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

KENEVİR LİFLERİNİN EKOLOJİK ÖN TERBİYESİ

Hazırlayan
Emre KARAKAYA

Danışman
Prof. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

Yüksek Lisans Tezi

Temmuz 2021
KAYSERİ

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

KENEVİR LİFLERİNİN EKOLOJİK ÖN TERBİYESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Hazırlayan
Emre KARAKAYA

Danışman
Prof. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

Temmuz 2021
KAYSERİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

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

Emre KARAKAYA

.....

‘‘Kenevir Liflerinin Ekolojik Ön Terbiyesi’’ adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan	**Danışman**
Emre KARAKAYA	Prof. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. Abdulkadir BİLİŞİK

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçimi ve tez çalışmam boyunca bana destek veren, bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli zamanını benimle paylaşan, her aşamada katkıda bulunan çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ'ye teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Deneysel çalışmalarımda kullanmış olduğum kenevir elyafının temin edilmesinde yardımcı olan Orta Anadolu Tic. Ve San. İşlt. T.A.Ş'ne teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca bilgilerini ve desteklerini benden asla esirgemeyen değerli abilerim Makine Yüksek Mühendisi Ersin KARAKAYA ve Dr.Öğr.Üyesi Erhan KARAKAYA'ya çok teşekkür ederim.

Beni bugünlere getiren, maddi ve manevi her türlü desteği veren anneme ve babama, teşekkürlerimi sunarım.

Emre KARAKAYA

Temmuz 2021, KAYSERİ

KENEVİR LİFLERİNİN EKOLOJİK ÖN TERBİYESİ

Emre KARAKAYA

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Temmuz 2021
Danışman: Prof. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

ÖZET

Tekstil terbiyesi ve tekstil endüstrisinde düşük maliyetli ekolojik yaklaşımlara ihtiyaç çok büyüktür. Bu doğrultuda da ekolojik özelliklere sahip kenevir lifi çevre dostu üretim için yeniden önem kazanmıştır. Bu çalışmanın amacı kenevir bitkisinden elde edilen liflerin tekstil fabrikalarındaki ön terbiye ve doğal boya ile boyama işlemlerinde ekolojik üretim yöntemlerinin kullanılabilirliklerini göstermektir. Bu amaç doğrultusunda ağartılmış kenevir lifleri elde etmek için farklı ozon gazı uygulamalarının etkinliği araştırılmıştır. Bu kapsamda farklı nem değerlerine sahip ham numunelere ve farklı nem değerlerine sahip ultrasonik yıkama yapılmış numunelere ozon gazı uygulanmıştır. Daha sonra pH ve süreler değiştirilerek ozonlamadaki etkisine bakılmış ve ultrasonik nemlendirme, ozon gazı, hidrojen peroksit kombinasyon işlemleri sonrasında ağartılmış lifler elde edilmiştir. Ayrıca ağartılmış kenevir lifleri ayva yaprağı, elma yaprağı ve kayısı yaprağı ile, mordanlı ve mordansız olarak renklendirilmiştir.

Çalışmalar sonucunda ağartılan kenevir liflerinin beyazlık dereceleri, hidrofiliteleri, boyanabilirlikleri test edilmiş ve bazı numunelerin FTIR, SEM analizleri yapılmıştır. Sonuç olarak ozon teknolojisinin kenevir lifinin ön terbiyesinde kullanılabileceği ve kenevir liflerinin doğal boyalar ile renklendirilebileceği görülmüştür. Bu sayede kenevir liflerinin başta ön terbiyesi olmak üzere boyama işlemlerinde de daha çevreci alternatiflere yönelik yaklaşımlar sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kenevir lifi, Ozon, Ön terbiye, Ekolojik, Doğal boya

ECOLOGICAL PRETREATMENT OF HEMP FIBERS

Emre KARAKAYA

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences
M.Sc. Thesis, July 2021
Supervisor: Prof.Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

ABSTRACT

The need for low-cost ecological approaches in textile finishing and textile industry is huge. In this direction, hemp fiber with ecological properties has gained importance again for environmentally friendly production. The aim of this study is to show the usability of ecological production methods in the pre-treatment and natural dyeing processes of fibers obtained from hemp plants in textile factories. For this purpose, the effectiveness of different ozone gas applications was investigated to obtain bleached hemp fibers. In this context, ozone gas was applied to raw samples with different humidity values and ultrasonically washed samples with different humidity values. Then, the effect on ozonation was examined by changing the pH and times, and bleached fibers were obtained after ultrasonic humidification, ozone gas, hydrogen peroxide combination processes. In addition, bleached hemp fibers are colored with quince leaves, apple leaves and apricot leaves, with or without mordant.

As a result of the studies, the whiteness, hydrophilicity and dyeability of the bleached hemp fibers were tested and FTIR and SEM analyzes of some samples were made. As a result, it has been seen that ozone technology can be used in the pretreatment of hemp fiber and that hemp fibers can be colored with natural dyes. In this way, approaches to more environmentally friendly alternatives were presented in dyeing processes, especially in the pre-treatment of hemp fibers.

Keywords: Hemp fiber, Ozone, Pretreatment, Ecological, Natural dye

İÇİNDEKİLER

KENEVİR LİFLERİNİN EKOLOJİK ÖN TERBİYESİ

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK iii
KABUL VE ONAY iv
TEŞEKKÜR v
ÖZET vi
ABSTRACT vii
İÇİNDEKİLER viii
SİMGELER VE KISALTMALAR xi
TABLOLAR LİSTESİ xii
ŞEKİLLER LİSTESİ xv
GİRİŞ 1

1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Kenevir Lifleri 2
1.1.1. Kenevir Liflerinin Tarihçesi 3
1.1.2. Kenevirin Yapısı 3
1.1.3. Kenevir Lifinin Eldesi 5
1.1.4. Kenevir Lifinin Fiziksel Yapısı ve Fiziksel Özellikleri 7
1.1.5. Kenevir Lifinin Kimyasal Yapısı ve Kimyasal Özellikleri 7
1.1.6. Kenevir Lifinin Ekolojik Özellikleri 8
1.1.7. Kenevir Lifinin Avantaj ve Dezavantajları 8
1.1.8. Kenevir Kullanım Alanları 9
1.1.9. Türkiye ve Dünyada Kenevir Üretimi 9
1.1.10. Kenevir Lifine Uygulanan Ön Terbiye İşlemleri 10
1.2. Tez Çalışması Kapsamında Değerlendirilen Yöntemler 11
1.2.1. Ozon Teknolojisi 11
1.2.2. Ultrason Teknolojisi 12
1.3. Kenevir Liflerinin Doğal Boyarmaddelerle Boyanması 13

1.3.1. Tez Kapsamında Kullanılan Doğal Boyarmaddeler 14

1.4. Kenevir Lifleri ve Tez Kapsamında Değerlendirilen Yöntemler ile İlgili Literatür Çalışmaları 17

2.BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEM

2.1. Kullanılan Materyaller ve Cihazlar 20

2.1.1. Çalışmada Kullanılan Elyaf ve Özellikleri 20

2.1.2. Kullanılan Kimyasallar, Yardımcı Maddeler ve Boyarmaddeler 21

2.1.3. Cihaz ve Makineler 22

2.2. Yöntem 23

2.2.1. Kenevir Liflerinin Ozon Gazı ile Ön Terbiyesinin Araştırılması 23

2.2.2. Kenevir Liflerinin Ön terbiyesinde Ozon Gazı Kombinasyonlarının Araştırılması ve Konvansiyonel Ağartma Yöntemi ile Karşılaştırma 25

2.2.3. Kenevir Liflerinin Doğal Boya Kaynakları ile Renklendirme Çalışmalarının Araştırılması 30

2.3. Değerlendirmede Kullanılan Deney ve Test Metodları 32

2.3.1. Beyazlık Derecesi Tayini 32

2.3.2. Hidrofilite Testi 32

2.3.3. Renk Ölçümü 33

2.3.4. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntü Analizi 33

2.3.5. FT-IR Spektroskopisi 34

2.3.6. Yıkama Haslık Testi 34

3. BÖLÜM

BULGULAR

3.1. Kenevir Liflerinin Ozon Gazı ile Ön Terbiyesinin Araştırılması 35

3.2. Kenevir Liflerinin Ön Terbiyesinde Ozon Gazı Kombinasyonlarının Araştırılması ve Konvansiyonel Ağartma Yöntemi ile Karşılaştırma 37

3.2.1. Kenevir Liflerinin Konvansiyonel Ağartılması 37

3.2.2. Ozon gazı – Ultrasonik Banyo Kombinasyonu 37

3.2.3. Ozon gazı – Hidrojen Peroksit Kombinasyonu 38

3.2.4. Ozon gazı – Ultrasonik Nemlendirme Kombinasyonu 40

3.3. Kenevir Liflerinin Doğal Boya Kaynakları ile Renklendirme Çalışmalarının Araştırılması 43

3.3.1. Kenevir Liflerinin Ayva Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi 44

3.3.2. Kenevir Liflerinin Elma Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi 46

3.3.3. Kenevir Liflerinin Kayısı Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi 48

3.3.4. Yıkama Haslık Testi Sonuçları 50

4. BÖLÜM

TARTIŞMA - SONUÇ ve ÖNERİLER

4.1. Kenevir Liflerinin Ozon Gazı ile Ön terbiyesinin Araştırılması 52

4.2. Kenevir Liflerinin Ön Terbiyesinde Ozon gazı Kombinasyonlarının Araştırılması 60

4.2.1. Kenevir Liflerinin Konvansiyonel Ağartılması 60

4.2.3. Ozon gazı – Hidrojen Peroksit Kombinasyonu 62

4.2.4. Ozon gazı – Ultrasonik Nemlendirme Kombinasyonları 65

4.3. Kenevir Liflerinin Doğal Boya Kaynakları ile Renklendirme Çalışmalarının Araştırılması 71

4.3.1. Kenevir Liflerinin Ayva Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi 71

4.3.2. Kenevir Liflerinin Elma Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi 73

4.3.3. Kenevir Liflerinin Kayısı Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi 75

4.4. Genel Sonuç ve Öneriler 81

KAYNAKLAR 85

ÖZGEÇMİŞ 92

SİMGELER VE KISALTMALAR

°C	Santigrat derece
a*	Kırmızı-Yeşil değeri
b*	Sarı-mavi değeri
C*	Doygunluk
FT-IR	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
g	Gram
***h*°**	Renk cinsi
K/S	Renk verimi
kHz	Kilohertz
L	Litre
L*	Açıklık-Koyuluk değeri
ml	Mililitre
nm	Nanometre
O	Oksijen atomu
O_2	Oksijen molekülü
O_3	Ozon molekülü
pH	Ortamın asitlik veya baziklik ölçüsü ($-\log[H^+]$)
SEM	Taramalı elektron mikroskopu
sn	Saniye
UV	Ultraviyole (mor ötesi)

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Bazı doğal selülozik liflerin fiziksel özellikleri 7

Tablo 1.2. Bazı doğal selülozik liflerin yapısındaki maddeler 7

Tablo 2.1. Deneylerde kullanılan elyaf özellikleri 20

Tablo 2.2. Konvansiyonel ön terbiye reçetesi 26

Tablo 2.3. Ultrasonik banyo ön yıkama reçetesi 27

Tablo 2.4. Boyama reçetesi 32

Tablo 3.1. Ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 35

Tablo 3.2. Farklı sürelerdeki ozonlamaya ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 36

Tablo 3.3. Farklı pH'larda yapılan ozonlama işlemine ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 36

Tablo 3.4. Konvansiyonel ön terbiye işlemine ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 37

Tablo 3.5. Ön yıkamalı ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 38

Tablo 3.6. 40mL/L H_2O_2 kullanılarak Af: %70 olacak şekilde flotte ile emdirilen/nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 39

Tablo 3.7. 80mL/L H_2O_2 kullanılarak Af: %70 olacak şekilde flotte ile emdirilen/nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 39

Tablo 3.8. 40mL/L H_2O_2 kullanılarak nemlendirilen kör işleme ait(ozonlama olmayan) CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 40

Tablo 3.9. 80mL/L H_2O_2 kullanılarak nemlendirilen kör işleme ait(ozonlama olmayan) CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 40

Tablo 3.10. Farklı pH ve sürelerde ultrasonik nemlendirmeyle birlikte ozonlama yapılan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 41

Tablo 3.11. 40mL/L H_2O_2 ile farklı pH ve alkali içeriği kullanılarak ultrasonik nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 42

Tablo 3.12. 80mL/L H_2O_2 ile farklı pH ve alkali içeriği kullanılarak ultrasonik nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 42

Tablo 3.13. Af: %70 oranında su ile emdirilmiş/nemlendirilmiş ve ultrasonik nem besleme ile ozonlama yapılmış numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri 43

Tablo 3.14. Kenevir liflerinin 1:1 oranla ayva yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 44

Tablo 3.15. Kenevir liflerinin 1:2 oranla ayva yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 45

Tablo 3.16. Kenevir liflerinin 1:4 oranla ayva yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 45

Tablo 3.17. Kenevir liflerinin 1:1 oranla elma yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 46

Tablo 3.18. Kenevir liflerinin 1:2 oranla elma yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 47

Tablo 3.19. Kenevir liflerinin 1:4 oranla elma yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 47

Tablo 3.20. Kenevir liflerinin 1:1 oranla kayısı yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 48

Tablo 3.21. Kenevir liflerinin 1:2 oranla kayısı yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 49

Tablo 3.22. Kenevir liflerinin 1:4 oranla kayısı yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları..... 49

Tablo 3.23. Kenevir liflerinin 1:4 oranla ayva yapraklarıyla boyanması sonucu elde edilen renklerin yıkama haslık testi sonuçları..... 50

Tablo 3.24. Kenevir liflerinin 1:4 oranla elma yapraklarıyla boyanması sonucu elde edilen renklerin yıkama haslık testi sonuçları..... 50

Tablo 3.25. Kenevir liflerinin 1:4 oranla kayısı yapraklarıyla boyanması sonucu elde edilen renklerin yıkama haslık testi sonuçları..... 51

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Kenevir türleri 2
Şekil 1.2. Kenevir sakındaki tekstil kullanımına uygun primer lifler 4
Şekil 1.3. Kenevir sapının enine kesit görüntüsü A: Primer lifler, B: Sekonder lifler 4
Şekil 1.4. Kenevir lifinin enine kesit görüntüsü 5
Şekil 1.5. Kastamonu'da hasat yapılan bir kenevir tarlası 6
Şekil 1.6. Çürütme havuzundaki kenevir sapları ve kurumaya bırakılmış kenevir sapları 6
Şekil 1.7. Türkiyede kenevir yetiştiriciliğine izin verilen iller 9
Şekil 1.8. Ultrasonik nemlendirici yapısı 13
Şekil 1.9 Ayva yaprakları 15
Şekil 1.10 Elma yaprakları 16
Şekil 1.11 Kayısı yaprakları 16
Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan kenevir lifine ait görsel 20
Şekil 2.2. Tez çalışmasında kullanılan boyarmadde kaynakları 22
Şekil 2.3. Ozonlama ilk adım reçetesi 24
Şekil 2.4. Ozonlama ikinci adım reçeteleri 25
Şekil 2.5. Konvansiyonel ön terbiye grafiği 26
Şekil 2.6. 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 kullanılarak yapılan ozonlama reçetesi 27
Şekil 2.7. 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 kullanılarak yapılan ozonsuz işlem reçetesi 28
Şekil 2.8. Ultrasonik nemlendirme ile yapılan ozonlama reçetesi 29
Şekil 2.9. 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 kullanılarak ultrasonik nemlendirme ile yapılan ozonlama reçetesi 29
Şekil 2.10. %70 nemlendirilmiş numunelere ultrasonik besleme yapılarak yapılan ozonlama işlemi reçetesi 30
Şekil 2.11. Boyamada kullanılan numunelerin ozonlama reçetesi 30

Şekil 2.12. Doğal boyarmaddelerle yapılan boyama grafiği 31

Şekil 2.13. Hidrofilite deney düzeneği 33

Şekil 4.1. Af: %0-%150 nem aralığında 5 dakika ozonlama sonucu beyazlık-sarılık değişimi 53

Şekil 4.2. Af: %0-%150 nem aralığında 5 dakika ozonlama sonucu beyazlık değişimine ait görüntü 53

Şekil 4.3. Af: %0-%150 su ile emdirme (nem) aralığında 5 dakika ozonlama sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi 54

