ozon	120	10	55,56	16,87	66
Ozon	180	10	63,64	12,01	61
Ozon + UH	10	37	47,97	24,73	67
Ozon + UH	15	47	51,23	22,04	78
Ozon + UH	20	52	57,06	17,1	81
Ham+Ozon*	120	10	55,66	16,24	63

*tüm çalışma boyunca ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemi (bazik işlem) uygulanmış ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Bu işlemde ham ananas kumaş üzerine ozon ile ağartma gerçekleştirilmiştir.

Kırışıklık açılma açısı, lifler içerisindeki safsızlıkların uzaklaştırılması ile birlikte geliştirilebilmektedir. Tablo 5.65 ‘u incelediğimizde de hidrofilleştirme işlemi ile kırışıklık açısı iyileştirilmekte aynı zamanda hem hidrojen peroksit ağartması ile hem de ozonlu ağartma işlemlerinde işlem süresi ile doğru orantılı olarak kırışıklık açısının geliştiği gözlemlenmektedir. Optimum hidrojen peroksit ve ozonlu ağartmaların kırışıklık açılarının birbirine oldukça yakın değerlerde olduğu, en iyi kırışıklık açılma açısının ise 20 dakikalık ultrason + ozonlu ağartma işlemi ile elde edildiği kaydedilmiştir.



Şekil 5.49: Ananas lifli kumaşların ağartma işlemleri sonrası kırışıklık açılma açısı

5.5 Ağartma İşlemleri Sonucu Ortaya Çıkan Atık Suların Arıtılması İçin Gerekli Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)

Ananas lifli dokuma kumaşların ağartılması üzerine yapılan denemelerde, tavsiye edilebilecek en iyi beyazlık değerleri geleneksel yöntemde 10 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 95 °C sıcaklıkta, 60 dakika işlem süresinde elde edilmiştir. Geleneksel yönteme doğa dostu alternatif olarak denenen ozon ve ozon + ultrasonik prob işlemlerinde de oldukça iyi beyazlık değerlerine ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle, hem tüm ozon uygulamalarının hem de ozon uygulamalarına referans olarak alınan hidrojen peroksit ağartmasının işlem sonucu atık sularının kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) tespit edilmiştir. KOİ analizi sonucunda elde edilen değerler Tablo 5.66'de verilmiştir.

Tablo 5.66: Ananas lifli kumaşların ağartma işlemlerinde ortaya çıkan atık sularının kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ)

İşlem türü	Süre (dk)	Sıcaklık (°C)	Beyazlık Derecesi (Stendsby)	Sarılık Derecesi (E313)	KOİ (mg/l)
H ₂ O ₂	60	95	51,19	22,11	3235
Ozon	30	10	41,71	26,54	1044
Ozon	60	10	48,12	22,19	1008
Ozon	120	10	55,56	16,87	1026
Ozon	180	10	63,64	12,01	1032
Ozon + UH	10	37	47,97	24,73	101
Ozon + UH	15	47	51,23	22,04	100
Ozon + UH	20	52	57,06	17,1	104
Ham+Ozon*	120	10	55,66	16,24	2236

*tüm çalışma boyunca ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemi (bazik işlem) uygulanmış ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Bu işlemde ham ananas kumaş üzerine ozon ile ağartma gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.66’de verilen KOİ değerleri incelendiğinde, ananas lifleri için uygun en ekolojik ağartma yönteminin ozon + UH olduğu söylenebilmektedir. Ozon ile gerçekleştirilen tüm ağartmalar, geleneksel hidrojen peroksit ağartmasına göre daha düşük kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) duyduğundan, tüm ozonlu ağartma işlemleri çevre dostu işlem olarak nitelendirilebilmektedir.

Tüm çalışma boyunca ağartma işlemleri hidrofilleştirme işlemi (bazik işlem) uygulanmış ananas lifli kumaşlar üzerine uygulanmıştır. Hidrofilleştirme işleminin hem KOİ hem de renk değerlerine etkisinin incelenebilmesi için ham ananas lifli kumaş üzerine optimum ozon uygulama şartlarında işlem gerçekleştirilmiştir. Hidrofilleştirme uygulanmış kumaşa uygulanan ozon işlemi ile ham kumaşa uygulanan ozon işlemi arasında beyazlık ve sarılık dereceleri açısından ciddi bir farklılık gözlemlenmezken, ham kumaşa uygulanan ozon işleminin KOİ değeri, hidrofil kumaşa uygulanan ozon işleminin KOİ değerinden oldukça yüksektir. Bu da göstermektedir ki; hidrofilleştirme işlemi ile lif yapısındaki suyu kirleten istenmeyen yapılar uzaklaştırılmıştır.

Tablo 5.67: Ananas lifli kumaşlara uygulanan ağartma işlemleri ile elde edilen en iyi sonuçlar

	Ham	Hidrofilleştirme	H ₂ O ₂	Ozon	Ozon+ UH
Süre (dk)	-	30	60	120	15
Sıcaklık (°C)	-	90	95	10	47
Beyazlık Derecesi (Stendsby)	39,74	38,48	51,19	55,56	51,23
Sarıklık Derecesi (E313)	32,82	33,43	22,11	16,87	22,04
L*	80,18	76,21	86,6	85,56	83,49
Absorbsiyon Kapasitesi (%)	205	291	348	319	351
Kumaş Kalınlığı (mm)	0,131	0,165	0,169	0,16	0,153
Ağırlık Kaybı (%)	-	-	14	10	9
Yırtılma Mukavemeti (N)	24,97	28,21	17,18	15,55	12,51
Atkı Sıklığı (tel/cm)	30	34	38	34	34
Sertlik (cN)	123	66	48	47	45
Kırışıklık Açılma Açısı (°)	44	59	67	66	78
KOİ (mg/l)	-	-	3235	1026	100

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ananas liflerinin ön terbiye işlemleri sırasında gerçekleştirilen ağartma işlemlerinde optimum koşulların belirlenmesi hedeflendiğinden, %100 ananas liflerinden üretilmiş dokuma kumaşlar yükseltgen (hidrojen peroksit, potasyum permanganat, perasetik asit, sodyum perkarbonat, sodyum perborat) ve indirgen (tiyoüre dioksit) ağartma maddeleri ile işleme tabii tutulmuştur. Dokuma kumaşların yapısında atkı ve çözgü olarak direk ananas lifleri (iplik yapısına getirilmemiş) kullanılmıştır.

Gerçekleştirilen tüm ön terbiye işlemleri çektirme yöntemine göre uygulanmıştır.

Geleneksel ağartma kimyasallarının yanı sıra, uygulamalar sırasında aktivatörler ve enzimlerin hem life hem de işlem verimliliğine etkisi incelenmiş, ayrıca optik beyazlatma maddesi ilavesi ile ağartma işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Geleneksel yöntem ile en verimli beyazlık ve sarılık derecelerinin elde edildiği uygulamalar mikrodalga şartlarında gerçekleştirilerek, geleneksel yöntem ile mikrodalga yönteminin ananas liflerinin ön terbiye işlemlerindeki verimliliği karşılaştırılmıştır.

Ayrıca ön terbiye işlemlerinde çevre dostu uygulamaların başında gelen ozon ve ozon+ultrason kombine uygulaması ile de ananas liflerinin ön terbiye işlemleri gerçekleştirilmiştir. İşlemler sonucu elde edilen beyazlık sarılık dereceleri ile ananas lifli dokuma kumaşların absorpsiyon kapasiteleri, kumaş kalınlıkları, ağırlık kayıpları, mukavemet değerleri, kumaş sertlikleri ve buruşukluk kırışma açısı gibi değerlerindeki değişim değerlendirilmiştir. Buna ilaveten, geleneksel yöntem ve ozon uygulamasında ortaya çıkan atık suların temizlenmesinde Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) ölçülerek, optimum ağartma şartlarının belirlenmesinde dikkate alınmıştır.

Ananas lifli dokuma kumaşlara uygulanan ön terbiye işlemleri sonucunda;

Alkali ile gerçekleştirilen hidrofilleştirme işlemi ile lignoselülozik bir lif türü olan ananas liflerinin bir miktar sararma yaşadığı gözlemlenmiştir. Ancak, kumaşlar

üzerine uygulanan testler sonucunda hidrofilleştirme işlemi ile ananas lifleri içerisinde bulunan safsızlıkların bir kısmının uzaklaştırıldığı, yüksek sıcaklık ile birlikte kumaşlarda bir miktar çekme yaşandığı ve kumaşların absorpsiyon kapasitelerinin geliştirildiği kaydedilmiştir.

Geleneksel yöntemler arasında hem beyazlık ve sarılık derecelerini, hem açıklık/koyuluk değerlerini hem de mukavemet ve ağırlık kaybını dikkate aldığımızda en optimum sonuçların hidrojen peroksit ağartmasında, 10 ml/l hidrojen peroksit konsantrasyonunda, 95 °C’de, 60 dakika işlem süresinde elde edildiği söylenebilmektedir.

Potasyum permanganat ağartmasında oldukça iyi beyazlık dereceleri elde edilmiştir. Fakat beyazlık ve sarılık dereceleri her ne kadar iyi olsa da, kumaşlar da % 30’lara varan ağırlık kayıpları gözlemlenmiş aynı zamanda işlem sonrası kumaşlarda duyuşsal olarak büyük oranda sertleşmelerin yalandığı kaydedilmiştir.

Perasetik asit ile gerçekleştirilen ağartma işlemlerinde en iyi beyazlık derecesi 70 °C’de, 90 dakika işlem süresinde 20 g/l perasetik asit konsantrasyonunda elde edilmiştir. Ancak beyazlık dereceleri (Stendsby 47,55) hidrojen peroksit ağartmasının optimum şartlarında elde edilen beyazlık derecelerine (Stendsby 51,19) kıyasla daha düşüktür.

Sodyum perborat, sodyum perkarbonat, tiyoüre dioksit (TUDO) ve hafif asidik ortamda uygulanan hidrojen peroksit ağartmalarında verimli sonuçlar elde edilememiştir.

Aktivatörlerin kullanımı ile uygulanan hidrojen peroksit ağartmalarında oldukça yüksek beyazlık derecelerine (Stendsby 78,56) ulaşılmıştır. Ancak beyazlık derecelerindeki bu yükseliş ciddi ağırlık kayıplarını da beraberinde getirmiştir. Bu nedenle ananas liflerinin aktivatörlerin kullanılacağı işlemlerde liflerdeki olası ağırlık kaybı dikkate alınmalıdır.

Pektinaz enzimleri ile etkin hidrofilleştirme işlemi yapılabilmektedir. Fakat lignoselülozik bir lif olan ananas liflerinin beyazlık değerlerindeki düşüşün alkali ile yapılan hidrofilleştirme işlemlerinden fazla olmasına dikkat etmek gerekmektedir.

Ananas liflerinin gerek tek başına gerekse çeşitli lifler ile karışım halinde kullanımında, eğer selüloz ve lakkaz enzimleri ile muamele edilmesi gibi bir durum söz konusu olduğunda çoğunlukla enzim konsantrasyonuna bağlı olarak ananas liflerinin beyazlık derecelerinde bir miktar düşüş gözlemlenmektedir.

Ananas lifli tekstil ürünlerinde eğer tam beyaz bir renk isteniyorsa, optik beyazlatıcı maddelerin ilavesi uygulanan ağartma işlemlerinde rahatlıkla yüksek derecelerde (Stendsby 118,8) beyaz renk elde edilebilmektedir. Mavi nüanslı optik beyazlatıcı madde ilaveli ağartma işlemlerinde (Stendsby 118,8), kırmızı nüanslı optik beyazlatıcı ilaveli ağartma işlemlerine (Stendsby 111,42) kıyasla daha yüksek beyazlık dereceleri elde edilmiştir.

Mikrodalga enerjisi kullanımı ile uygulanan ağartma işlemlerinde verimli sonuçlar elde edilememiştir.