Şekil 4.4. pH: 7 Af: %70 olacak şekilde emdirme ardından farklı sürelerde ozonlama sonucu beyazlık-sarılık değişimi 55

Şekil 4.5. pH: 7 Af:%70 olacak şekilde emdirme ardından farklı sürelerde ozonlama sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi 56

Şekil 4.6. Farklı pH'lardaki su ile Af: %70 olacak şekilde emdirme ardından 5 dk. ozonlama sonucu beyazlık-sarılık değişimi 56

Şekil 4.7. Ham kenevir lifine ait SEM görüntüleri 57

Şekil 4.8. Konvansiyonel işlem görmüş kenevir lifine ait SEM görüntüleri 58

Şekil 4.9. Ozonlanmış kenevir lifine ait SEM görüntüleri 58

Şekil 4.10. Ham kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 59

Şekil 4.11. Konvansiyonel işlem görmüş kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 59

Şekil 4.12. Ozonlanmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 60

Şekil 4.13. Ozon gazı – ultrasonik banyo kombinasyonu sonucu beyazlık-sarılık değişimi 61

Şekil 4.14. Ozon gazı – ultrasonik banyo kombinasyonu sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi 62

Şekil 4.15. Ozon gazı – 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kombinasyonu ve 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kör işlemleri sonucu beyazlık değişimi 64

Şekil 4.16. Ozon gazı – 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kombinasyonu ve 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kör işlemleri sonucu E313 sarılık indeksi değişimi 64

Şekil 4.17. Ozon gazı – 40mL/L-80ml/lt hidrojen peroksit kombinasyonu ve 40 mL/L-80 mL/L hidrojen peroksit kör işlemleri sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi 65

Şekil 4.18. Ozon gazı – ultrasonik nemlendirme kombinasyonu sonucu beyazlık-sarılık değişimi 66

Şekil 4.19. Ozon gazı – ultrasonik nemlendirme kombinasyonu sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi 66

Şekil 4.20. Ozon gazı – hidrojen peroksit ile ultrasonik nemlendirme kombinasyonu sonucu beyazlık değişimi 68

Şekil 4.21. Ozon gazı – hidrojen peroksit ile ultrasonik nemlendirme kombinasyonu sonucu sarılık değişimi 68

Şekil 4.22. %70 nemlendirilmiş ve ultrasonik besleme ile ozonlama sonucu numunelere ait beyazlık-sarılık değişimi 69

Şekil 4.23. %70 nemlendirilmiş ve ultrasonik besleme ile ozonlama sonucu numunelere ait L* açıklık-koyuluk değişimi 70

Şekil 4.24. Ayva yaprağı ile boyama işlemine ait K/S değerleri 73

Şekil 4.25. Ayva yaprağı ile boyama yapılmış kenevir lifleri 73

Şekil 4.26. Elma yaprağı ile boyama işlemine ait K/S değerleri 74

Şekil 4.27. Elma yaprağı ile boyama yapılmış kenevir lifleri 75

Şekil 4.28. Kayısı yaprağı ile boyama işlemine ait K/S değerleri 76

Şekil 4.29. Kayısı yaprağı ile boyama yapılmış kenevir lifleri 76

Şekil 4.30. Ozonlanmış ve ayva yaprakları ile mordansız boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 78

Şekil 4.31. Konvansiyonel işlem görmüş ve ayva yaprakları ile boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 78

Şekil 4.32. Ozonlanmış ve elma yaprakları ile mordansız boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 78

Şekil 4.33. Konvansiyonel işlem görmüş ve elma yaprakları ile boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 79

Şekil 4.34. Ozonlanmış ve kayısı yaprakları ile mordansız boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 79

Şekil 4.35. Konvansiyonel işlem görmüş ve kayısı yaprakları ile boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları 79

GİRİŞ

Kenevir lifi tekstil uygulamaları açısından eski bir lif olmasına rağmen yeni ekonomik/ekolojik denge ve beklentilerin tetiklemesi ile tekrardan gündeme gelmiş ve tekstil uygulamaları için araştırmaların tetiklenmesi söz konusu olmuştur. Yurtdışında tekstil üretiminde hali-hazırda kullanımları bulunmakla beraber ülkemizde bu konudaki beklenti ve talepler yeniden gündeme gelmiştir. Bu beklenti ve talepler tekstil kimyası ve buluşu çerçevesinde yenilik ve farklı bir bakış açısı getirmek için tez kapsamında kenevir liflerinin ekolojik ön terbiyesi ve bu kapsamda ozon gazı kullanımı üzerinde durulmuştur.

Tekstil mamüllerinde sürekli yenilik anlayışının yaygınlaşması ve bunun yanısıra çevre bilincindeki artış sonucunda çevre dostu doğal ürünlerin araştırılması ve geliştirilmesi zorunlu bir hale gelmiştir. Bu tez çalışmasında üretici ve tüketici için terbiye işlemlerindeki zararları alternatif yöntemlerle çözmek ve doğal liflerle ekolojik üretim sağlamak amacıyla, kenevir lifinden üretilecek tekstil mamüllerinin ön terbiye işlemlerinde ozon gazı, ozon gazı kombinasyonları ve farklı doğal boyarmaddelerin kullanılabilirlikleri araştırılmıştır.

Bu amaçla öncelikle ozon gazı ile öncesinde basit bir su emdirmesi ile denemeler gerçekleştirilmiş ve böylece günümüz kuraklık tehlikeleri ve su ihtiyaçları da dikkate alınarak ekstra kimyasal kullanmadan oda sıcaklığında işlemler gerçekleştirilmiştir. Bu temel uygulama ile alternatif daha çevre dostu bir yaklaşım ortaya koyulması su-kimyasal tüketiminden tasarruf edilmesi ve ısı enerjisi ihtiyaçlarının ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Ardından basit su ile emdirme ardından ozon gazı ile ozonlama işlemleri alternatif olarak ultrasonik ön yıkama, ultrasonik nemlendirme alternatifleri ve peroksit/NaOH kombinasyonları da araştırılarak alternatifler sunulmuştur. Bu alternatifler ışığı altında elde edilen veriler neticesinde numuneler ardından çeşitli doğal boya kaynakları ile renklendirilmiştir. Her ne kadar bu esnada farklı mordanlar da test edilmiş olsalar da buradaki temel amaç çevre dostu/ekolojik üretim için mordansız renklendirmelerin ortaya konmasıdır. Mordanlarla elde edilen sonuçların mordansız/ekolojik uygulama ile karşılaştırılmasıdır.

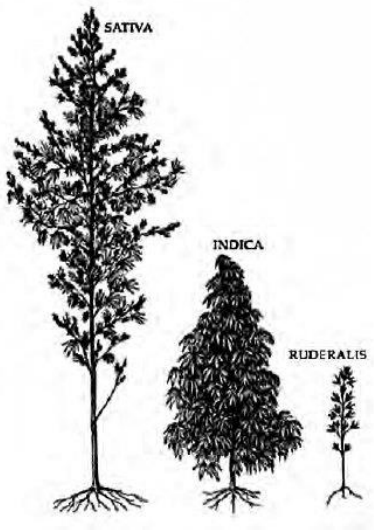
1.BÖLÜM

GENEL BİLGİLER VE LİTERATÜR ÇALIŞMASI

1.1. Kenevir Lifleri

Kenevir, cannabinaceae familyasından, tek yıllık ve ısırgangillere yakın odunsu bir bitkidir. Kenevir 2n=20 kromozomlu, C3 grubundan, uzun ve saplarından kuvvetli lif ve tohumundan yağ elde etmek için tarımı yapılan çok eski bir kültür bitkisidir [1]. Türkiye'de kenevir, kendir, çedene, kınnap, hint keneviri olarak adlandırılmaktadır [2].

Endüstriyel ve lif üretimi için önemli olan türü cannabis sativa, narkotik özelliğiyle bilinen cannabis indica ve doğada kendiliğinden yetişen yabani kenevir cannabis ruderalis olmak üzere üç alt sınıfı mevcuttur [3]. Günümüzde birbirleriyle melezlenmiş formları bulunmaktadır. Bu yüzden mevcut genotiplerin hangi alt türe ait olduğu tam belirlenemez hale gelmiştir [4].



Şekil 1.1. Kenevir türleri [5]

1.1.1. Kenevir Liflerinin Tarihçesi

Kenevir , en eski kültür bitkilerinden birisidir. Anavatanı Asya olan kenevir lifinin 8500 yıl önce Çin'de hasat edildiği bilinmektedir [6]. Araştırmalar sonrası günümüze ulaşan en eski kumaş kalıntılarının M.Ö. 8000 yıllarından kalma ve kenevir liflerinden üretildiğine rastlanmıştır [7, 8]. Lif üretimi amaçlı kenevir tarımı, Mısır'a ve Asya'ya daha sonrada M.Ö. 1000-2000 arasında Avrupa'ya tanıtılmış, M.S 500'den sonra üretimi yaygınlaşmıştır. M.Ö. 1500'lerde kenevir üretimi anadoluda yapılmıştır [9]. 1545'te Güney Amerika'ya , 1606 yılında Kuzey Amerika'ya getirildiği bilinmektedir [10]. 19. yüzyılın sonlarına kadar kenevir üretiminin, tekstil lifi ve kağıt üretimi için önemli olduğu bilinmektedir [9, 10].

20. yüzyılda teknolojinin gelişmesiyle pamuktan daha ince iplik ve hafif elbiseler üretilmeye başlanmış, yapay liflerin üretimi gerçekleşmiş ve yine aynı dönemde kenevirin narkotik özelliklerine karşı çıkarılan yasalar sebebiyle kenevir tarımı gerilemeye uğramıştır [11].

Günümüzde küresel ısınma, çevre kirliliği ve kaynakların yok olması gibi kaygılar organik, çevre dostu ve sürdürülebilir liflerin tekrar önem kazanmasını sağlamıştır. Kenevir lifi de, sentetik liflere oranla, biyobozunur özellikleri ve çevre dostu üretim avantajı ile ön plana çıkmıştır [12, 13]. Ekolojik bilincin artması ile dünyada ve ülkemizde kenevir lifi üretiminde tekrar canlanma yaşanmaktadır. Kenevir yetiştirilmesi esnasında gübre ve tarım ilacına gerek duyulmadığından hava, su ve toprakda korunmuş olmaktadır [12, 14]. Günümüz itibariyle ülkemizde 20 ilde izne bağlı olarak endüstriyel kenevir üretimi yapılabilmektedir. Araştırmalar kapsamında kenevirden üretilen tekstil ürünleri ve teknolojilerinin geliştirilmesi ve üretiminin devam ettirilebilir olması için çalışılmaktadır [14, 15].

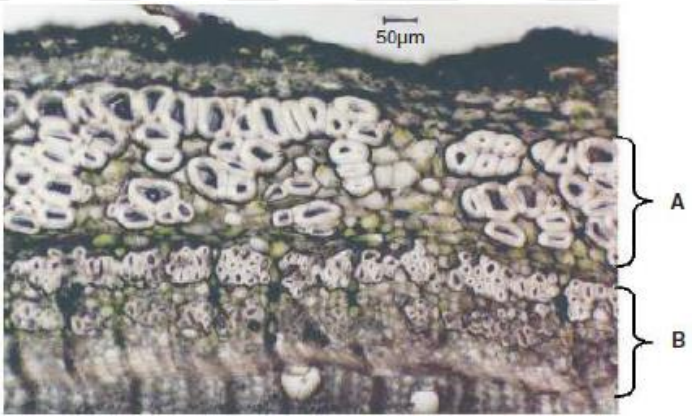
1.1.2. Kenevirin Yapısı

Kenevir, ince ve dik gövdesiyle dallanabilen tek yıllık, bir bitkidir. Kök, sap ve dallar, yaprak, çiçek, meyve, tohum kısımlarından oluşur. Kenevir kazık kök sistemi ve sapları odunsu bir yapıya sahiptir. Tekstil endüstrisinde cannabis sativa türü kenevirin erkek eşeyli bireyleri lif eldesi için kullanılır. Kenevir dioik bir bitkidir, dişi ve erkek bireyleri aynı bitkide bulunmaz [3]. Kenevir lifleri sapın kabuk kısmında mevcuttur.

Sap kesitinde primer ve sekonder olmak üzere iki kategoride lifler bulunur tekstil lifleri için lazım olan primer liflerdir [16]. Şekil 1.2'de kenevir sapındaki primer lifler ve şekil 1.3'de primer ve sekonder lifler görülmektedir.

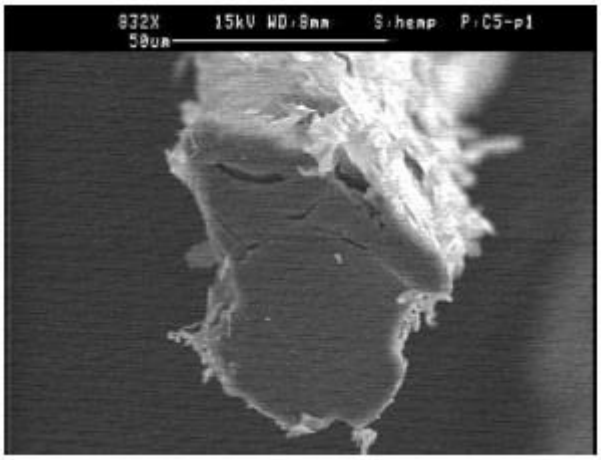


Şekil 1.2. Kenevir sakındaki tekstil kullanımına uygun primer lifler [17]



Şekil 1.3. Kenevir sapının enine kesit görüntüsü – A: Primer lifler, B: Sekonder lifler [18]

Kenevir yetiştiriciliği lifi için yapılıyorsa boğumların sık ve sapların aşırı kalın olmasından kaçınılır. Lif uzunluğu iki boğum arası uzunluğa bağlıdır, lif kalitesinide bu unsurlar belirlemektedir. Lif hücreleri kabuk kısmında demetler halinde bulunmaktadır. Sapın başlarında ve sonlarında lif hücrelerinin sayısı azdır, ortasındaki boğumlarda lif hücrelerinin sayısı fazladır. Kenevir lifinin enine kesit görüntüsü Şekil 1.4'de görülmektedir. Hücrelerin kalınlıkları 18-50 mikron ve ortalama uzunlukları 40-55 mm arasındadır. Kenevir lifleri parlak sarımtrak, koyu renkli olmaktadır [3, 16, 18, 19].



Şekil 1.4. Kenevir lifinin enine kesit görüntüsü [20]

1.1.3. Kenevir Lifinin Eldesi

Kenevirden lif üretimi, bitkinin kolay yetiştirilmesinin tersine zor ve zahmetli bir işlemdir. Kenevir bitkisinin ekiminden 4-5 ay sonra hasatı yapılmaktadır. Erkek bitkiler dişi bitkilere göre daha önce olgunlaşırlar bu yüzden liften istenilen özelliklere göre hasat zamanının belirlenmesi gerekir. Genelde 3 dönem hasat yapılmaktadır.

Amacımız sadece lif üretimi için yetiştirilmiş ve yüksek kaliteli, yumuşak ve ince lif elde etmekse erkek bitkilerin çiçek tozlarını dökmesinin hemen ardından hasat yapılabilir. Ancak bu yöntemde tohum elde edilemez.

Amacımız hem tohum hemde lif üretimi ise erkek bitkilerin çiçek tozlarını dökmesinin ardından 4-5 hafta sonra iki bitkide aynı anda hasat yapılabilir. Ancak bu yöntemde ise lif kaybı olabilmektedir.

Amacımız her iki bitkidende en iyi şekilde yararlanmak ise erkek bitkilerin çiçek tozlarını dökmesinden sonra dişi bitkilerin arasından tek tek çekilerek hasat yapılabilir. Ancak bu yöntemde ise çok fazla emek gerekmektedir [3, 16].



Şekil 1.5. Kastamonu'da hasat yapılan bir kenevir tarlası [21]

Lif üretimi için bitki gövdesi sarardığında yani erkek bitkiler çiçeklerini dökmesinden 5-10 gün sonra hasat yapılır. Hasat edilen kenevir sapları nem oranları %15 olana kadar kurutulur. Sonrasında liflerin diğer dokulardan ayrılmasını sağlamak için havuzlama işlemine geçilir. Havuzlama yapılacak kenevir demetleri, 20-25 cm'den daha geniş olmayacak şekilde hazırlanır ve suda bekletilir. Çürütmede denilen bu işlemden sonra saplar, çadır veya yelpaze halinde tarlalarda kurutulur. Bir sonraki işleme soyma veya dövme işlemi denmektedir. Lif soyma ve tarak makinaları kullanılarak lif yabancı maddelerden ayrıştırılarak elde edilir [16, 22, 23]. Çürütme havuzundaki kenevir sapları ve kurumaya bırakılmış kenevir sapları şekil 1.6' da görülmektedir.