Ozonlu ağartma işlemlerinde en verimli işlem şartları 120 dakika işlem süresinde 10 °C'de, Ozon ve ultrason homojenizer (UH) in birlikte kullanıldığı ağartma işlemlerinde ise 15 dakika işlem süresinde 47 °C olarak belirlenebilmektedir.

Çalışmanın geneline baktığımızda ananas lifli kumaşların ağartılmasında, öncelikli olarak tekstil terbiye işlemlerinde en ekolojik yöntemlerden biri olan ozonlu ağartma işlemleri ve onu takiben hidrojen peroksit ağartması önerilebilmektedir. Ozonlu ağartma işlemlerinde de ozon ve ultrason enerjisinin birlikte kullanıldığı işlemler direk ozon kullanımı ile uygulanan işlemere göre daha ekolojik özellikler sergilemişlerdir.

Bu çalışma ile ananas lifli tekstil yüzeylerine uygulanacak ön terbiye işlemleri sırasında minimum mukavemet kaybı ile maksimum seviyede beyazlık elde edilebilmesi için uygulanabilecek yeni yöntem ve reçetelerin araştırılması için literatüre katkı sağlaması amaçlanmıştır.

7. KAYNAKLAR

Abdel-Halim, E., "An effective redox system for bleaching cotton cellulose", *Carbohydrate polymers*, 90 (1), 316-321, (2012).

Abdel-Halim, E., Al-Deyab, S. S., "Low temperature bleaching of cotton cellulose using peracetic acid", *Carbohydrate Polymers*, 86 (2), 988-994, (2011).

Aehle, W., *Enzymes in industry: production and applications*, Leiden: John Wiley & Sons, (2007).

Ahmed, N. S., El-Shishtawy, R. M., "The use of new technologies in coloration of textile fibers", *Journal of Materials Science*, 45 (5), 1143-1153, (2010).

Aniş, P., *Tekstil ön terbiyesi*, İstanbul: Aktüel, (2005).

Araujo, R., Casal, M., Cavaco-Paulo, A., "Application of enzymes for textile fibres processing", *Biocatalysis and Biotransformation*, 26 (5), 332-349, (2008).

Arik, B., Körlü, A. E., Duran, K., "Lakkaz Enzimlerinin Tekstilde Kullanım Alanları", *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2 (2), 17-22, (2008).

Asim, M., Abdan, K., Jawaid, M., Nasir, M., Dashtizadeh, Z., Ishak, M., ve diğ., "A Review on Pineapple Leaves Fibre and Its Composites", *International Journal of Polymer Science*, 2015 (2015).

Bai, J., Cui, S., "Pretreatment of pineapple leaf fiber with Bu-gong tea saponin", Sheng, A., Wang, Y. (Eds.), *International Conference on Manufacturing and Engineering Technology (ICMET 2014)*, Sanya, China, 33, (2014).

Banik, S., Nag, D., Debnath, S., "Utilization of pineapple leaf agro-waste for extraction of fibre and the residual biomass for vermicomposting", *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 36 (2), 172, (2011).

Bansal, S., Sodhi, P., "Pineapple Leaf Fibers: ECO Souvenir", *Research Journal of Humanities and Social Sciences*, 5 (2), 141-147, (2014).

"Barong Tagalog", https://en.wikipedia.org/wiki/Barong_Tagalog, Alındığı tarih: Kasım.2015.

Bartholomew, D. P., Paull, R. E., Rohrbach, K. G., *The pineapple: botany, production, and uses*, CABI, (2002).

Basto, C., Tzanov, T., Cavaco-Paulo, A., "Combined ultrasound-laccase assisted bleaching of cotton", *Ultrasonics sonochemistry*, 14 (3), 350-354, (2007).

"Benefits of pineapple", <http://www.donkoy.com/benefits-of-pineapple/>, Alındığı tarih: Kasım.2015.

Biswal, M., Mohanty, S., Nayak, S. K., "Influence of organically modified nanoclay on the performance of pineapple leaf fiber-reinforced polypropylene nanocomposites", *Journal of applied polymer science*, 114 (6), 4091-4103, (2009).

Bozacı, E., Öktem, T., Seventekin, N., "Ananas Yaprak Lifi", *Tekstil & Konfeksiyon*, 3, 167-170, (2007).

Briggs-Goode, A., Townsend, K., *Textile design: Principles, advances and applications*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2011).

Bulut, Y., Erdoğan, Ü. H., "Selüloz Esaslı Doğal Liflerin Kompozit Üretiminde Takviye Materyali Olarak Kullanımı", *Tekstil ve Mühendis*, 18 (83), 26-35, (2011).

Çalışkan, M. K., "Mikrodalga enerjisi ile kurutma", İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Enerji Bölümü*, İstanbul, (2002).

Campos, R., Kandelbauer, A., Robra, K., Cavaco-Paulo, A., Gübitz, G. M., "Indigo degradation with purified laccases from *Trametes hirsuta* and *Sclerotium rolfsii*", *Journal of biotechnology*, 89 (2), 131-139, (2001).

Carr, C., *Chemistry of the textiles industry*, Cambridge: The University Press, (1995).

Cathcart, D., "The importance of maintaining bromeliad imports", *Florida entomologist*, 16-21, (1995).

Cavaco-Paulo, A., "Mechanism of cellulase action in textile processes", *Carbohydrate polymers*, 37 (3), 273-277, (1998).

Cavaco-Paulo, A., Cortez, J., Almeida, L., "The effect of cellulase treatment in textile washing processes", *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 113 (7-8), 218-222, (1997).

Chand, N., Tiwary, R., Rohatgi, P., "Bibliography resource structure properties of natural cellulosic fibres—an annotated bibliography", *Journal of Materials Science*, 23 (2), 381-387, (1988).

Chattopadhyay, S. K., Khandal, R., Uppaluri, R., Ghoshal, A. K., "Influence of varying fiber lengths on mechanical, thermal, and morphological properties of MA-g-PP compatibilized and chemically modified short pineapple leaf fiber reinforced polypropylene composites", *Journal of applied polymer science*, 113 (6), 3750-3756, (2009).