Şekil 1.6. Çürütme havuzundaki kenevir sapları ve kurumaya bırakılmış kenevir sapları [16, 22]

1.1.4. Kenevir Lifinin Fiziksel Yapısı ve Fiziksel Özellikleri

Selülozik doğal lif olan kenevir lifinin fiziksel yapısı, üretilecek lif, iplik ve kumaşların yapısını ve kullanım özelliklerini etkilemektedir. Kenevir liflerinin fiziksel özellikleri diğer selülozik liflere oranla daha iyi kullanım özelliklerine sahiptir. Tablo.1.1'de bazı doğal selülozik liflerin fiziksel özellikleri görülmektedir.

Tablo 1.1. Bazı doğal selülozik liflerin fiziksel özellikleri [9, 24]

Lif cinsi	Lif uzunluğu (cm)	İşlem görmüş lif uzunluğu (cm)	Kuru özgül mukavemet (cN/dtex)	Yaş özgül mukavemet (%kuru)	E-modül (Mpa)	Yıllık lif verimi (kg/hektar)
Kenevir	100-300	65-75	35-70	105	12,7	3000
Pamuk	12-57	1-6	25-50	105	11	800-1000
Keten	20-40	10-40	30-55	105	12-26	2000
Jüt	160-360	65-75	30-34	100	19-35	2200

Kenevir lifleri yüksek sıcaklıklara dayanıklı, yüksek mukavemete sahiptir yaş iken mukavemetleri bir miktar daha artar. Boncuklanma ve statik elektriklenme sorunu bulunmamaktadır. 20°C'de, % 65 bağıl nem altında % 12, % 95 bağıl nem altında ise %30 nem çekmektedir. Bu özelliğiyle pamuk ve ketenden daha üstündür. Hafif, korozyona karşı dayanıklı, iyi ses yalıtımı, nefes alabilirlik, UV koruma ve anti alerjik özelliklerine sahiptir ancak çabuk kırışması olumsuz bir özelliğidir [3, 19, 20, 25].

1.1.5. Kenevir Lifinin Kimyasal Yapısı ve Kimyasal Özellikleri

Selülozik doğal bir lif olan kenevir, selülozun dışında farklı olarak pektin, lignin ve hemiselüloz içerir. Lignin en çok bulunan biyopolimerlerden biridir [26]. Bazı doğal selüloz liflerin kimyasal bileşenleri Tablo 1.2'de görülmektedir.

Tablo 1.2. Bazı doğal selülozik liflerin yapısındaki maddeler [26]

Lif cinsi	Selüloz (%)	Hemiselüloz (%)	Lignin (%)	Pektin (%)
Kenevir	74	18	4	1
Pamuk	92	6	2	<1
Keten	81	14	3	4
Jüt	72	13	13	

Kenevir lifleri, elementer liflerin birleşiminden oluşmaktadır. İçerisinde nem çekme özelliğine sahip pektik maddeler ve kimyasallara karşı dayanıklı lignin maddesi bulunmaktadır, bu madde liflere sertlik özelliği kazandırmaktadır [26, 27, 28, 29]. Bunun yanısıra ısı yalıtımı ve hava geçirgenliği özelliği kazandıran hemiselülozlar içermektedir. [30, 31].

Selüloz liflerin genelinde olduğu gibi, kenevir lifleride asitlere karşı dayanıksız, bazik işlemlere karşı dayanıklıdır. Soğuk bazik işlemler sırasında liflerde merserizasyon etkisi oluşmaktadır [3, 19]. Kenevir lifleri mikroorganizmalar ve organik çözücülerden olumsuz etkilenmezler [19].

1.1.6. Kenevir Lifinin Ekolojik Özellikleri

Kenevir çok kuvvetli bir bitkidir ve diğer doğal selülozik liflere göre daha az su ve tarım ilacı kullanılır, gübre ve yabancı ot mücadelesi çok az olan topraktan istekleri fazla olmayan bir bitki olması diğer selülozik liflere göre avantajlı kılmaktadır. Doğal ve ekolojik bir lif olmasının yanında su kaynakları, toprak ve havayı koruyan temizleyen bir bitki olmasıylada avantaj sağlamaktadır. Yetiştirilmesi diğer doğal lif bitkilerine göre çok zahmetli değildir. Son yıllarda aranan doğal, biyobozunur, sürdürülebilir ve çevreyle dost hammaddeye tam olarak karşılık vermektedir [32].

1.1.7. Kenevir Lifinin Avantaj ve Dezavantajları

Kenevir lifinden üretilmiş olan kumaş diğer liflerden üretilen kumaşlardan çok daha güçlü ve dayanıklıdır. Gözenekli bir yapıya sahip olmasından dolayı nefes alabilir ve kullanıldıkça yumuşayan bir yapıya sahiptir. Yazları serin, kışları sıcak tutabilen özelliktedir. Isıl dayanımı yüksek olduğundan sıcak iklimlerde kullanımı daha yaygındır. Uv ışınlarına ve solmalara karşı da dayanıklıdır. Doğal olarak parlak ve boyanabilir yapıya sahiptir. Hipoalerjenik özelliğe sahip olduğundan hassas ciltlerin kullanımına uygundur.

Kenevir lifleri aşındırıcı yapıya sahiptir ve yumuşak bir his oluşturmamaktadır. Çabuk kırışabilen yapıdadır ve elastik toparlanması da oldukça düşüktür. Sıcak ve nemli ortamlarda mantarların üreyebileceği bir ortam oluşturabilir buda küf yaparak materyali zayıflatır [33].

1.1.8. Kenevir Kullanım Alanları

Yapılan araştırmalarda kenevirin pek çok kullanım alanı olduğu sonucuna varılmıştır. Başta tekstil sanayi olmak üzere kağıt, plastik, mobilya, yem ve yağ sanayileri gibi geniş bir alanda kullanılmaktadır.

Kenevir lifleri hem fiziksel hemde kimyasal özellikleri sayesinde diğer liflerlede birlikte kullanılarak üstün özellikli tekstil ürünlerinin üretiminde kullanılabilmektedir. İç-dış giyim ürünleri, teknik teksiller, ev tekstilleri ve kompozitler olmak üzere kullanım alanı mevcuttur [13, 15].

1.1.9. Türkiye ve Dünyada Kenevir Üretimi

Kenevir üretimi 20.yüzyılın ilk çeyreğinde tüm dünyada yasal kısıtlamalar getirilmesiyle önemli miktarda gerilemiştir ancak son yıllarda çevre dostu üretime önem gösterilmesiyle tekrar üretimine denetimli bir şekilde başlanılmıştır.

Türkiyede geçmişte kenevir üretimi Amasya-Çorum-Yozgat bölgesi, Samsun-Ordu bölgesi, Malatya-Şanlıurfa bölgesi, Kastamonu-Zonguldak bölgesi ve İzmir bölgesinde ağırlıklı olarak yapılmıştır. Türkiye' de 1961 yılında yaklaşık 20 bin hektar alanda lif ve tohum olarak 15 bin tonu aşkın kenevir üretimi yapılırken, 2017 yılında 10 hektar alanda 8 ton lif üretimi ve 2 hektar alanda 1 ton tohum üretimi gerçekleşmiştir. Bu rakamlar 2019 yılında ise 1020 dekardır. Türkiye'de denetimli olarak Amasya, Antalya, Bartın, Burdur, Çorum,İzmir, Karabük, Kastamonu, Kayseri, Kütahya, Malatya, Ordu, Rize, Samsun, Sinop, Tokat, Uşak, Yozgat ve Zonguldak olmak üzere 19 ilde kenevir üretimine izin verilmektedir [16]. Şekil 1.7'da Kenevir yetiştiriciliğine izin verilen iller görülmektedir.



Şekil 1.7. Türkiyede kenevir yetiştiriciliğine izin verilen iller [41].

Dünya'da 1967 yılında kenevir üretimi 368 bin ton iken 2017 yılına baktığımız bu rakam 59 bin seviyelerine gerilemiştir. 1961-2017 yılları arasında Dünyadaki kıtalar arası üretim miktarlarına bakıldığında sıralama Avrupa kıtası ardından Asya ve çok küçük kısmını Amerika kıtası oluşturmaktadır. Ancak 2017 yılı üretim miktarlarına bakıldığında ise Asya ve Avrupa kıtası yer değiştirmiştir. Buda kenevir üretiminin Asya kıtasına kaydığını göstermektedir. Dünya'da şuan Çin, kenevir lifinin üretim ve kullanımına bakıldığında, en büyük üreticisi konumundadır [11]. Tüm bu gelişmelere baktığımızda ekolojik bilincin etkili olmasıyla, kenevir liflerinden üretilen tekstil mamüllerinin geliştirilmesi için Türkiye ve Dünyada çeşitli proje ve araştırılmalar yapılmaya başlanmıştır.

1.1.10. Kenevir Lifine Uygulanan Ön Terbiye İşlemleri

Kenevir tekstil mamülleri üretiminde, kenevir lifleri birtakım kimyasal ve enzimatik ön işlemlerden geçirilmektedir. Kenevir mamüllerine boyama ve baskı işlemleri öncesi istenen özellikler bu enzimatik ve kimyasal işlemlerle kazandırılır. Kenevir mamüllerine, hidrofilleştirme ve ağartma gibi işlemler uygulanmaktadır.

- **Haşıl Sökme**

Dokuma işlemi öncesi haşıllanan çözgü iplikleri üzerinde kalan haşıl maddesini uzaklaştırmak için yapılan işleme haşıl sökme işlemi denilmektedir. Haşıl maddesi mamülün doğal yapısından kaynaklı hidrofob özelliği daha da artırmaktadır. Bu yüzden boyama ve baskı adımlarının olumsuz etkilenmemesi için haşıl maddesi uzaklaştırılır ve hidrofil özellik kazandırılır [42].

- **Hidrofilleştirme (Bazik İşlem)**

Hidrofilleştirme işlemi, bitkisel liflerin yapısında bulunan yağ, pektin ve hemiselüloz gibi maddelerin uzaklaştırılarak liflerin su çekici özelliklerinin artırılmasını ve sonraki işlemlerin daha düzgün bir şekilde yapılmasını kolaylaştıran enzim veya alkalilerle yapılan bir yıkama işlemidir [14]. Hidrofilleştirme işleminden sonra lif içerisindeki hidrofob özellikteki maddeler suda çözünen maddelere dönüştürülür [34].

- **Ağartma**

Doğal selüloz lifler yapılarından kaynaklı ve yetiştirilmesi, üretilmesi aşamasındaki işlemlerden kaynaklı olarak kenevir liflerinde de istenmeyen sarımsı bir renk oluşumu olabilir [35].

Bu istenmeyen doğal rengin enzim ve kimyasal maddeler kullanılarak materyalin yapısından parçalanarak yok edilmesi işlemine ağartma denir. Ağartma işlemi lifin doğal rengine ve beyazlık derecesine göre farklılık göstermektedir [34, 36]. Ağartmanın amacı, life en az zararla istenmeyen renkteki maddenin parçalanıp arzu edilen beyazlık derecesine ulaşabilmektir [35].

1.2. Tez Çalışması Kapsamında Değerlendirilen Yöntemler

Tez kapsamında doğal ve ekolojik bir lif olan kenevir lifi üretiminde ozon, ultrason, ultrasonik nemlendirici teknolojilerinden yararlanılarak alternatif ön terbiye yöntemleri araştırılmıştır.

1.2.1. Ozon Teknolojisi

Ozon, Yunanca ozien yani kokan anlamına gelen kelimeden gelmektedir [37]. Ozon ilk olarak 1840 yılında Alman kimyager C. F. Schonbein (1799-1868) tarafından yıldırım düşmesi sonrası keşfedilmiştir [38].

Doğal element olan ozon "Aktif Oksijen"dir. Ozon (O_3) oksijenin allotrop halidir [37]. Ozon gazı kararsız halde, parçalanarak hızlı bir şekilde oksijene dönüşebilecek yapıdadır. Ozonu etkili kılan ise molekülündeki üçüncü oksijen atomunu tutan bağın zayıf bir bağ olmasıdır [39]. Ozon gazı yüksek aktiviteye sahip, oksitleyici, açık mavi renkli, keskin kokulu, tahriş edici bir gazdır [40].

Ozon sıcaklığa dayanıklı olmayan ve hızlı bir şekilde kendiliğinden oksijene dönüşebilen parçalayıcı ve aşındırıcı bir gazdır. Bu hassaslığı nedeniyle ozon saklanamadığı ve taşınamadığı için kullanılacağı zaman ve yerde üretilmelidir [38].

Atmosferde bulunan Azot, Oksijen ve Karbondioksit gibi temel gazlara göre oldukça düşük oranda bulunan ozon, iklim ve yeryüzündeki canlıların korunmasında etkili bir rol oynamaktadır [37].

1.2.1.1. Ozonlama İşlemlerinde Etkin Olan Parametreler

Ozonlama uygulamalarında sıcaklık, pH, ozon dozajı ve süre etkili olan parametrelerdendir [43]. Ozon gazının çözünürlüğünün yükselen sıcaklıkla beraber ters orantılı olarak azaldığı ve yüksek sıcaklığa dayanıklı olmadığı bilinmektedir [44]. Ozon gazının etkisini asidik pH'ın yükseltirken, bazik pH'ın düşürdüğü görülmüştür [45]. Ozonlama süresinin artırılması ve ozon dozajındaki artışın ozonlama işleminin etkisini artırdığı sonucuna varılmıştır [46].

1.2.1.2. Ozon ve Selüloz Arasındaki İlişki

Ozon, ağartma esnasında selülozun yanında lif üzerindeki selülozik olmayan hidrofob karakterli liflerlede reaksiyona girmektedirler. Bu hidrofob karakterli maddeler güçlü bir oksidasyon gücüne sahip olan ozon gazı sayesinde suda çözünebilir bir hale getirilebilmektedir [47].

Selülozik lifler nemli bir şekilde ozon gazı ile muamele edildiklerinde, ağartma işlemlerinde olduğu gibi beyazlık değerlerinde de iyi bir sonuç elde edilmektedir [45].

1.2.2. Ultrason Teknolojisi

Ultrason 20 kHz'dan yüksek frekansa sahip insan kulağının duyamadağı sese denir. Ultrason enerjisi titreşimlerden meydana gelmiş dalgalar şeklinde ortamda yayılan bir enerjidir [48].

1.2.2.1. Ultrason Dalgalarının Elde Edilmesi

Güç jeneratörleri tarafından yüksek frekansın üretilip transdüserler (ultrason titreştiricileri) vasıtasıyla mekanik basınç dalgalarına çevrilmiş haline ultrasonik dalga denir [49].

Ultrases dalgaları sıkışıp seyrelmeler şeklinde maddesel ortamlarda yayılan titreşim enerjisidir. Ultrases dalgalarının bu sıkışıp seyrelme şeklindeki belirgin özelliği ultrasesle temizlemeye neden olan kavitasyon için önemlidir. [50].

Ultrason için kimyasal etki yaratan fiziksel mekanizmalardan en önemli proses kavitasyondur. Kavitasyon; gaz veya buhar dolu boşlukların, kabarcıklar oluşması, büyümesi ve patlamasıdır. Statik basıncı, buhar basıncının altına düşen belirli sıcaklıktaki sıvıdan bu kabarcıklarr oluşmaktadır. Tekrar daha yüksek basınçtaki

alanlara kayan kabarcıklar kuvvetli bir şekilde patlamakta ve çok yüksek basınçlar ortaya çıkmaktadır [51]. Bu basınç , kabarcıkların bulunduğu bölgeyi ısıtır ve kimyasal reaksiyonlara neden olur. Ultrasoniğin temel mantığı açığa çıkan bu yüksek enerji ve ısının kullanılabilirliği üzerinedir [50].

1.2.2.2 Ultrasonik Nemlendiriciler

Bu nemlendirme sistemleri, su kabarcıklarının havanın kolayca absorbe edebileceği çok küçük zerreciklere, mekanik olarak parçalaması prensibi ile çalışmaktadır. Bu sistemlerde yüksek hızda titreşime bağlı olarak su yüzeyinden çok küçük su zerrelerinin atomizasyonu sağlanmaktadır [52].