Cherian, B. M., Leão, A. L., de Souza, S. F., Costa, L. M. M., de Olyveira, G. M., Kottaisamy, M., ve diğ., "Cellulose nanocomposites with nanofibres isolated from pineapple leaf fibers for medical applications", *Carbohydrate Polymers*, 86 (4), 1790-1798, (2011).

Cherian, B. M., Leão, A. L., de Souza, S. F., Thomas, S., Pothan, L. A., Kottaisamy, M., "Isolation of nanocellulose from pineapple leaf fibres by steam explosion", *Carbohydrate Polymers*, 81 (3), 720-725, (2010).

Clark, M., *Handbook of textile and industrial dyeing: principles, processes and types of dyes*, 1, Elsevier, (2011).

Couto, S. R., Herrera, J. L. T., "Industrial and biotechnological applications of laccases: a review", *Biotechnology advances*, 24 (5), 500-513, (2006).

Das, P., Nag, D., Debnath, S., Nayak, L., "Machinery for extraction and traditional spinning of plant fibres", *Indian Journal of Traditional Knowledge*, 9 (2), 386-393, (2010).

de Carvalho, L. M., Fernandes, F. M., Zabel, S., "The Collection of Pineapple Fibers-Ananas comosus (Bromeliaceae)-at the Harvard University Herbaria", *Harvard Papers in Botany*, 14 (2), 105-109, (2009).

Devi, L. U., Bhagawan, S., Thomas, S., "Mechanical properties of pineapple leaf fiber-reinforced polyester composites", *Journal of Applied Polymer Science*, 64 (9), 1739-1748, (1997).

Devi, L. U., Bhagawan, S., Thomas, S., "Dynamic mechanical analysis of pineapple leaf/glass hybrid fiber reinforced polyester composites", *Polymer composites*, 31 (6), 956-965, (2010).

Devi, L. U., Bhagawan, S., Thomas, S., "Dynamic mechanical properties of pineapple leaf fiber polyester composites", *Polymer Composites*, 32 (11), 1741-1750, (2011).

Devi, L. U., Joseph, K., Nair, K. C. M., Thomas, S., "Ageing studies of pineapple leaf fiber-reinforced polyester composites", *Journal of applied polymer science*, 94 (2), 503-510, (2004).

Dey, S., Satapathy, K. (2013). A Combined Technology Package For Extraction of Pineapple Leaf Fibre-An Agrowaste, Utilization of biomass and for application in Textiles. Kolkata: National Institute of Research on Jute and Allied Fibre Technology Indian Council of Agricultural Research

"Does a Pineapple Grow from a Pineapple Tree?", <http://www.todayprimetimes.com/2015/01/does-pineapple-grow-from-pineapple-tree.html>, Alındığı tarih: Kasım.2015.

Doraiswamy, I., Chellamani, P., "Pineapple leaf fabrics", *Textile progress*, 24 (1), 1-37, (1993).

Duran, K., "Yün ve karışımlarının ön terbiyesi", *Yün ve Karışımlarının Terbiyesi*, Bursa: Sümer Holding A.Ş. Bursa Araştırma ve Geliştirme Eğitim İşletmesi SAGEM-EĞİTİM, 1-47, (1995).

El Shafie, A., Fouda, M. M., Hashem, M., "One-step process for bio-scouring and peracetic acid bleaching of cotton fabric", *Carbohydrate Polymers*, 78 (2), 302-308, (2009).

Elenga, R. G., Djemia, P., Tingaud, D., Chauveau, T., Maniongui, J. G., Dirras, G. F., "Effects of alkali treatment on the microstructure, composition, and properties of the *Raffia textilis* fiber", *BioResources*, 8 (2), 2934-2949, (2013).

"Enzymes for Alternative Energy Research", <http://www.sigmaldrich.com/life-science/metabolomics/enzyme-explorer/analytical-enzymes/enzymes-for-aer.html>, Alındığı tarih: Kasım.2016.

Eren, H. A., Avinc, O., Erişmiş, B., Eren, S., "Ultrasound-assisted ozone bleaching of cotton", *Cellulose*, 21 (6), 4643-4658, (2014).

Fakirov, S., Bhattacharyya, D., "Handbook of Engineering Biopolymers: Homopolymers", *Blends, and Composites*", *Hanser Gardner USA*, (2007).

Florian, M.-L. E., Kronkright, D. P., Norton, R. E., *The conservation of artifacts made from plant materials*, Getty Publications, (1991).

Franck, R. R., *Bast and other plant fibres*, 39, Crc Press, (2005).

Gardetti, M. A., Muthu, S. S. (2015). *Handbook of Sustainable Luxury Textiles and Fashion (Vol. 1)*: Springer.

Gedik, G., "Kenevir Liflerinden Üretilen Kumaşların Optimum Ağartma Koşullarının ve Yöntemlerinin Belirlenmesi", Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Tekstil Mühendisliği Bölümü*, Denizli, (2012).

Ghosh, P., Gangopadhyay, R., "Photofunctionalization of cellulose and lignocellulose fibres using photoactive organic acids", *European polymer journal*, 36 (3), 625-634, (2000).

Ghosh, S., Sinha, M., Dey, S., Bhaduri, S., "Processing of pineapple leaf fibre in cotton machinery", *Text Trends*, 14 (10) (1982).

Gündoğan, M. A., "Hindistan cevizi liflerinin ön terbiye işlemlerinin araştırılması", Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Tekstil Mühendisliği Bölümü*, Denizli, (2016).

Haggag, K., A. Ragheb, S. H. Nassar, M. Hashem, H. El Sayed, El-Thalouth, I. A., *Microwave Irradiation and its Application in Textile Industries*, Cairo: Science Publishing Group, (2014).

Haliskaranfil, S., Arıkan, B., "Termoalkalifilik Amilaz ve Selülaz Enzim (Multienzim) Üreticisi Bacillus sp. İzolasyonu, Enzimlerin Karakterizasyonu ve Biyoteknolojik Uygulanabilirliği ", Çukurova Üniversitesi, *Biyoloji Anabilim Dalı*, Adana, (2012).

Hariharan, S., Nambisan, P., "Optimization of lignin peroxidase, manganese peroxidase, and lac production from Ganoderma lucidum under solid state fermentation of pineapple leaf", *BioResources*, 8 (1), 250-271, (2012).

Heinicke, R., Gortner, W., "Stem bromelain—a new protease preparation from pineapple plants", *Economic Botany*, 11 (3), 225-234, (1957).

Hermans, M. A., Sauer, R. D., Hossain, S. U., Litvay, J. D. (1997). USH1672 H.

Hickman, W., "Peracetic acid and its use in fibre bleaching", *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, 32 (1), 13-27, (2002).

Hill, D., Hall, M., Holmes, D., Lomas, M., Padmore, K. (1993). An Introduction to Textiles, Volume IV, Textile Wet Processing. Bolton: Comett Eurotex.

Huda, M. S., Drzal, L. T., Mohanty, A. K., Misra, M., "Effect of chemical modifications of the pineapple leaf fiber surfaces on the interfacial and mechanical properties of laminated biocomposites", *Composite Interfaces*, 15 (2-3), 169-191, (2008).

Hujuri, U., Chattopadhyay, S. K., Uppaluri, R., Ghoshal, A. K., "Effect of maleic anhydride grafted polypropylene on the mechanical and morphological properties of chemically modified short-pineapple-leaf-fiber-reinforced polypropylene composites", *Journal of applied polymer science*, 107 (3), 1507-1516, (2008).

İnkaya, T., Eren, H. A., Anış, P., "Pamuk Ağartılmasında Lakkaz/Mediatör Sistemlerinin Oksijen ve Ozon ile Kombine Edilmesi", *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 14 (1) (2010).

Jose, S., Salim, R., Ammayappan, L., "An Overview on Production, Properties, and Value Addition of Pineapple Leaf Fibers (PALF)", *Journal of Natural Fibers*, 13 (3), 362-373, (2016).

Joseph, K., Tolêdo Filho, R. D., James, B., Thomas, S., Carvalho, L., "A review on sisal fiber reinforced polymer composites", *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 3 (3), 367-379, (1999).

Kalaycı, E., Avinç, O. O., Bbozkurt, A., Yavaş, A., "Tarımsal atıklardan elde edilen sürdürülebilir tekstil lifleri: Ananas yaprağı lifleri", *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (2), 203-221, (2016).

Kalia, S., Avérous, L., *Biopolymers: biomedical and environmental applications*, 70, John Wiley & Sons, (2011).

Kalia, S., Kaith, B., Kaur, I., "Pretreatments of natural fibers and their application as reinforcing material in polymer composites—a review", *Polymer Engineering & Science*, 49 (7), 1253-1272, (2009).

Kalia, S., Kaith, B., Kaur, I., *Cellulose fibers: bio-and nano-polymer composites: green chemistry and technology*, London: Springer Science & Business Media, (2011).

Kannojiya, R., Gaurav, K., Ranjan, R., Tiyer, N., Pandey, K., "Extraction of pineapple fibres for making commercial products", *Journal of Environmental Research And Development Vol*, 7 (4), 1385-1390, (2013).

Karapinar, E., Sariisik, M. O., "Scouring of cotton with cellulases, pectinases and proteases", *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, 12 (3), 79-82, (2004).

Karmakar, S. R., *Chemical technology in the pre-treatment processes of textiles*, 12, Amsterdam: Elsevier, (1999).

Kashyap, D. R., Vohra, P. K., Chopra, S., Tewari, R., "Applications of pectinases in the commercial sector: a review", *Bioresource Technology*, 77 (3), 215-227, (2001).

Kaymakçı, A., Ayrılmış, N., Akbulut, T., "Dış Cephe Kaplamalarına Ekolojik bir Yaklaşım: Ahşap Polimer Kompozitler", *7. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu İstanbul*, 3-4, (2014).

Kengkhetkit, N., Amornsakchai, T., "Utilisation of pineapple leaf waste for plastic reinforcement: 1. A novel extraction method for short pineapple leaf fiber", *Industrial Crops and Products*, 40, 55-61, (2012).

Keskin, R., Palamutçu, S., Kara, S., "Absorbency Characteristics of Peshtamals: Traditional Turkish Woven Clothes", *Annals of The University of Oradea Fascicle of Textiles, Leatherwork*, Romania, 41-46, of Conference).

Khan, F., Ahmad, S., "Chemical modification and spectroscopic analysis of jute fibre", *Polymer Degradation and Stability*, 52 (3), 335-340, (1996).

"Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ)", *Erciyes Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü Çevre Kimyası Ders Notu*, (2012).

Konak, S., "Bamya bitkisinden suda çürütme yöntem ile lif elde edilmesi ve elde edilen lifin çeşitli fiziksel kimyasal ve mekanik özelliklerinin ölçümü", Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, *Tekstil Mühendisliği*, Denizli, (2014).

Križman, P., Kovač, F., Tavčer, P. F., "Bleaching of cotton fabric with peracetic acid in the presence of different activators", *Coloration technology*, 121 (6), 304-309, (2005).

Kurban, M., "Isırgan otu lifinden üretilen kumaşların ön terbiye işlemlerinin araştırılması", Pamukkale Üniversitesi, *Tekstil Mühendisliği Bölümü*, Denizli, (2012).

Lacasse, K., Baumann, W., *Textile Chemicals: Environmental data and facts*, Berlin: Springer Science & Business Media, (2004).

"Laccase", <https://en.wikipedia.org/wiki/Laccase>, Alındığı tarih: Kasım.2016.

Lewin, M., *Handbook of fiber chemistry*, New York: CRC Press, (2010).

Li, M.-f., Lian, W.-w., Deng, Y.-g., Huang, T., "Discussion on technological parameters of pineapple leaf fiber degumming", *Shanghai Textile Science & Technology*, 4, 008, (2009).