Şekil 1.8. Ultrasonik nemlendirici yapısı [52]

Ultrasonik nemlendiriciler buhar yaratmak için 1 Megahertz'den daha yüksek frekansta titreşim oluşturan piezoelektrik transdüser kullanır bu transdüser elektrik sinyallerini sese dönüştürür. Transdüserin hemen üzerindeki sıvıya odaklanan ses ortamda dalgalar oluşturur. Frekans ve genlik yeterince güçlü olduğunda dalga tepesi su parçacıklarından oluşan bir fıskiye gibi sıvının yüzeyine ulaşır [53].

1.3. Kenevir Liflerinin Doğal Boyarmaddelerle Boyanması

Tekstil malzemelerinin dış görünümünü değiştirmek için boyarmadde kullanılarak renk değişiminin gerçekleştirilmesine boyama işlemi denilmektedir. Kenevir lifleri uzun bir

süre önemini kaybettiğinden dolayı liflerinin boyanması üzerine araştırmaların sınırlı olduğu söylenebilir. Ancak yapısında bulunan selüloz ve diğer maddelere bakacak olursak keten, pamuk ve jüt lifleriyle benzerlik olduğu görülmektedir. Burdan yola çıkarak selüloz liflerinin asidik ortamlara karşı dayanıksız bazik ortamlarda çalışılabilir olduğunu bilmekteyiz. Aynı zamanda selülozik liflerin boyanmasında reaktif boyarmaddelerin kullanımının yüksek olduğu bilinmektedir. Selüloz liflerinin boyamasından yola çıkıldığında direk boyarmaddeler, reaktif boyarmaddeler ve küp boyarmaddeler ile kenevir liflerinin boyanabileceği öngörülmektedir [6].

Son zamanlarda artan çevre bilinciyle birlikte ekolojik liflere yönelindiği gibi boyama işlemlerindede ekolojik olan doğal boya ile renklendirme yapılmış tekstillere dünya çapında ilgi artmaktadır [54]. Doğal boyarmadde bitki, hayvan, taş, toprak ve maden gibi doğal kaynaklardan elde edilen boyarmaddelerdir [55]. Doğal boyarmadde üretiminde bitkilerin kök, gövde, yaprak, çiçek, kabuk ve meyvelerinden faydalanılır [56]. Bu doğal boyarmaddelerin liflere bağlanmasını artırmak için ise çeşitli mordanlar kullanılmaktadır.

Son zamanlarda doğal boyalar çevre dostu üretimlere ilgi artmasıyla beraber ve ekolojik özelliklerinden dolayı ilgi odağı haline gelmiş ve doğal boyalarla liflerin renklendirilmesi araştırılmaları önem kazanmıştır. Bu tez çalışması kapsamındada son zamanlarda araştırılmalarına devam edilen kenevir lifleri ayva ağacı yaprakları, elma ağacı yaprakları ve kayısı ağacı yaprakları ile renklendirilmesi araştırılmıştır.

1.3.1. Tez Kapsamında Kullanılan Doğal Boyarmaddeler

- **Ayva Ağacı Yaprağı :** Ayva *Rosaceae* familyasının *Pomoideae* alt familyasının *Cydonia* cinsine mensup bir bitkidir. Kışın yaprağını döken ve yetişme ortamına göre değişen büyüklükleri vardır. Ayva yapraklarında renklilik ksantofil'den (1-Dioksi-(Alfa)-carotin olan ksantofile lutein) oluşmaktadır. Bu madde sonbaharda yapraklara sarı rengi vermektedir [57].



Şekil 1.9. Ayva yaprakları [64]

Ayva humuslu, kuru, geçirgen, sıcak ve sulama imkanı bulunan topraklarda iyi gelişmektedir. Ayvanın vatanı Kafkasya, İran, Turkistan ve Güney Arabistan'dır. Ülkemizde fazla miktarda yetiştiriliyor olması bitkinin yapraklarının doğal boyamacılıkta önemini ortaya koymaktadır [57].

- **Elma Ağacı Yaprağı :** Elma *Rosales* takımının *Rosaceae* familyasının *Pomoideae* alt familyasından *Malus* cinsinden olup orta irilikte veya iri, 8-10 metreye kadar boylana bilen ağaçlardır. *Malus* cinsi içerisinde Asya, Avrupa, Amerika ve diğer ülkelerde yetişen 30 dan fazla türü bulunmaktadır. Elma yaprakları kimyasal açıdan incelendiğinde karotin boyarmaddelerden ksantofil içerdiği görülmektedir. Boyarmadde içermesi nedeniyle, başka bir kullanım alanı olmayan elma yapraklarından bitkisel boyacılıkta yararlanılabileceği düşünülmüştür [59].



Şekil 1.10. Elma yaprakları [60]

Elma çok eskiden beri yetiştirilen ve meyvesinden yararlanılan bir kültür bitkisidir. Anavatanı Anadolu olan elma bitkisi, Kuzey Anadolu, Karadeniz kıyı bölgesi ile İç Anadolu ve Doğu Anadolu yaylaları arasındaki geçit bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilmektedir. Kültür elması Dünyada Kuzey ve Güney yarım kürenin hemen hemen bütün ılıman iklimli yerlerine yayılmış bulunmaktadır. Kuzey Amerika, Güney Afrika, Yeni Zelanda ve Avustralya elmanın yoğun olarak yetiştirildiği bölgelerdir. Anavatanı Anadolu olan bu bitkinin atık durumdaki elma yaprakları doğal boyarmadde olarak kullanılabilirse iyi bir şekilde değerlendirilmiş olacaktır [59].



Şekil 1.11. Kayısı yaprakları [62]

- **Kayısı Ağacı Yaprağı :** Kayısının (*Prunus armeniaca L.*) anavatanının Çin'e kadar uzandığı ve Anadolu topraklarına girişinin iki bin yıldan fazla bir geçmişi olduğu bilinmektedir. Kayısı ağacı 2-10 m yüksekliğinde ve 10-50 cm çapında, dikensi ve tüysüz bir ağaçtır. Yapraklar uzunca ve mızraksı, kenarları dişli, ucu sivri veya küttür. Çiçekler beyaz veya pembe renkli olup, yapraklardan daha önce meydana gelirler [61].

Türkiye'de ağırlıklı olarak 6 kayısı bölgesi bulunmaktadır. Malatya-Elazığ-Erzincan bölgesi, Kars-Iğdır bölgesi, Akdeniz bölgesi, Marmara bölgesi, Ege bölgesi ve İç Anadolu bölgesinde çok fazla miktarda yetiştirilmektedir. Anadolu yoğun bir şekilde yetiştirilen bu bitkininde atık durumdaki yaprakları doğal boyarmadde olarak değerlendirilirse yine ekolojik bir şekilde değerlendirilmiş olacaktır [61]. Ayrıca bazı yerlerde yapraklardan limon sarısı renk elde edildiğinden söz edilmiş ancak kaynak belirtilmemiştir.

1.4. Kenevir Lifleri ve Tez Kapsamında Değerlendirilen Yöntemler ile İlgili Literatür Çalışmaları

Literatürde kenevir lif, kumaşla ilgili ve terbiye yöntemleri ile ilgili günümüze kadar çok fazla çalışma olmayıp, çalışmalar şu şekilde özetlenebilir;

Gedik 2012 yılında yaptığı çalışmada %100 kenevir lifinden üretilmiş kumaşa yükseltgen ve indirgen ağartma ajanları aplike etmiştir. Çektirme yöntemiyle yapılan hidrojen peroksit ağartılmasında başarılı sonuçlar alındığını, potasyum permanganat ağartmalarında istenilen beyazlıklara ulaşılmış ancak mukavemet kaybı olduğunu pratikte uygulanabilirliğinin olmadığını, perasetik asitle yapılan ağartmanın ise diğer iki ağartmaya göre daha düşük ama alternatif olarak düşünülebileceği sonucuna varılmıştır. Sodyum perborat, sodyum perkarbonat ve indirgen ağartıcılarla yapılan işlemler sonucu kayda değer beyazlık artışı gözlemlenmediğini ve kenevir kumaşın pad-batch kasarı sonucu elde edilen beyazlık değerlerinin çektirme yöntemiyle elde edilen değerlerin altında kalmış olduğunu bildirmişlerdir [13].

Şahinbaşkan 2019 yılında yaptığı çalışmada %100 kenevir dokuma kumaşa enzimatik haşıl sökme işlemlerinden sonra 1.yöntemde kimyasal hidrofilleştirme ve kimyasal ağartma, 2.yöntemde enzimatik hidrofilleştirme ve kimyasal ağartma, 3 yöntemde ise

enzimatik olarak hidrofilleştirilen kumaşa yine enzimatik ağartma uygulamalarını kullanmıştır. Kenevirden elde edilen tekstil materyallerinin renklendirme öncesi enzimatik ön işlem görmesi hidrofilite, buruşmazlık özelliklerini geliştirmekte ve mukavemet kaybı düşmekte olup, sarılık indeksinin düşürülüp uygun renkte boyama ve/veya baskı yolu ile renklendirilmiş kenevir materyallerinin elde edilebileceğini bildirmiştir [14].

Merdan ve ark. 2012 yılında yaptığı çalışmada kenevir liflerinin kompozit malzemelere takviye elemanı olarak kullanılmasında farklı konsantrasyonlardaki maleik anhidrit ile konvansiyonel yöntem ve mikrodalga enerjisinin kullanıldığı yöntemlerle yüzey işlemlerini gerçekleştirerek bu liflerin kopma dayanımı ve uzama değerlerini araştırmıştır. Kenevir lifi yüzey işlemlerinde mikrodalga enerji kullanımının, oldukça ekonomik ve ekolojik bir yöntem olarak görülmekte olduğunu bildirmiştir [63].

Serin ve ark. 2018 yılında yaptığı çalışmada doğrudan trafik etkilerine maruz kalan asfalt karışım tabakasında meydana gelen gerilmeleri karşılamak için kenevir liflerinin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu lifin sıcak asfalt karışımlarında kullanılması üstyapının performansına olumlu katkı sağladığı ve kenevir katkılı bitümlü sıcak karışımların ağır taşıt trafiği ve yüksek trafik hacmi olan yerlerde kullanılabilecek nitelikte olduğu bildirilmiştir [64].

Yılmaz ve ark. 2012 yılında yaptığı çalışmada hava akımı direnci ve normal ses emilimi için bir katmanı kenevir lifi olan kompozitlerin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Kenevir lifi ve polipropilen katmanlarından oluşan alkalize kompozitlerin daha yüksek sıcaklık ve daha yüksek konsantrasyonlarda daha yüksek hava akışı direnci ve ses emme performasına sahip olduğu bildirilmiştir [65].

Inprasit ve ark. 2018 yılında yaptığı çalışmada kenevir liflerinin neem ağacı kabuğu ile boyanabilirliği ve antibakteriyel son işlemi araştırılmıştır. Kenevir liflerinin neem kabuğundan elde edilen doğal boya ile başarılı bir şekilde renk kazandığı ve işlem görmüş kumaşın güçlü antibakteriyel özelliğe sahip olduğu bildirilmiştir [66].

Inprasit ve ark. 2020 yılında yapmış olduğu diğer bir kenevir liflerinin boyanabilirliği ve antibakteriyel son işleminde nar kabuğu kullanımı araştırılmıştır. Kenevir liflerinin

doğal olarak boyanmasında umut verici bir yöntem olduğu ve antibakteriyel özelliği artırdığı bildirilmiştir [67].

Shahzad 2012 yılında yapmış olduğu kenevir lifi kompozitleri araştırmasında cam elyaflarının yerini tutacak malzeme olduğu bazı mekanik özelliklerinde cam elyaflarından daha iyi bir sonuç verdiği ancak dezavantajlarının nem absorbsiyonları olduğu bildirilmiştir [68].

Hu ve ark. 2007 yılında kenevir lifi ile güçlendirilmiş polilaktik asit kompozitlerin mekanik ve imalat özellikleri araştırılmıştır. Kısa kenevir lifleri takviyeli polilaktik asit kompozitlerinin fabrikasyon yönteminin geliştirildiği ve elyafın alkali ile muamele edildiğinde mekanik özelliklerinin yükseldiği bildirilmiştir [69].

Literatürde ayva ağacı yaprağı, elma ağacı yaprağı ve kayısı ağacı yaprağıyla doğal boyama yöntemleri ile ilgili yine günümüze kadar çok fazla çalışma olmayıp, çalışmaları şu şekilde özetleyebiliriz ;

Kayabaşı ve ark. 2001 yılında yapmış olduğu çalışmada ayva yapraklarını kullanarak mordanlı ve mordansız olmak üzere yün halı iplikleriyle boyamalar gerçekleştirmiştir. Ardından elde edilen renkler ve çeşitli haslıklar incelenmiştir. Denemeler sonrasında, kızıl somon, koyu somon, açık kahve, yeşil-kahve, somon, kızıl toprak, toprak, açık somon, pişmiş ayva, açık gül kurusu, koyu gül kurusu, gül kurusu renklerinin elde edildiği, ışık ve su damlası haslığının orta ve iyi düzeyde, sürtme haslığının ise çoğunlukla orta düzeyde olduğu bildirilmiştir [57].

Kayabaşı ve ark. 2000 yılında yapmış olduğu çalışmada elma yaprakları mordanlı ve mordansız olmak üzere 50 adet yün halı ipliğine boyama yapılmış, elde edilen renklerin ışık, sürtünme ve su damlası haslıkları saptanmıştır. Boyamalar sonucunda, bej, krem, kimyon, pişmiş elma renkleri ve ayrıca sarı, kahverengi ve bu renklerin tonları elde edilmiştir ve ışık, sürtme ve su damlası haslıklarının iyi olduğu bildirilmiştir [59].

2.BÖLÜM

MATERYAL ve YÖNTEM

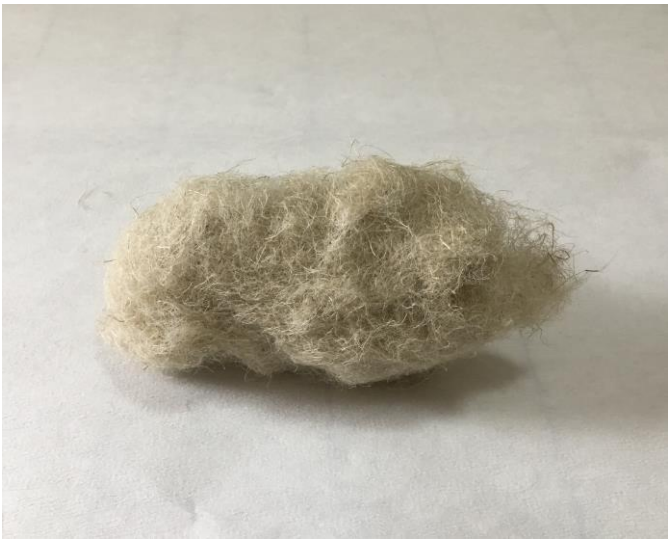
2.1. Kullanılan Materyaller ve Cihazlar

2.1.1. Çalışmada Kullanılan Elyaf ve Özellikleri

Çalışma kapsamında Tablo 2.1' de fiziksel özellikleri özetlenen ve şekil 2.1'de gösterilen kenevir elyafı kullanılmıştır.

Tablo 2.1. Deneylerde kullanılan elyaf özellikleri

Elyaf Cinsi	SEM analizi ile ölçülen elyaf çapı (μm)	Beyazlık (Stensby)
% 100 kenevir	32,25	30,16



Şekil 2.1. Çalışmada kullanılan kenevir lifine ait görsel

2.1.2. Kullanılan Kimyasallar, Yardımcı Maddeler ve Boyarmaddeler

Kimyasallar ve Yardımcı Maddeler

Asetik Asit (CH_3COOH%80): Tekkim marka sıvı madde.

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

Peroksit Stabilizatörü: Organik Kimya firmasına ait organik stabilizatör.

Hidroklorik Asit: Tekkim marka.

Sodyum Hidroksit (NaOH): Merck marka.

Hidrojen Peroksit (H_2O_2%50): Emir kimya marka.

Amonyak (%25): Tekkim marka.

Bakır Sülfat ($CuSO_4.5H_2O$): Merck marka.