Lopattananon, N., Panawarangkul, K., Sahakaro, K., Ellis, B., "Performance of pineapple leaf fiber–natural rubber composites: the effect of fiber surface treatments", *Journal of Applied Polymer Science*, 102 (2), 1974-1984, (2006).

Maniruzzaman, M., Rahman, M., Gafur, M., Fabritius, H., Raabe, D., "Modification of pineapple leaf fibres and graft copolymerization of acrylonitrile onto modified fibres", *Journal of Composite Materials*, 0021998311410486, (2011).

Market, N. C., "An Overview of Different Processes of Jeans Bleaching", <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/7053/an-overview-of-different-processes-of-jeans-bleaching?page=2>, Alındığı tarih: Kasım.2016.

Mert, M., *Lif Bitkileri*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, (2009).

- Miettinen-Oinonen, A., *Industrial enzymes*, Aachen: Springer, (2007).
- Mínguez-Mosquera, M. I., Gandul-Rojas, B., "High-performance liquid chromatographic study of alkaline treatment of chlorophyll", *Journal of Chromatography A*, 690 (2), 161-176, (1995).
- Mishra, S., Mohanty, A. K., Drzal, L. T., Misra, M., Hinrichsen, G., "A review on pineapple leaf fibers, sisal fibers and their biocomposites", *Macromolecular Materials and Engineering*, 289 (11), 955-974, (2004).
- Mohamed, A., Sapuan, S., Khalina, A., "Selected properties of hand-laid and compression molded vinyl ester and pineapple leaf fiber (PALF)-reinforced vinyl ester composites", *International Journal of Mechanical and Materials Engineering*, 5 (1), 68-73, (2010).
- Mohamed, A., Sapuan, S., Shahjahan, M., Khalina, A., "Characterization of pineapple leaf fibers from selected Malaysian cultivars", *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7 (1), 235-240, (2009).
- Mohamed, A., Sapuan, S., Shahjahan, M., Khalina, A., "Effects of simple abrasive combing and pretreatments on the properties of Pineapple Leaf Fibers (Palf) and palf-vinyl ester composite adhesion", *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 49 (10), 972-978, (2010).
- Mohanty, A., Parija, S., Misra, M., "Ce (IV)-N-acetylglycine initiated graft copolymerization of acrylonitrile onto chemically modified pineapple leaf fibers", *Journal of applied polymer science*, 60 (7), 931-937, (1996).
- Mohanty, A. K., Misra, M., Drzal, L. T., *Natural fibers, biopolymers, and biocomposites*, CRC Press, (2005).
- Mojsov, K., "Application of enzymes in the textile industry: a review", *Tekstilec*, 58 (1), 47-56, (2011).
- Mukherjee, P., Satyanarayana, K., "Structure and properties of some vegetable fibres", *Journal of materials science*, 21 (1), 51-56, (1986).
- Murayama, H., Hayashi, M., Akihiko, Y., "Bleaching Effect of Sodium Percarbonate", *Journal of Home Economics of Japan*, 22 (2), 113-117, (1971).
- Murray, L., "Fabric bleaching with sodium perborate", *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 45 (7), 493-496, (1968).

Mwaikambo, L., "Review of the history, properties and application of plant fibres", *African Journal of Science and Technology*, 7 (2), 121, (2006).

Nadirah, W. W., Jawaid, M., Al Masri, A. A., Khalil, H. A., Suhaily, S., Mohamed, A., "Cell wall morphology, chemical and thermal analysis of cultivated pineapple leaf fibres for industrial applications", *Journal of Polymers and the Environment*, 20 (2), 404-411, (2012).

Nielson, K. J., *Interior textiles: fabrics, application, and historic style*, John Wiley & Sons, (2007).

Nilofer, S., SBVJ, C. B., "Compression properties of PALF fiber polymer composite", *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research (IJETER)*, 3 (6), 492-494, (2015).

Oğulata, R. T., "Farklı Hammaddeler İçeren Lycralı Dokuma Kumaşlarda Biyo-parlatma ve Biyo-parlatmanın Kumaş Performansına Etkileri ", Çukurova Üniversitesi, *Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı*, Adana, (2011).

Okur, A., *Tekstil materyallerinde mukavemet testleri*, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Basım Ünitesi, (2002).

Olson, E. S., *Textile Wet Processes*, 1, New Jersey: Noyes Publications, (1983).

Özdemir, D., "Denim mamullerin ağartılmasında kullanılan sodyumhipoklorit ve potasyumpermanganat yöntemlerine alternatif yöntemlerin araştırılması", Ege Üniversitesi, *Tekstil Mühendisliği Bölümü*, İzmir, (2006).

Özdemir, S., Tekoğlu, O., "Ekolojik Tekstil Ürünlerinde Kullanılan Hammaddeler", *Akdeniz Sanat Dergisi*, 4 (8), 27-30, (2014).

Öztürk, D., Eren, H. A., "Tekstil Terbiyesinde Ozon Kullanımı", *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 37-51, (2010).

Payae, Y., Lopattananon, N., "Adhesion of pineapple-leaf fiber to epoxy matrix: The role of surface treatments", *Sonklanakarın Journal of Science and Technology*, 31 (2), 189, (2009).

Pazarlıoğlu, N. K., Sarişik, M., Telefoncu, A., "Laccase: production by *Trametes versicolor* and application to denim washing", *Process biochemistry*, 40 (5), 1673-1678, (2005).

"Pectinase", <http://www.mitushipharma.com/feed-supplements.html> Alındığı tarih: Kasım.2016.

Pereira, L., Bastos, C., Tzanov, T., Cavaco-Paulo, A., Gübitz, G. M., "Environmentally friendly bleaching of cotton using laccases", *Environmental Chemistry Letters*, 3 (2), 66-69, (2005).

"Piña", <https://en.wikipedia.org/wiki/Pi%C3%B1a>, Alındığı tarih: Kasım.2015.

"The Pineapple", https://www.daf.qld.gov.au/_data/assets/pdf_file/0007/66247/Ch1-The-Pineapple.pdf, Alındığı tarih: Eylül.2016.

Pulan, S., Kaplan, S., Ulusoy, S., "Islak Mendil Üretiminde Kullanılan Dokusuz Yüzey Kumaşların Sıvı Absorbsiyon ve Transfer Özelliklerinin İncelenmesi ", *Tekstil ve Mühendis*, 22 (100), 13-22, (2015).

Py, C., Lacoueilhe, J. J., Teisson, C., *The pineapple. Cultivation and uses*, G.-P. Maisonneuve et Larose, (1987).

Rahman, M. A., "Study on Modified Pineapple Leaf Fiber", *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 7 (2) (2011).

Reddy, N., Yang, Y., "Biofibers from agricultural byproducts for industrial applications", *TRENDS in Biotechnology*, 23 (1), 22-27, (2005).

Rowe, T., *Interior textiles: Design and developments*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2009).

Roy Choudhury, A. K., "3 - Pre-treatment and preparation of textile materials prior to dyeing A2 - Clark, M", *Handbook of Textile and Industrial Dyeing*, 1, Woodhead Publishing, 64-149, (2011).

Saheb, D. N., Jog, J., "Natural fiber polymer composites: a review", *Advances in polymer technology*, 18 (4), 351-363, (1999).

Samal, R., Bhuyan, B., "Chemical modification of lignocellulosic fibers I. Functionality changes and graftcopolymerization of acrylonitrile onto pineapple leaf fibers; their characterization and behavior", *Journal of applied polymer science*, 52 (12), 1675-1685, (1994).

Sancar, B., Paksoy, N., Balci, O., Kurtoglu, N., "Investigation on the possibilities of enzymes usage in the pretreatment of cotton woven fabrics and combined process development", *2012 (Volume: 19)*, 86 (2012).

Sancar, B., Paksoy, N., Balci, O., Kurtoğlu, N., "Pamuklu Dokuma Kumaşların Boyama Hazırlık İşlemlerinde Enzim Kullanım Olanaklarının İncelenmesi ve Kombine Proses Geliştirilmesi", *Journal of Textiles & Engineers/Tekstil ve Mühendis*, 19 (86), 7-13, (2012).

Sapuan, S., Mohamed, A., Siregar, J. P., Ishak, M., "Pineapple Leaf Fibers and PALF-Reinforced Polymer Composites", *Cellulose Fibers: Bio-and Nano-Polymer Composites*, Springer, 325-343, (2011).

Satyanarayana, K., Guimarães, J., Wypych, F., "Studies on lignocellulosic fibers of Brazil. Part I: Source, production, morphology, properties and applications", *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 38 (7), 1694-1709, (2007).

Satyanarayana, K., Sukumaran, K., Mukherjee, P., Pavithran, C., Pillai, S., "Natural fibre-polymer composites", *Cement and Concrete composites*, 12 (2), 117-136, (1990).

Sawada, K., Tokino, S., Ueda, M., Wang, X., "Bioscouring of cotton with pectinase enzyme", *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, 114 (11), 333-336, (1998).

"Selülaz",

https://tr.wikipedia.org/wiki/Sel%C3%BClaz#/media/File:Cellulase_1JS4.jpg

, Alındığı tarih: Kasım.2016.

Sevgisunar, H. G., "Süt liflerinden üretilen kumaşların ön terbiye işlemlerinin araştırılması", Yüksek Lisans, Pamukkale Üniversitesi, *Tekstil Mühendisliği*, Denizli, (2015).

Sinclair, R., *Textiles and Fashion: Materials, Design and Technology*, Cambridge: Woodhead Publishing Limited, (2014).

Sinha, M. K., "A review of processing technology for the utilisation of agro-waste fibres", *Agricultural Wastes*, 4 (6), 461-475, (1982).

Smole, M. S., Hribernik, S., Kleinschek, K. S., Kreže, T., "Plant fibres for textile and technical applications", *Advances in Agrophysical Research*, 10, 369-398, (2013).

" Sodium Perborate", <http://www.primaryinfo.com/scope/sodium-perborate.htm>, Alındığı tarih: Kasım.2016.

Sricharussin, W., Ree-iam, P., Phanomchoeng, W., Poolperm, S., "Effect of enzymatic treatment on the dyeing of pineapple leaf fibres with natural dyes", *Science Asia*, 35, 31-36, (2009).

. Standard Methods 5220 C: (1995) *Closed reflux, titrimetric method, 19th Edt.* Washington DC: APHA.

Steele, V., *Encyclopedia of clothing and fashion-Vol-1*, 1, Detroit: Charles Scribners Sons, (2005a).

Steele, V., *Encyclopedia of clothing and fashion-Vol-2*, 2, Detroit: Charles Scribners Sons, (2005b).

Steiner, N., "Evaluation of peracetic acid as an environmentally safe alternative for hypochlorite", *Textile Chemist and Colorist*, 27, 29-29, (1995).

Sunil Pardeshi, M. J. M., Vijay Goud, "Extraction of Pineapple Leaf Fiber and its Spinning : A Review", <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/45/4417/extraction-of-pineapple-leaf1.asp>, Alındığı tarih: Eylül.2015.

Sureshkumar, P., Thanikaivelan, P., Phebe, K., Krishnaraj, K., Jagadeeswaran, R., Chandrasekaran, B., "Investigations on Structural, Mechanical, and Thermal Properties of Pineapple Leaf Fiber-Based Fabrics and Cow Softy Leathers: An Approach Toward Making Amalgamated Leather Products", *Journal of Natural Fibers*, 9 (1), 37-50, (2012).

Tarakçioğlu, I., Anış, P., "Microwave processes for the combined desizing, scouring, and bleaching of grey cotton fabrics", *Journal of the Textile Institute*, 87 (3), 602-608, (1996).

"Textile Bleaching", <http://dyeingworld1.blogspot.com.tr/2009/12/textile-bleaching.html>, Alındığı tarih: Kasım.2016.