Kalay Klorür ($SnCl_2.2H_2O$): Merck marka.

Demir Sülfat ($FeSO_4.7H_2O$): Merck marka.

Potasyum Dikromat ($K_2Cr_2O_7$): Merck marka.

Şap Potasyum Alüminyum Sülfat ($KAlSO_4.10H_2O$): Merck marka.

Bitkisel Boyarmadde Kaynakları

Tez çalışmasında Şekil 2.2'de gösterilen 3 farklı ağaç yaprağı boyarmadde kaynağı olarak kullanılmıştır.

Ayva Ağacı Yaprağı: Bu tez çalışmasında doğada ve bölgemizde kolayca bulunabilen ayva ağacı yaprakları kullanılmıştır. Kuru haldeki ayva ağacı yaprakları bölgede bulunan aktarlardan temin edilmiştir. Kuru haldeki ayva yaprakları değirmende öğütülerek toz haline getirilmiştir. Toz haldeki ayva yaprakları boyamalarda kullanılmıştır.

Elma Ağacı Yaprağı: Bölgedeki bahçelerde bulunan granny smith cinsi ağaçlardan yeşil olarak temin edilen elma ağacı yaprakları önce oda sıcaklığında 15-20 gün

kurutulmuş ve daha sonra değirmende öğütülerek toz haline getirilen elma ağacı yaprakları boyamalarda kullanılmıştır.

Kayısı Ağacı Yaprağı: Bölgedeki bahçelerde bulunan şekerpare cinsi ağaçlardan yeşil olarak temin edilen kayısı ağacı yaprakları önce oda sıcaklığında 15-20 gün kurutulmuş ve daha sonra değirmende öğütülerek toz haline getirilen kayısı ağacı yaprakları boyamalarda kullanılmıştır.



Şekil 2.2. Tez çalışmasında kullanılan boyarmadde kaynakları

2.1.3. Cihaz ve Makineler

Ozon Jeneratörü: Çalışmalar sırasında Prodozon marka ozon jeneratörü kullanılmıştır.

Fulard: Numunelerin nemlerinin ayarlanması sırasında Termal marka fulard kullanılmıştır.

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

Ultrasonik Banyo: Numunelerin üstündeki atıkları temizlemek amacı ile ozonlanmasından önce ön işlem olarak 40 kHz frekansa sahip WiseClean marka ultrasonik banyo kullanılmıştır.

Ultrasonik Nemlendirici : Sinbo marka ev tipi ultrasonik buhar makinesi kullanılmıştır.

pH Metre: pH ayarlamaları için Inolab WTH marka pH metre kullanılmıştır.

Analitik Terazi: Çalışmalarda Pioneer OHAUS marka hassas analitik terazi kullanılmıştır.

Değirmen: Boyarmaddelerin öğütülmesi için Waring marka öğütücü kullanılmıştır.

Laboratuvar Tipi Boyama Makinesi: Kenevir elyaflarının boyanmasında Termal marka boyama makinesi kullanılmıştır.

SEM Analizi: Ham, ozonlanmış ve konvansiyonel işlem görmüş numuneler arasındaki değişimler ZEISS GeminiSEM marka SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) kullanılarak görüntüleme işlemleri yapılmıştır.

FT-IR Analizi: Ham, ozonlanmış, konvansiyonel işlem görmüş numuneler ve mordansız boyama yapılmış numunelerin yapısında meydana gelen değişimler PERKIN ELMER 400 marka FT-IR spektroskopisinde analizi yapılmıştır.

2.2. Yöntem

Bu yüksek lisans tez çalışmasının temel amacı; doğal bir lif olan kenevirin ön terbiye ve boyama işlemlerinde geleneksel yöntemlere alternatif olarak ekolojik yöntemlerin geliştirilerek, ozonun kullanılabilirliğinin araştırılması ve doğal boyalarla boyanarak kullanılabilen çevre dostu ürünler elde etmektir. Bu amaçla çalışma genel olarak 3 adımda gerçekleştirilmiştir.

I) Kenevir Liflerinin Ozon Gazı ile Ön Terbiyesinin Araştırılması

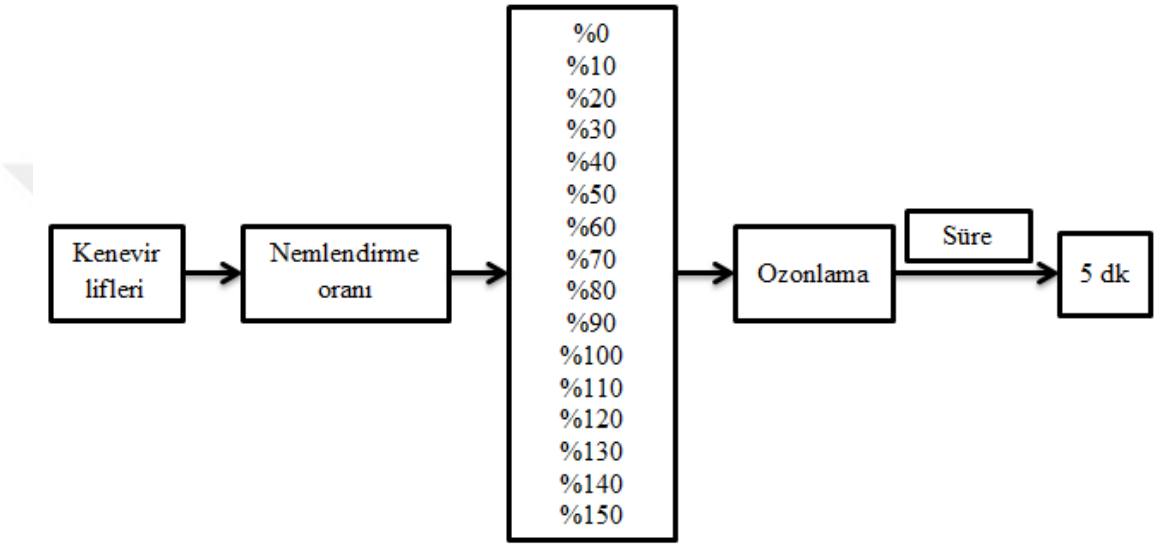
II) Kenevir Liflerinin Ön terbiyesinde Ozon gazı kombinasyonlarının Araştırılması ve Konvansiyonel Ağartma ile Karşılaştırma

III) Kenevir Liflerinin Doğal Boya Kaynakları ile Renklendirilme Çalışmalarının Araştırılması

2.2.1. Kenevir Liflerinin Ozon Gazı ile Ön Terbiyesinin Araştırılması

Çalışmanın ilk aşamasında kenevir liflerinin ağartılması için doğal liflerin ön terbiyesinde kullanılabilirliği kanıtlanmış bir yöntem olan ozon gazı kullanılmış ve kenevir lifleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu kapsamda daha ekolojik ve çevre

dostu olduğu için öncelikle su ile basit bir emdirme sonrası ozonlama şeklinde bir çalışma yürütülmüştür. Bu esnada kimyasal kullanımı olmamış ve oda sıcaklığında yani ısı enerjisine gerek kalmadan işlemler yürütülmüştür. Aşağıda şekil 2.3'de belirtilen ozonlama reçetesine göre kenevir lifleri ozon jeneratöründen üretilen yaklaşık 6 mg/sn ozon gazının kenevir liflerinin bulunduğu hazneye gönderilmesi ile terbiye edilmişlerdir.

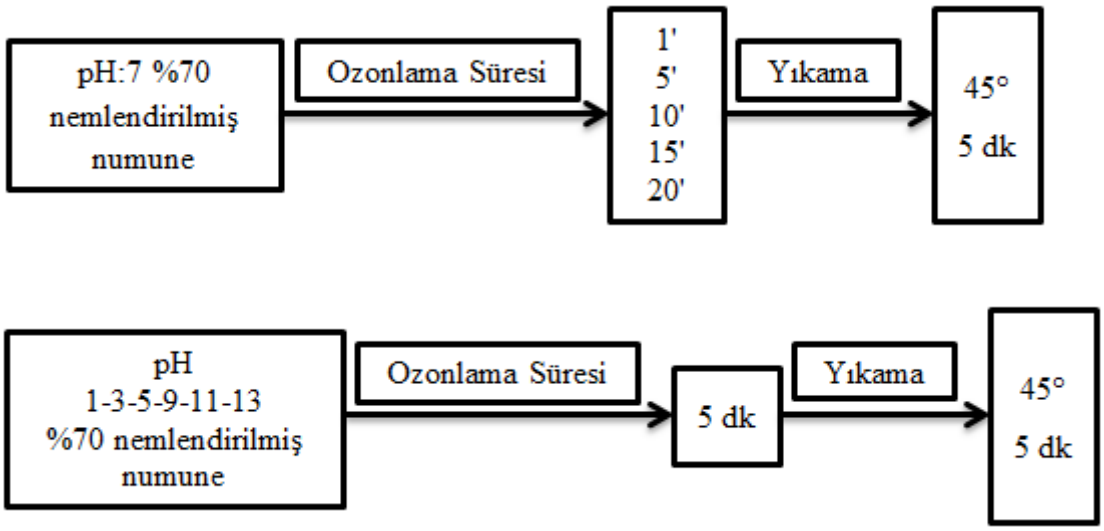


Şekil 2.3. Ozonlama ilk adım reçetesi

Kenevir liflerinden oluşan 16 tane hiçbir işlem görmemiş numune pH 'ı 7 olan su içerisinde ıslatılarak ozonlama reçetesindeki oranlara göre Termal marka fulard makinesinde homojen bir şekilde emdirilmiş ve bu sayede farklı alınan flotte (Af) oranlarında nemlendirme gerçekleştirilmiştir. Nemlendirilen (farklı Af değerlerinde su ile emdirilmiş olan) bu numuneler 5 dakika boyunca ozonlanmıştır. Ozonlanan numuneler 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kuruma işleminin ardından numunelerin beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış ve optimum nem değeri %70 olarak belirlenmiştir.

Belirnenen optimum nem değerinde su ile emdirme Af değerlerinde kenevir lifleri üstünde farklı parametrelerinde etkisi araştırılmak istenmiş ve pH'ı 7 olan su ile %70 Af oranında emdirilerek nemlendirilmiş 1'-5'-10'-15'-20' sürelerde ve 1-3-5-9-11-13 pH değerlerindeki su ile Af: %70 oranlarında emdirilerek nemlendirilmiş 5 dk. ozonlama

işlemine tabi tutulmuşlardır. Ozonlama işleminden sonra numuneler 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.



Şekil 2.4. Ozonlama ikinci adım reçeteleri

Şekil 2.4'de verilen reçetelerin uygulandığı numunelerin beyazlık (stenbsy) ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış ozonlama süresi ve pH değerleri içerisinden optimum değerler elde edilmiş ve bölüm 3'de anlatılmıştır.

2.2.2. Kenevir Liflerinin Ön terbiyesinde Ozon Gazı Kombinasyonlarının Araştırılması ve Konvansiyonel Ağartma Yöntemi ile Karşılaştırma

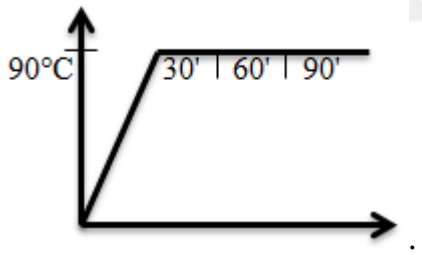
2.2.2.1. Kenevir Liflerinin Konvansiyonel Ağartılması

Kenevir lifi numunelerine ozonlanmış numunelerle karşılaştırma yapmak ve boyama işleminde kullanılmak üzere alternatif konvansiyonel yöntemlerden biri olan H_2O_2 (hidrojen peroksit) ile Tablo 2.2'deki reçeteye göre ağartma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Kenevir lifleri gövde özelliğinde olduğu için pamuk kadar kolay ağartılamamakta en basit şekilde yüksek oranda peroksit varlığında ve alkali/ve yardımcı kimyasallar kullanılarak belli bir dereceye kadar ağartılabilmektedirler. İşlem koşulları ağırlaştırılarak ve/veya Hipoklorit gibi farklı ağartma maddeleri ile kombine edilerek beyazlıklar gelişebilsede bu esnada çevresel yükün daha da artacağı açıkça bellidir.

Tablo 2.2. Konvansiyonel ön terbiye reçetesi

Uygulanan İşlem	Ağartma
Kullanılan Kimyasallar	10 mL/L H_2O_2 (%50)
	1,2 g/L NaOH
	1 mL/L ıslatıcı
	1g/L stabilizatör
Sıcaklık	90°C
Süre	30'-60'-90'
Flotte Oranı	1/60
Ard İşlem	Durulama / Nötralizasyon / Antiper İşlem

Bu işlem laboratuvar tipi tüplü boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir. İşlemi biten numuneler yıkama, duruluma ve antiper işlemlerine tabi tutulduktan sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Bu numunelerinde beyazlık (stenbsy) ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış ve 60 dk. süreyle ön terbiyesi yapılmış sahip numuneler boyamada kullanılmak üzere belirlenmiştir.



Şekil 2.5. Konvansiyonel ön terbiye grafiği

2.2.2.2. Ozon gazı – Ultrasonik Banyo Kombinasyonu

Çalışmanın bu aşamasında ilk olarak ham kenevir lifleri Tablo 2.3'de verilen ultrasonik banyo reçetesine göre hazırlanan banyoda 50° C'de 60 dk. ön yıkama yapıldıktan sonra 45°'de 5 dk., soğuk suyla 5 dk. durulama/nötralizasyon yapıldıktan sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.

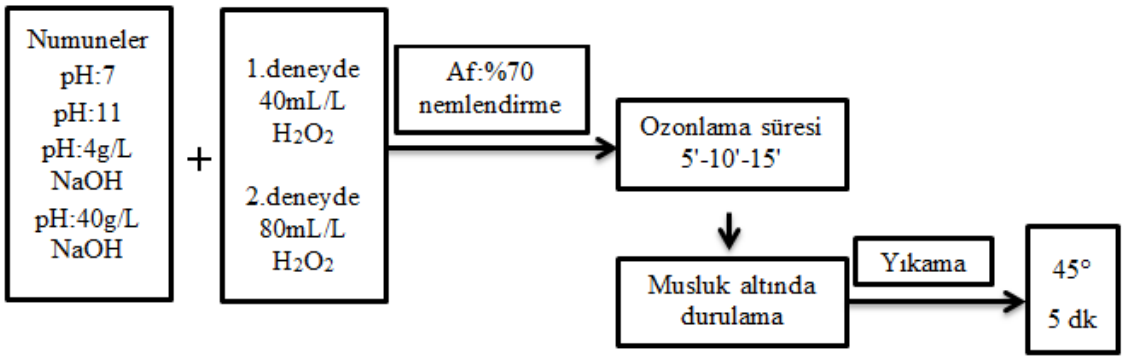
Tablo 2.3. Ultrasonik banyo ön yıkama reçetesi

Uygulanan İşlem	ultrasonik ön yıkama
Kullanılan Kimyasallar	1g/L NaOH 1 mL/L ıslatıcı
Sıcaklık	50°C
Süre	60'
Flotte Oranı	1/100
Durulama/Nötralizasyon	45° 'de 5' - soğuk suyla 5'

Daha sonra numuneler pH'ı 7 olan su ile %0-%150 nem aralığında Termal marka fulard makinesinde homojen bir şekilde nemlendirilerek numuneler 5 dakika boyunca ozonlanmıştır. Ozonlanmış numuneler 45° C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kuruma işlemi tamalanan numunelerin beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış ve ilgili bölümde anlatılmıştır.