Tomasino, C., *Chemistry & technology of fabric preparation & finishing*, North Carolina State University North Carolina, (1992).

Trotman, E., *Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibers*, London: Charles Griffin & Co., (1970).

Tzanov, T., Basto, C., Gübitz, 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).

Yakartepe, M., Yakartepe, Z., *Tekstil Terbiye Teknolojisi*, 4, İstanbul: Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Merkezi, (1995).

Yazıcıoğlu, G., *Pamuk ve Diğer Bitkisel Lifler*, İzmir: Tekstil Mühendisliği Bölümü Mühendislik Fakültesi, Basım Ünitesi, (1999).

Yusof, Y., Yahya, S. A., Adam, A., "A New Approach for PALF Productions and Spinning System: The Role of Surface Treatments", *Journal of Advanced Agricultural Technologies*, 1 (2), 161-164, (2014).

Yusof, Y., Yahya, S. A., Adam, A., "Novel Technology for Sustainable Pineapple Leaf Fibers Productions", *Procedia CIRP*, 26, 756-760, (2015).

Zeronian, S. H., Inglesby, M. K., "Bleaching of cellulose by hydrogen peroxide", *Cellulose*, 2 (4), 265-272, (1995).

8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ece KALAYCI
Doğum Yeri ve Tarihi : MustafaKemalPaşa, 10.12.1987
Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi
Elektronik posta : ekalayci@pau.edu.tr
Yayın Listesi :

• Kalayci, E., Avinç, O.O., ve Yavaş, A., “Polibenzimidazol (PBI) Lifleri”, Tekstil ve Mühendis, 21 (96): 51-67, (2014).

• Kalayci, E., Avinç, O.O., ve Yavaş, A., “Yüksek Performanslı PBO (Poli-p-penilenbenzobisoksazol Lifleri”, Tekstil ve Mühendis, 22 (98): 62-83, (2015).

• Kalayci, E., Avinç, O.O., ve Yavaş, A., “Yarının Yüksek Performanslı Liflerine Doğal Bir Yaklaşım: Balık Asalağı Salgısı Lifleri”, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 27 (4): 121-128 (2015).

• Kalayci, E., Avinç, O.O., ve Yavaş, A., “Yüksek Performanslı Lifler: Polifenilen sülfid (PPS) Lifleri”, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4 (1): 88-103, (2016).

• Kalayci, E., Avinç, O.O., ve Yavaş, A., “Yüksek Performanslı Lifler: Polipridobisimidozal (PIPD) Lifleri”, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12 (1): 93-101 (2016).

• Kalayci, E., Avinç, O.O., ve Yavaş, A., “Yüksek Performanslı Polietilen (HPPE) Lifleri”, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 28 (1): 13-34 (2016).

• Kalayci, E., Bozkurt, A., Avinç, O.O., ve Yavaş, A., “Tarımsal Atıklardan Elde Edilen Sürdürülebilir Tekstil Lifleri: Ananas Yaprağı Lifleri”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 20 (2) : 203-211, (2016).

Konferans listesi :

• Kalayci Ece, Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2014), One Of The Promising Technical Textile Fiber, Textile Science and Economics VI, Zrenjanin, Serbia, Ekim 2014.

• Kalayci Ece, Yıldırım Filiz F., Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2015), Textile Fibers Used In Products Floating On The Water, Textile Science and Economics VII, Zrenjanin, Serbia, Mayıs 2015.

• Kalayci Ece, Yıldırım Filiz F., Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2015), Polibütülen Tereftalat (PBT) Liflerinin Mikrodalga Yöntemi ile Boyanmasında Elde Edilen Haslık Değerlerinin İncelenmesi, 15. Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmelere Sempozyumu, Bursa, Türkiye, Mayıs 2015

• Yıldırım Filiz F., Kalayci Ece, Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2015), Farklı Boyama Şartlarının Elastik Polyesterlerin Renk Özelliklerine Etkisi, 15. Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmelere Sempozyumu, Bursa, Türkiye, Mayıs 2015

• Yıldırım Filiz F., Kalayci Ece, Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2015), Mikrodalga Enerjisi Kullanılarak Boyanmış PoliTrimetilen Terftalat (PTT) Liflerinin Kolorimetrik Özelliklerinin İncelenmesi, 15. Tekstil Teknolojisi ve Kimyasındaki Son Gelişmelere Sempozyumu, Bursa, Türkiye, Mayıs 2015

• Kalayci Ece, Yıldırım Filiz F., Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2015), From Sea to The Textiles, Textile Science and Economics VII, Zrenjanin, Serbia, Mayıs 2015.

• Kalayci, Can B., Kalayci Ece (2015), Assembly Line Balancing Using An Ant Algorithm In The Garment Industry: A Case Study, Textile Science and Economics VII, Zrenjanin, Serbia, Mayıs 2015.

• Yıldırım Filiz F., Kalayci Ece, Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2015), The Usage of Ultrasonic Bath For Elastic Polyester Dyeing, Textile Science and Economics VII, Zrenjanin, Serbia, Mayıs 2015.

• Yıldırım Filiz F., Kalayci Ece, Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2015), Color Fastness Properties Of Poly(Butylene Terephalate) Fibers Dyed In Ultrasonic Bath, Textile Science and Economics VII, Zrenjanin, Serbia Mayıs 2015.

• Avinç Ozan. O., Kalayci Ece, Yıldırım Filiz F., Yavaş Arzu (2015), Biologically inspired some textile natural fibers, 2nd Tokyo International Conference on Life Science and Biological Engineering (ILSBE), Tokyo, Japonya, Aralık 2015.

• Kalayci Ece, Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2016), High Performance Polyetherimide Textile Material with Amouphous Structure, 16th International Materials Symposium IMSP, Denizli, Ekim 2016.

• Kalayci Ece, Avinç Ozan. O., Yavaş Arzu (2016), Ethylene Tetrafluoroethylene (ETFE) Materials for Building Textiles, 16th International Materials Symposium IMSP, Denizli, Ekim 2016