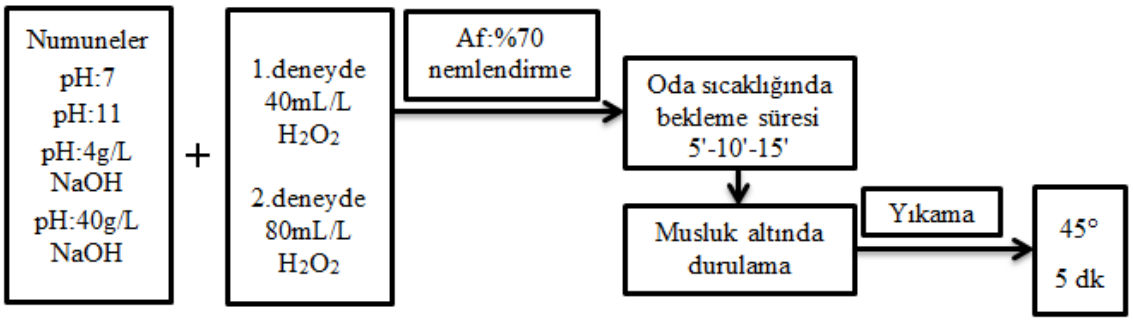
2.2.2.3. Ozon gazı – Hidrojen Peroksit Kombinasyonu

Bir diğer çalışmada kenevir lifleri Şekil 2.6'da verilen reçetelerde görüldüğü gibi pH:7-11 ve 4 g/L - 40 g/L NaOH olan su içerisine 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 (%50) konularak oluşturulan karışımlarla numuneler Af:%70 olacak şekilde flotte ile emdirilerek nemlendirilmiş 5'-10'-15' sürelerde ozanlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ozonlama işleminden sonra musluk altında durulama yapılmış ardından 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış gerekli durumlarda antiper işlemi yapılmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Ozonlanan numunelerin beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış ve bölüm 3'de yer almaktadır.



Şekil 2.6. 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 kullanılarak yapılan ozonlama reçetesi

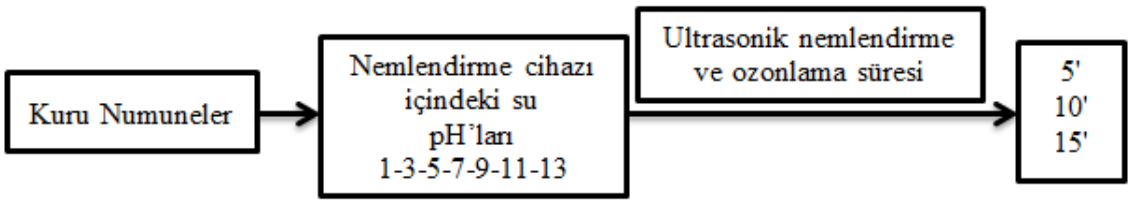
Çalışmanın devamında karşılaştırma yapabilmek için kenevir lifleri Şekil 2.7'de verilen planda görüldüğü gibi pH:7-11 ve 4 g/L - 40 g/L NaOH olan su içerisine 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2(%50) konularak oluşturulan karışımlarla numuneler Af:%70 olacak şekilde flotte ile emdirilerek nemlendirilen 5'-10'-15' sürelerde oda sıcaklığında bekletilmişlerdir. Bekletilen numuneler musluk altında durulama yapılmış ve 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış gerekli durumlarda antiper işlem yapılmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Bu numunelerinde beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış karşılaştırmalarda kullanılmıştır.



Şekil 2.7. 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 kullanılarak yapılan ozonsuz işlem reçetesi

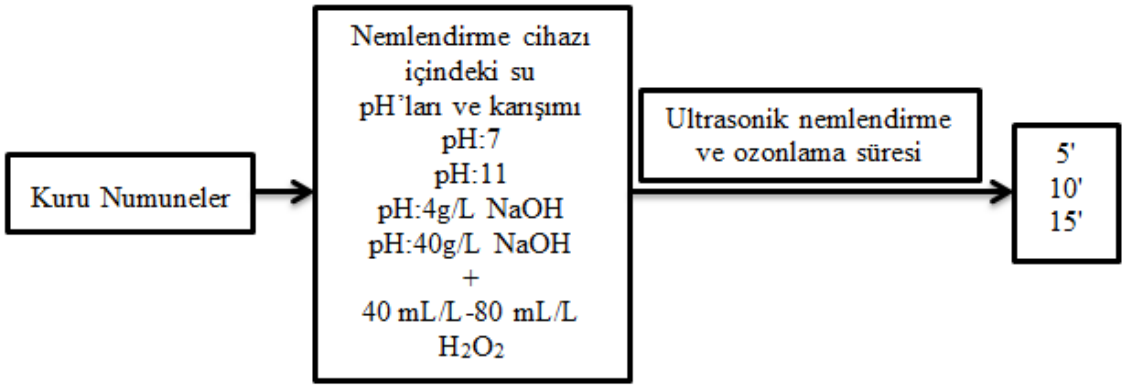
2.2.2.4. Ozon gazı – Ultrasonik Nemlendirme Kombinasyonları

Ozon gazı kombinasyon çalışmalarının bir diğerinde ise kuru kenevir lifleri Şekil 2.8'deki plana göre ozonlama haznesine yerleştirilmiş, pH değerleri sırasıyla 1-3-5-7-9-11-13 olan 1 L sular ayarlanarak ultrasonik nemlendirici haznesine konulmuştur. Ozon jenarötürü ile aynı anda ultrasonik nemlendiricide çalıştırılarak sırasıyla 5'-10'-15' sürelerde ultrasonik nemlendirme ve ozonlama kombinasyonu, nemin ve ozonun aynı anda kenevir lifinin bulunduğu hazneye beslenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Numuneler durulama işleminden sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Ozonlama işlemi süresince dakikada 5.33 mL su buharı beslemesi yapılmıştır. İşlemin ardından numunelerin beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış ve sonuçlar bölüm 3'de gösterilmiştir.



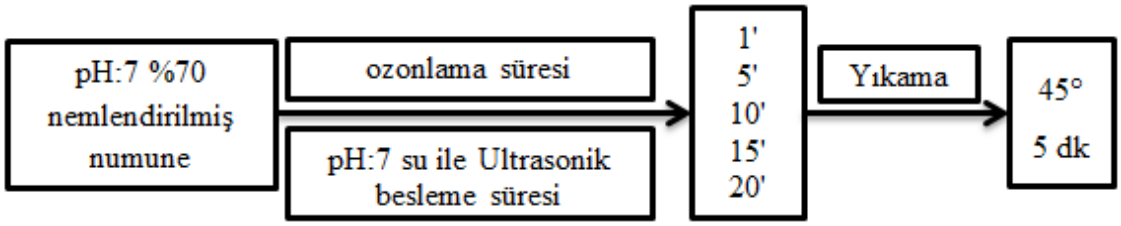
Şekil 2.8. Ultrasonik nemlendirme ile yapılan ozonlama reçetesi

Yukardaki çalışmada yapılan uygulamanın aynısını Şekil 2.9'da görüldüğü üzere ultrasonik nemlendiricinin haznesine konulan karışım pH:7-11 ve 4 g/L - 40 g/L NaOH olan su içerisine 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 (%50) konularak da hazırlanmıştır. Bu sayede numunelere ayrıca 5'-10'-15' sürelerde ultrasonik nemlendirme ve ozonlama kombinasyonuda uygulanmıştır. Ardından numuneler durulandıktan sonra oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Numunelerin beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış ve sonuçlara bölüm 3'de yer verilmiştir.



Şekil 2.9. 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 kullanılarak ultrasonik nemlendirme ile yapılan ozonlama reçetesi

Bir diğer çalışmamızda ozon gazı kombinasyonları denemesi için Şekil 2.10'da verilen reçeteye göre pH'ı 7 olan su ile Af:%70 olacak şekilde emdirilerek nemlendirilmiş numuneler 1'-5'-10'-15'-20' sürelerinde haznesinde pH'ı 7 olan su ile ultrasonik nemlendirme yapılarak ve aynı anda ozonlama işlemi gerçekleştirilerek de terbiye edilmişlerdir. Ozonlanan numunelerin beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L*a*b* değerlerine bakılmış ve bölüm 3'de anlatılmıştır.



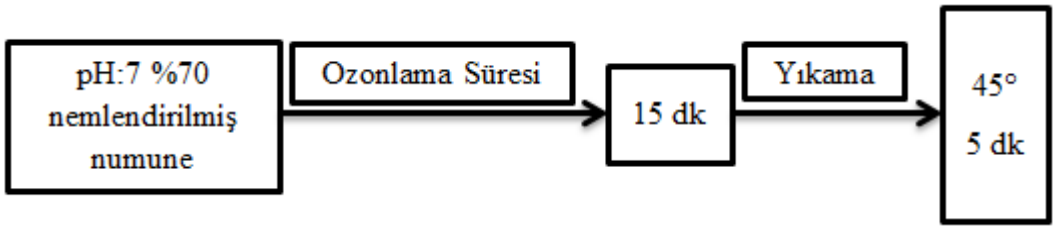
Şekil 2.10. %70 nemlendirilmiş numunelere ultrasonik besleme yapılarak yapılan ozonlama işlemi reçetesi

2.2.3. Kenevir Liflerinin Doğal Boya Kaynakları ile Renklendirme Çalışmalarının Araştırılması

Çalışmamızın bu aşamasında ozon gazı ve konvansiyonel ön terbiyesi yapılmış kenevir lifi numunelerine 3 farklı doğal boyarmadde ile boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Boyama işlemleri esnasında farklı 5 adet mordan madde ve 1 adet mordan maddesiz olmak üzere 6'şar adet numune birlikte mordanlama yöntemine göre boyanmıştır. Boyamalar sonucunda farklı renklere sahip kenevir liflerinin elde edilmesi hedeflenmiştir.

Boyama Yapılacak Kenevir Liflerinin Ozon Gazı ile Ön Terbiyesi

Kenevir lifleri daha önce yapılan yöntemlerle belirlenen optimum sonuçlara göre pH'ı 7 olan su ile Af:%70 olacak şekilde emdirilerek nemlendirilmiş ve 15' süre ile ozonlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Sonrasında ise 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakıldıktan sonra boyama numuneleri olarak kullanılmıştır.



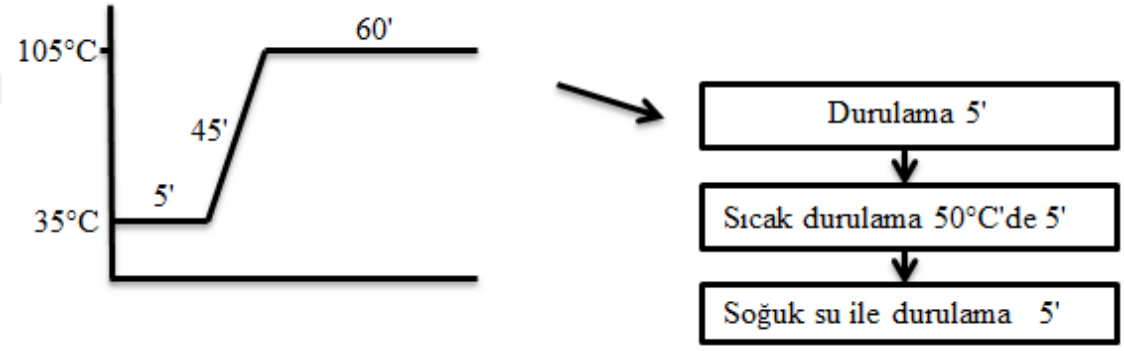
Şekil 2.11. Boyamada kullanılan numunelerin ozonlama reçetesi

Boyama Yapılacak Kenevir Liflerinin Konvansiyonel Ön Terbiyesi

Boyama yapılacak konvansiyonel ön terbiye görmüş kenevir lifleri 90° C'de 60 dk. ön terbiye yapılmış numunelerden belirlenmiştir.

Numunelerin Boyanması

Boyamada öğütülmüş olan ayva, kayısı ve elma yaprakları ekstraksiyon yapılmadan kullanılmıştır. Doğal boya kaynakları numune ağırlıklarına göre 1:1, 1:2 ve 1:4 oranlarında tartılmış ve liflere yapışması göz önünde bulundurularak çay poşetleri içerisine konularak ağzı kapatıldıktan sonra banyoya ilave edilmiştir. Birlikte mordanlama yöntemi ile 5 farklı mordan maddeli ve mordan maddesiz olmak üzere 3 farklı doğal boya kaynakları ile boyamalar gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.12. Doğal boyarmaddelerle yapılan boyama grafiği

Numunelerin Şekil 2.12'de verilen boyama grafiğine göre boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Boyamaya 35°C'de başlanılıp 5 dakika devam edildikten sonra 45 dakika içerisinde 105°C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıkta 60 dakika boyama gerçekleştirilerek boyama işlemi sonlandırılmıştır. Ardından numuneler 5'er dakikalık periyotlarla yıkama-durulama işlemleri yapılıp oda sıcaklığından kurumaya bırakılmıştır.

Tablo 2.4'deki reçeteye göre boyama işlemleri bütün boyamalarda numune, boyarmadde ve mordan maddeleri boyama banyosunun içerisine hep birlikte eklenerek yapılmıştır. Mordan maddesiz boyama işlemi de aynı şekilde yapılmıştır. Tüm işlemler tamamlandıktan sonra CIE L*a*b* değerleri ve renk verimleri (K/S) bakılıp sonuçlar bir sonraki bölümde verilmiştir.

Tablo 2.4. Boyama reçetesi

Ön terbiye	**Konvansiyonel Yöntem - Ozon Gazı**
Mordan Maddeleri **Bakır Sülfat ($CuSO_4.5H_2O$)** **Kalay Klorür ($SnCl_2.2H_2O$)** **Demir Sülfat ($FeSO_4.7H_2O$)** **Potasyum Dikromat ($K_2Cr_2O_7$)**	%2
Potasyum Alüminyum Sülfat (Şap) ($KAlSO_4.10H_2O$)	%20
Flotte oranı	1/80
Boyarmadde Konsantrasyonu	1:1, 1:2, 1:4
Boyama Sıcaklığı	Başlangıç 35°C, ardından 105°C
Boyama Süresi	110 dakika
Son İşlem	5' Durulama - 5' Sıcak durulama - 5' Soğuk durulama

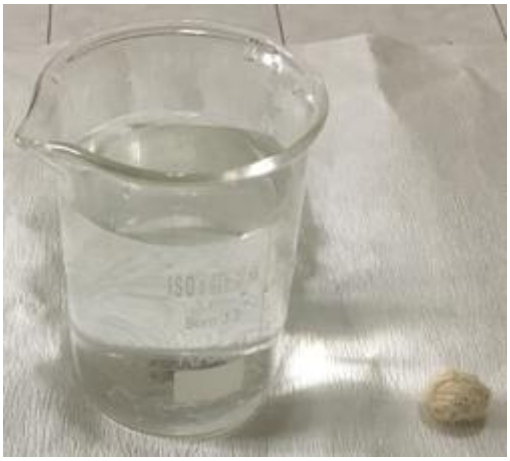
2.3. Değerlendirmede Kullanılan Deney ve Test Metodları

2.3.1. Beyazlık Derecesi Tayini

Tüm aşamalarda ozonlanan ve konvansiyonel işlem görmüş numunelerin Stensby formülüne göre beyazlık dereceleri ve E313 formülüne göre sarılık dereceleri belirlenmiştir. Aynı zamanda bu numunelere ait CIE L*a*b* değerleri de ölçülmüştür. Ölçümler Konika Minolta 3600d marka spektrofotometrede (D65/10° için) tamamlanmıştır.

2.3.2. Hidrofilite Testi

Çalışmadaki boyanmış numuneler dışındaki tüm işlem görmüş numunelerin hidrofiliteleri test edilmiştir. Kenevir liflerinin hidrofilitelerini ölçmek için temelde TS 866 standardı göz önüne alınarak Şekil 2.13'de gösterilen deney düzeneği oluşturulmuştur.



Şekil 2.13. Hidrofilite deney düzeneği

Bu hidrofilite testi ölçüm metodunda test edilecek numunelerden 0.1 g tartılarak alınıp çapı 1-1.2 cm toplar haline getirilen numuneler sonra taban yarı çapı 5 cm, tavan yarı çapı 5,5 cm ve yüksekliği 7 cm olan 100 ml su bulunan cam beher içerisine, oda sıcaklığında bırakılmıştır. Kronometre ile batma süreleri ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlar Bölüm 3'de verilmiştir.

2.3.3. Renk Ölçümü

Boyanmış numunelere ait CIE $L^*a^*b^*$ değerleri ve renk verimlilikleri (K/S) ölçülmüş/hesaplanmıştır. Ölçümler Konika Minolta 3600d marka spektrofotometrede (D65/10° için) tamamlanmıştır. Renk verimlilikleri, Kubelka Munk Denklemi yardımıyla 400-700 nm arasındaki maksimum absorbsiyon – minumum remisyonun olduğu dalga boyu için hesaplanmıştır. Bu dalga boyları elma yaprağı ile yapılan boyamalar için 400 nm; kayısı yaprağı ile yapılan boyamalar için 400 nm ve ayva yaprağı ile yapılan boyamalar için 400 nm'dir.

2.3.4. SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) Görüntü Analizi

Ozonun lif yüzey özellikleri üzerine etkisini incelemek için seçilen ham kenevir, konvansiyonel işlem görmüş ve %70 nemlendirilip 15 dakika ozonlanmış numunelerin üniversitemiz yerleşkesindeki Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan LEO 440 model SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) cihazında görüntüleri alınmıştır. Görüntüler Bölüm 3'de gösterilmiştir.

2.3.5. FT-IR Spektroskopisi

Numunelerin bağ karakterizasyonu yapılarak numunelerin yapısındaki gruplar, yapıdaki bağların durumu ve bağlanma yerleri gibi bilgileri araştırmak için ham kenevir, konvansiyonel işlem görmüş ve %70 nemlendirilip 15 dakika ozonlanmış numuneler ile tüm boyamaların 1:4 mordansız numuneleri üniversitemiz yerleşkesindeki Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi'nde bulunan PERKIN ELMER 400 marka FT-IR spektroskopisinde analizi yapılmıştır.

2.3.6. Yıkama Haslık Testi

Tez çalışması kapsamında 1:4 oranlı yapılan boyama denemeleri sonunda numunelerin yıkama haslığı ISO 105-C06 standardına göre test edilmiş [72]. Ardından sonuçlar gri skala ile 1-5 puan aralığında değerlendirilmiştir.

3. BÖLÜM

BULGULAR

Çalışma 3 adımda yürütülmüştür. Kenevir liflerinin ozon gazı ile ön terbiyesi araştırılmış, devamında ozon gazı kombinasyonları araştırılmış ve son olarak da doğal boya kaynakları ile renklendirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

3.1. Kenevir Liflerinin Ozon Gazı ile Ön Terbiyesinin Araştırılması

Kenevir liflerinin ön terbiyesinde ozon gazı kullanımı bölüm 2.2.1'de verilen deney planı ve reçeteler uygulanarak numuneler pH 7'de %0-%150 nemlendirme aralığında nem alacak şekilde fulardda su ile emdirilmiş ve 5 dakika ozonlama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.1. Ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

%nem (su ile emdirme Af değeri)	CIE L*	W(Stensby)	ASTM E313-73 YI	Hidrofilite Ölçümleri (sn)
HAM LİF	70,57	30,16	28,34	19,97
0%	72,18	35,35	25,98	14,43
10%	73,59	35,72	26,26	13,36
20%	77,58	36,47	26,29	15,25
30%	77,93	40,89	22,79	12,28
40%	78,44	41,25	23,24	13,68
50%	80,72	46,14	20,81	13,75
60%	81,24	46,91	20,64	12,76
70%	82,45	47,53	21,47	12,18
80%	81,20	46,53	21,03	13,05
90%	79,80	46,06	20,84	15,06
100%	77,96	43,47	21,45	13,41
110%	77,09	42,49	22,44	12,87
120%	76,92	45,04	20,61	12,75
130%	76,62	45,31	18,20	14,76
140%	76,25	42,52	20,56	13,56
150%	76,21	38,31	24,86	13,02

İşlem görmüş numunelere ait CIE L* değeri, beyazlık dereceleri (W:Stensby) ve sarılık dereceleri incelenmiştir. Ayrıca hidrofilite ölçümlerinede bakılmıştır. Tablo 3.1'de sonuçlar verilmiştir.

Tablo 3.1'de verilmiş olan ölçüm değerlerinin sonucunda optimum sonuç olarak belirlenen Af: % 70 olacak şekilde su ile emdirme oranına sahip lifler pH 7'de farklı sürelerde ozanlanmıştır. CIE L*, beyazlık dereceleri(W:Stensby), sarılık dereceleri incelenmiş ve hidrofilite ölçümlerinede bakılmıştır. Tablo 3.2'de sonuçlar verilmiştir.

Tablo 3.2. Farklı sürelerdeki ozonlamaya ait CIE L,beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

Af:%70 nem (emdirme oranı) ozon süreleri	**CIE L***	**W(Stensby)**	**ASTM E313-73 YI**	**Hidrofilite Ölçümleri (sn)**
1 dk.	76,84	41,15	23,80	23,36
5 dk.	82,45	47,53	21,48	12,18
10 dk.	86,32	52,90	19,62	16,60
15 dk.	86,17	57,46	16,03	13,46
20 dk.	88,40	59,09	16,41	13,83

Tablo 3.3'de verilen sonuçlarda ise farklı pH'larda %70 nemlendirilen numuneler 5 dk. ozanlanmıştır. CIE L*, beyazlık dereceleri (W:Stensby) ,sarılık dereceleri incelenmiş ve hidrofilite ölçümlerine bakılmıştır.

Tablo 3.3. Farklı pH'larda yapılan ozonlama işlemine ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

Af:%70 nem (emdirme oranı) pH	**CIE L***	**W(Stensby)**	**ASTM E313-73 YI**	**Hidrofilite Ölçümleri (sn)**
1	83,78	48,72	22,49	10,33
3	83,34	48,17	21,97	17,48
5	82,44	45,66	22,94	14,89
9	81,49	47,58	20,57	13,86
11	83,17	47,76	21,15	17,62
13	82,39	47,76	21,01	11,29

3.2. Kenevir Liflerinin Ön Terbiyesinde Ozon Gazı Kombinasyonlarının Araştırılması ve Konvansiyonel Ağartma Yöntemi ile Karşılaştırma

Kenevir liflerinin ön terbiyesinde ozon gazı kombinasyonlarının kullanımı bölüm 2.2.2'de verilen deney planları ve reçeteler uygulanarak numuneler bir takım işlemlerden geçirilmiştir.

3.2.1. Kenevir Liflerinin Konvansiyonel Ağartılması

Kenevir lifi numunelerine ozonlanmış numunelerle karşılaştırma yapmak ve boyama işleminde kullanılmak üzere konvansiyonel yöntem olan H_2O_2 (hidrojen peroksit) ile Tablo 2.2'deki reçeteye göre ağartma işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu ağartma işlemine ait CIE L^*, beyazlık dereceleri (W:Stensby) , sarılık dereceleri ve hidrofilite ölçümlerine bakılmış sonuçlar Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4. Konvansiyonel ön terbiye işlemine ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

Konvansiyonel 90 C°	**CIE L***	**W(Stensby)**	**ASTM E313-73 YI**	**Hidrofilite Ölçümleri (sn)**
30 dk	88,72	57,97	13,26	1,79
60 dk	89,10	58,92	13,06	1,61
90 dk	88,73	59,39	12,49	1,54

3.2.2. Ozon gazı – Ultrasonik Banyo Kombinasyonu

İlk çalışmamızda Tablo 2.3'de verilen ultrasonik banyo reçetesine göre hazırlanan banyoda ön yıkama yapıldıktan sonra numuneler pH 7'de %0-%150 nemlendirme aralığında nemlendirilip 5 dakika ozonlama işlemine tabi tutulmuştur.

İşlem görmüş numunelere ait CIE L^*, beyazlık dereceleri (W:Stensby) ,sarılık dereceleri ve hidrofilite ölçümlerine bakılmış ve sonuçlar Tablo 3.5'de verilmiştir.

Tablo 3.5. Ön yıkamalı ozonlanan numunelere ait CIE L,beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

%nem (su ile emdirme Af değeri)	CIE L*	W(Stensby)	ASTM E313-73 YI	Hidrofilite Ölçümleri (sn)
HAM LİF	72,01	33,79	27,63	2,15
0%	73,1	38,05	24,32	1,95
10%	79,11	43,13	23,51	1,78
20%	78,84	43,99	22,62	1,35
30%	82,66	43,12	24,82	1,51
40%	80,28	45,86	19,98	1,93
50%	82,64	48,57	20,53	1,65
60%	82,98	49,55	19,47	1,20
70%	84,32	52,16	18,30	0,92
80%	82,72	51,19	18,02	1,12
90%	82,45	47,81	20,37	1,15
100%	81,36	45,94	21,32	1,00
110%	81,51	43,84	23,08	0,97
120%	80,45	46,08	21,37	0,96
130%	79,97	44,77	22,69	1,08
140%	79,95	41,03	24,49	1,10
150%	79,16	41,30	24,14	1,04

3.2.3. Ozon gazı – Hidrojen Peroksit Kombinasyonu

Bir diğer çalışmada kenevir lifleri Şekil 2.5'de verilen reçetelerdeki gibi pH:7-11 ve 4 g/L - 40 g/L NaOH olan su içerisine ayrı ayrı denemelerde 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2(%50) konularak oluşturulan karışımlarla numuneler %70 nemlendirilerek 5-10-15 dk. sürelerde ozanlama işlemi yapılmıştır. 40mL/L H_2O_2(%50) kullanılarak nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait sonuçlar Tablo 3.6'da 80mL/L H_2O_2(%50) kullanılarak nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait sonuçlar ise 3.7'de verilmiştir.

Çalışmalarımızla karşılaştırma yapmak için pH:7-11 ve 4 g/L - 40 g/L NaOH olan su içerisine 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2(%50) konularak oluşturulan karışımlarla numuneler Af: %70 olacak şekilde emdirilerek/nemlendirilerek 5-10-15 dk. sürelerde oda sıcaklığında bekletilerek yapılan kör işlemimize ait sonuçlar Tablo 3.8'de ve Tablo 3.9'da verilmiştir.

Tablo 3.6. 40mL/L H_2O_2 kullanılarak Af: %70 olacak şekilde flotte ile emdirilen/nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

Af: %70 (40mL/L H2O2)	**CIE L***	**W(Stensby)**	**ASTM E313-73 YI**	**Hidrofilite Ölçümleri (sn)**
pH=7 5 dk ozon	81,82	50,74	17,73	25,70
pH=7 10 dk ozon	83,75	51,76	18,21	26,96
pH=7 15 dk ozon	85,81	56,48	15,87	23,30
pH=11 5 dk ozon	81,67	48,05	19,31	14,30
pH=11 10 dk ozon	83,12	51,88	17,34	15,51
pH=11 15 dk ozon	86,02	56,56	15,81	19,48
pH=4g/L NaOH 5 dk ozon	81,81	46,60	20,70	17,52
pH=4g/L NaOH 10 dk ozon	85,50	49,11	19,05	12,90
pH=4g/L NaOH 15 dk ozon	85,99	50,52	18,27	15,36
pH=40g/L NaOH 5 dk ozon	82,13	41,33	22,53	12,42
pH=40g/L NaOH 10 dk ozon	84,25	46,25	20,34	6,40
pH=40g/L NaOH 15 dk ozon	83,97	48,69	17,97	8,18

Tablo 3.7. 80mL/L H_2O_2 kullanılarak Af: %70 olacak şekilde flotte ile emdirilen/nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

Af: %70 (80mL/L H2O2)	**CIE L***	**W(Stensby)**	**ASTM E313-73 YI**	**Hidrofilite Ölçümleri (sn)**
pH=7 5 dk ozon	83,34	47,44	19,84	31,25
pH=7 10 dk ozon	86,68	51,61	18,36	28,08
pH=7 15 dk ozon	88,67	55,54	15,97	31,03
pH=11 5 dk ozon	82,42	48.54	19,13	15,52
pH=11 10 dk ozon	85,98	49,15	19,24	15,76
pH=11 15 dk ozon	87,24	59,66	12,36	16,88
pH=4g/L NaOH 5 dk ozon	86,47	50,86	18,73	16,58
pH=4g/L NaOH 10 dk ozon	86,77	53,27	17,49	18,06
pH=4g/L NaOH 15 dk ozon	87,35	55,24	15,85	17,26
pH=40g/L NaOH 5 dk ozon	83,41	41,79	23,01	5,35
pH=40g/L NaOH 10 dk ozon	85,89	46,03	20,10	6,50
pH=40g/L NaOH 15 dk ozon	86,17	47,58	19,64	8,31

Tablo 3.8. 40mL/L H_2O_2 kullanılarak nemlendirilen kör işleme ait(ozonlama olmayan) CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

Af: %70 (40mL/L H2O2)	CIE L*	W(Stensby)	ASTM E313-73 YI	Hidrofilite Ölçümleri (sn)
pH=7 5 dk ozonlamadan bekletme	72,27	28,61	30,79	7,75
pH=7 10 dk ozonlamadan bekletme	74,84	32,37	28,98	8,44
pH=7 15 dk ozonlamadan bekletme	76,28	35,74	26,15	9,51
pH=11 5 dk ozonlamadan bekletme	72,98	30,24	30,12	9,93
pH=11 10 dk ozonlamadan bekletme	74,17	32,00	29,01	8,89
pH=11 15 dk ozonlamadan bekletme	74,56	34,39	27,38	10,89
pH=4g/lt NaOH 5 dk ozonlamadan bekletme	76,78	33,26	28,51	8,93
pH=4g/lt NaOH 10 dk ozonlamadan bekletme	77,32	33,21	28,28	6,81
pH=4g/lt NaOH 15 dk ozonlamadan bekletme	77,44	35,47	26,84	9,89
pH=40g/lt NaOH 5 dk ozonlamadan bekletme	77,08	31,20	29,37	9,44
pH=40g/lt NaOH 10 dk ozonlamadan bekletme	75,75	33,38	27,80	8,73
pH=40g/lt NaOH 15 dk ozonlamadan bekletme	78,65	32,74	28,29	12,38

Tablo 3.9. 80mL/L H_2O_2 kullanılarak nemlendirilen kör işleme ait(ozonlama olmayan) CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

Af: %70 (80mL/L H2O2)	CIE L*	W(Stensby)	ASTM E313-73 YI	Hidrofilite Ölçümleri (sn)
pH=7 5 dk ozonlamadan bekletme	73,36	31,75	29,33	9,21
pH=7 10 dk ozonlamadan bekletme	75,16	35,57	27,52	11,40
pH=7 15 dk ozonlamadan bekletme	76,48	34,55	27,01	8,11
pH=11 5 dk ozonlamadan bekletme	73,82	31,03	29,98	10,65
pH=11 10 dk ozonlamadan bekletme	75,68	33,10	28,94	8,92
pH=11 15 dk ozonlamadan bekletme	77,45	35,24	27,77	10,33
pH=4g/lt NaOH 5 dk ozonlamadan bekletme	74,00	29,79	30,24	11,02
pH=4g/lt NaOH 10 dk ozonlamadan bekletme	75,03	31,93	29,08	10,52
pH=4g/lt NaOH 15 dk ozonlamadan bekletme	77,54	36,72	26,62	10,14
pH=40g/lt NaOH 5 dk ozonlamadan bekletme	75,64	29,40	30,24	9,23
pH=40g/lt NaOH 10 dk ozonlamadan bekletme	78,25	34,69	27,14	11,60
pH=40g/lt NaOH 15 dk ozonlamadan bekletme	79,37	37,52	25,53	7,50

3.2.4. Ozon gazı – Ultrasonik Nemlendirme Kombinasyonu

Ozon gazı kombinasyon çalışmalarının devamında ise kuru kenevir lifleri ozon jenarötörü haznesine yerleştirilmiş, pH değerleri sırasıyla 1-3-5-7-9-11-13 olan sular

ayarlanarak ultrasonik nemlendirici haznesine konulmuş ve ozon jenarötürü ile aynı anda başlatılarak sırasıyla 5-10-15 dk. sürelerde ultrasonik nemlendirme ve ozonlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya ait sonuçlar aşağıda Tablo 3.10'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Farklı pH ve sürelerde ultrasonik nemlendirmeyle birlikte ozonlama yapılan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

nemlendirme ve ozonlama	**CIE L***	**W(Stensby)**	**ASTM E313-73 YI**	**Hidrofilite Ölçümleri (sn)**
pH=1 5 dk	74,72	38,16	24,63	21,08
pH=1 10 dk	77,93	40,49	23,04	19,31
pH=1 15 dk	79,30	46,23	20,19	24,19
pH=3 5 dk	72,70	37,49	24,63	23,46
pH=3 10 dk	76,45	39,90	23,25	38,28
pH=3 15 dk	78,75	42,40	22,38	25,63
pH=5 5 dk	74,60	36,94	25,09	18,83
pH=5 10 dk	75,88	38,05	24,50	15,60
pH=5 15 dk	76,62	39,07	24,12	17,89
pH=7 5 dk	75,01	36,26	26,09	17,45
pH=7 10 dk	76,36	38,52	23,92	15,80
pH=7 15 dk	78,11	42,26	22,47	19,88
pH=9 5 dk	75,73	36,91	25,68	20,33
pH=9 10 dk	76,55	41,64	21,81	19,72
pH=9 15 dk	78,18	42,86	21,61	20,12
pH=11 5 dk	73,22	35,95	25,40	18,56
pH=11 10 dk	76,08	38,94	24,29	15,71
pH=11 15 dk	77,60	41,60	22,37	17,79
pH=13 5 dk	73,88	35,82	25,92	15,18
pH=13 10 dk	77,52	41,03	23,08	13,51
pH=13 15 dk	78,49	41,73	22,79	19,23

Yukardaki çalışmanın benzeri olan bu çalışmamızda ise kuru kenevir lifleri ultrasonik nemlendiricinin haznesine konulan karışım pH:7-11 ve 4 g/L - 40 g/L NaOH olan su içerisine 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 (%50) konularak hazırlanmış ve 5-10-15 dk. sürelerde ultrasonik nemlendirme ve ozonlama işlemi birlikte gerçekleştirilmiştir. 40mL/L H_2O_2 kullanılarak nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait sonuçlar Tablo 3.11'de 80mL/L H_2O_2 kullanılarak nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait sonuçlar ise Tablo 3.12'de verilmiştir.

Tablo 3.11. 40mL/L H_2O_2 ile farklı pH ve alkali içeriği kullanılarak ultrasonik nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

40 mL/L H_2O_2 nemlendirme - ozonlama	**CIE L***	**W(Stensby)**	**ASTM E313-73 YI**	**Hidrofilite Ölçümleri (sn)**
pH=7 5 dk	75,08	37,65	24,36	15,83
pH=7 10 dk	76,16	38,09	24,86	16,71
pH=7 15 dk	77,38	42,64	21,49	17,76
pH=11 5 dk	70,77	35,51	25,12	8,99
pH=11 10 dk	76,20	41,62	22,50	12,59
pH=11 15 dk	79,71	44,86	20,96	15,52
pH=4g/lt NaOH 5 dk	74,10	36,75	25,10	9,46
pH=4g/lt NaOH 10 dk	75,19	38,05	25,07	11,91
pH=4g/lt NaOH 15 dk	77,04	40,95	23,03	9,31
pH=40g/lt NaOH 5 dk	73,72	36,01	25,43	13,05
pH=40g/lt NaOH 10 dk	75,70	40,53	22,53	9,47
pH=40g/lt NaOH 15 dk	77,73	42,74	22,05	7,92

Tablo 3.12. 80mL/L H_2O_2 ile farklı pH ve alkali içeriği kullanılarak ultrasonik nemlendirilen ve ozonlanan numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

80 mL/L H_2O_2 nemlendirme - ozonlama	**CIE L***	**W(Stensby)**	**ASTM E313-73 YI**	**Hidrofilite Ölçümleri (sn)**
pH=7 5 dk	73,95	34,58	26,06	16,96
pH=7 10 dk	76,23	40,41	23,31	14,93
pH=7 15 dk	77,89	43,36	21,33	12,15
pH=11 5 dk	76,62	39,47	23,53	11,13
pH=11 10 dk	77,74	42,75	21,95	13,45
pH=11 15 dk	78,34	43,42	22,20	10,86
pH=4g/lt NaOH 5 dk	74,07	35,45	25,53	18,22
pH=4g/lt NaOH 10 dk	76,62	38,11	24,60	16,56
pH=4g/lt NaOH 15 dk	77,55	41,82	22,59	17,38
pH=40g/lt NaOH 5 dk	74,42	37,69	24,72	11,38
pH=40g/lt NaOH 10 dk	74,82	40,11	22,82	12,66
pH=40g/lt NaOH 15 dk	76,65	42,61	21,55	10,49

Bu çalışmamızda pH'ı 7 olan su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş/nemlendirilmiş numuneler 1-5-10-15-20 dk. sürelerinde haznesinde pH'ı 7 olan su ile ultrasonik nemlendirme yaptırılmış ve aynı anda ozonlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya ait sonuçlar aşağıda Tablo 3.13'de verilmiştir.

Tablo 3.13. Af: %70 oranında su ile emdirilmiş/nemlendirilmiş ve ultrasonik nem besleme ile ozonlama yapılmış numunelere ait CIE L, beyazlık-sarılık ve hidrofilite ölçümleri

Ultrasonik nem besleme - ozonlama	CIE L*	W(Stensby)	ASTM E313-73 YI	Hidrofilite Ölçümleri (sn)
1 dk.	78,66	41,18	24,49	12,03
5 dk.	81,81	47,10	20,56	12,46
10 dk.	85,37	53,31	18,75	15,30
15 dk.	86,73	54,13	18,89	13,74
20 dk.	87,40	57,16	17,25	13,45

3.3. Kenevir Liflerinin Doğal Boya Kaynakları ile Renklendirme Çalışmalarının Araştırılması

Bölüm 2.2.1 ve 2.2.2'de verilen deney planlarına göre boyama yapılacak kenevir lifleri belirlenmiş hem konvansiyonel hem de ozon gazı esaslı ön terbiye işlemleri sonrasında seçilen boya kaynakları ile boyamalar gerçekleştirilmiştir.

Boyama işlemi için; ozon esaslı ön terbiye işlemi olarak pH 7'deki su ile Af:%70 olarak emdirme ve ardındn 15 dk. ozonlama işlemi seçilmiştir. Bu numuneye ait ön terbiye sonuçları tablo 3.2'de verilmiştir. Bu seçimde; elde edilen yeterli ön terbiye sonuçlarının önemli rolü olduğu gibi bu prosesin basit bir su ile emdirme ve ardından 15 dk. ozonlama üzerine kurulu olması yani kimyasal kullanmadan çok az su kullanılarak ve ısı enerjisi kullanmadan kısa bir sürede işlemin gerçekleştiriliyor yani daha çevre dostu bir şekilde ön terbiye işlerinin gerçekleştiriliyor olması da yatmaktadır.

Konvansiyonel yöntem olarak ise H_2O_2 (hidrojen peroksit) ile Tablo 2.2'deki reçeteye göre ağartma işlemlerinden 90 C° de 60 dk. ağartılmış numuneler seçilmiş ve boyama yapılmak üzere belirlenmiştir. Bu numuneye ait ön terbiye verileri ise Tablo 3.4'de verilmiştir.

Doğal boya kaynağı olarak ise ; Ayva ağacı yaprağı, elma ağacı yaprağı ve kayısı ağacı yaprağı kullanılarak boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Boyama işlemi gerçekleştirilen numunelerin CIE L*a*b* değerleri ve renk verimlilikleri (K/S) ölçülmüştür.

3.3.1. Kenevir Liflerinin Ayva Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi

Boyama numuneleri pH 7'deki su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş/nemlendirilmiş ve ardından 15 dk. ozonlanmış numuneler ve 90 C° de 60 dk. konvansiyonel işlem görmüş numunelerden hazırlanmıştır. Boyama işleminin ilk adımında ayva ağacı yaprakları kullanılmıştır.

Tablo 3.14. Kenevir liflerinin 1:1 oranla ayva yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:1 Ayva Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L*	a*	b*	C*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	1,38	64,67	6,75	12,22	13,96	61,10
			Bakır II Sülfat	2,12	58,17	4,89	11,77	12,74	67,43
			Demir II Sülfat	1,20	65,12	5,30	10,11	11,42	62,34
			Potasyum Dikromat	1,88	62,74	6,11	15,97	17,10	69,06
			Kalay Klorür	1,76	65,50	6,70	15,57	16,95	66,70
			Şap	2,38	56,09	5,12	11,80	12,86	66,55
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	1,22	66,78	7,38	12,71	14,69	59,86
			Bakır II Sülfat	3,22	52,11	5,85	12,39	13,70	64,73
			Demir II Sülfat	1,42	62,57	6,49	10,62	12,45	58,57
			Potasyum Dikromat	3,09	56,87	8,67	18,36	20,30	64,71
			Kalay Klorür	2,10	62,75	8,58	16,18	18,32	62,05
			Şap	2,61	55,82	6,95	13,52	15,20	62,78

Boyama yapılacak ayva yaprakları öğütülerek toz haline getirildikten sonra mordansız ve bakır II sülfat, demir II sülfat, potasyum dikromat, kalay klorür, şap mordanlarıyla Tablo 2.4'de verilen reçete uygulanarak boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Tablolarda boyamalara ait CIE L*a*b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.15. Kenevir liflerinin 1:2 oranla ayva yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:2 Ayva Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L*	a*	b*	C*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	1,75	62,46	5,98	12,67	14,01	64,74
			Bakır II Sülfat	2,76	54,62	6,12	12,57	13,99	64,03
			Demir II Sülfat	1,58	63,44	5,80	12,64	13,91	65,34
			Potasyum Dikromat	2,66	56,59	8,54	15,51	17,70	61,17
			Kalay Klorür	1,87	63,39	8,56	15,09	17,35	60,43
			Şap	2,35	60,27	6,30	16,73	17,88	69,37
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	1,55	66,88	8,42	16,37	18,41	62,79
			Bakır II Sülfat	3,26	52,79	6,94	13,55	15,22	62,88
			Demir II Sülfat	1,90	60,81	6,92	12,90	14,63	61,80
			Potasyum Dikromat	3,86	52,36	9,96	17,45	20,10	60,29
			Kalay Klorür	2,28	59,00	9,21	14,01	16,76	56,67
			Şap	2,93	56,85	8,19	17,01	18,88	64,28

Tablo 3.16. Kenevir liflerinin 1:4 oranla ayva yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:4 Ayva Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L*	a*	b*	C*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	2,13	61,68	6,68	15,04	16,46	66,06
			Bakır II Sülfat	2,64	56,63	7,55	14,36	16,23	62,27
			Demir II Sülfat	1,72	63,08	6,04	13,61	14,89	66,07
			Potasyum Dikromat	2,92	56,11	10,04	16,25	19,10	58,28
			Kalay Klorür	2,06	61,45	9,23	14,90	17,53	58,23
			Şap	2,73	60,05	7,56	17,94	19,46	67,15
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	1,65	66,87	8,02	17,00	18,80	64,73
			Bakır II Sülfat	3,12	54,58	8,69	15,06	17,39	60,01
			Demir II Sülfat	2,11	61,51	7,27	15,19	16,84	64,42
			Potasyum Dikromat	3,11	54,47	11,09	16,15	19,59	55,54
			Kalay Klorür	2,34	59,89	11,02	15,67	19,16	54,90
			Şap	2,42	62,73	10,01	19,80	22,19	63,18

3.3.2. Kenevir Liflerinin Elma Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi

Boyama işleminin ikinci adımında elma ağacı yaprakları kullanılmıştır. Boyama numuneleri yine ayva boyamasındaki gibi pH 7'deki su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş/nemlendirilmiş ve ardından 15 dk. ozonlanmış numuneler ve 90 C° de 60 dk. konvansiyonel işlem görmüş numunelerden hazırlanmıştır.

Boyama yapılacak elma yapraklarıda öğütülerek toz haline getirildikten sonra mordansız ve bakır II sülfat, demir II sülfat, potasyum dikromat, kalay klorür, şap mordanlarıyla bölüm 2.4'de verilen reçete uygulanarak boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Tablolarda boyamalara ait CIE L*a*b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.17. Kenevir liflerinin 1:1 oranla elma yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:1 Elma Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	1,51	70,22	3,98	18,64	19,06	77,95
			Bakır II Sülfat	2,22	60,77	5,03	16,66	17,40	73,21
			Demir II Sülfat	1,65	66,08	3,56	15,95	16,35	77,41
			Potasyum Dikromat	2,13	63,88	5,59	20,59	21,34	74,81
			Kalay Klorür	1,56	70,72	3,24	19,42	19,69	80,52
			Şap	2,09	64,32	3,12	18,21	18,47	80,27
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	1,23	74,18	3,08	18,74	18,99	80,65
			Bakır II Sülfat	2,08	62,67	5,92	17,71	18,67	71,50
			Demir II Sülfat	1,47	70,35	3,81	17,60	18,01	77,80
			Potasyum Dikromat	2,35	62,51	6,86	21,01	22,10	71,92
			Kalay Klorür	1,41	72,19	2,93	18,36	18,59	80,93
			Şap	2,21	62,62	3,11	16,75	17,03	79,49

Tablo 3.18. Kenevir liflerinin 1:2 oranla elma yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:2 Elma Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L*	a*	b*	C*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	1,86	66,56	3,92	17,53	17,96	77,40
			Bakır II Sülfat	2,43	59,59	5,14	16,51	17,29	72,70
			Demir II Sülfat	2,31	64,19	4,60	19,11	19,66	76,48
			Potasyum Dikromat	2,82	62,33	5,76	22,20	22,94	75,45
			Kalay Klorür	2,05	68,66	4,51	20,83	21,31	77,79
			Şap	3,23	62,21	4,17	24,83	25,18	80,46
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	1,61	71,86	3,37	20,16	20,45	80,50
			Bakır II Sülfat	2,09	64,35	7,12	19,33	20,60	69,79
			Demir II Sülfat	1,75	68,76	4,08	18,56	19,01	77,60
			Potasyum Dikromat	2,70	64,17	5,36	23,02	23,63	76,89
			Kalay Klorür	2,16	69,94	3,56	21,77	22,06	80,71
			Şap	2,47	65,81	3,24	22,41	22,65	81,77

Tablo 3.19. Kenevir liflerinin 1:4 oranla elma yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:4 Elma Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L*	a*	b*	C*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	2,68	65,24	6,55	22,14	23,08	73,53
			Bakır II Sülfat	3,55	58,68	7,53	21,68	22,95	70,84
			Demir II Sülfat	2,52	64,95	5,02	20,47	21,08	76,22
			Potasyum Dikromat	2,66	65,91	6,23	23,58	24,59	75,20
			Kalay Klorür	2,40	64,83	4,90	18,77	19,40	75,36
			Şap	3,11	65,30	4,04	24,99	25,32	80,82
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	2,32	71,28	4,66	23,93	24,38	78,99
			Bakır II Sülfat	3,15	60,74	7,80	21,50	22,87	70,07
			Demir II Sülfat	2,34	70,04	4,63	23,09	23,55	78,67
			Potasyum Dikromat	2,62	67,29	4,17	23,14	23,51	79,79
			Kalay Klorür	2,23	69,56	3,53	20,63	20,93	80,28
			Şap	2,47	69,84	3,43	25,58	25,81	82,37

3.3.3. Kenevir Liflerinin Kayısı Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi

Boyama işleminin son adımında kayısı ağacı yaprakları kullanılmıştır. Boyama numuneleri yine diğer boyamalardaki gibi pH 7'deki su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş/nemlendirilmiş ve ardından 15 dk. ozonlanmış numuneler ve 90 C° de 60 dk. konvansiyonel işlem görmüş numunelerden hazırlanmıştır.

Boyama yapılacak kayısı yapraklarıda öğütülerek toz haline getirildikten sonra mordansız ve bakır II sülfat, demir II sülfat, potasyum dikromat, kalay klorür, şap mordanlarıyla bölüm 2.4'de verilen reçete uygulanarak boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki Tablolarda boyamalara ait CIE L*a*b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.20. Kenevir liflerinin 1:1 oranla kayısı yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:1 Kayısı Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	**Mordansız**	1,14	69,13	-0,44	10,48	10,49	92,43
			Bakır II Sülfat	1,00	73,62	-0,80	14,64	14,67	93,11
			Demir II Sülfat	0,89	74,37	-1,16	14,04	14,09	94,72
			Potasyum Dikromat	1,03	76,54	-0,83	17,90	17,92	92,65
			Kalay Klorür	1,22	74,47	-0,43	16,28	16,28	91,51
			Şap	1,13	71,67	0,34	14,40	14,40	88,63
		Konvansiyonel ön terbiye	**Mordansız**	0,63	77,67	-1,30	10,85	10,93	96,85
			Bakır II Sülfat	0,73	77,70	-2,01	13,30	13,45	98,59
			Demir II Sülfat	0,65	76,59	-1,91	11,17	11,33	99,68
			Potasyum Dikromat	0,60	82,45	-2,12	15,22	15,36	97,94
			Kalay Klorür	0,79	79,97	-1,30	15,24	15,29	94,87
			Şap	0,78	76,01	-0,17	13,31	13,31	90,72

Tablo 3.21. Kenevir liflerinin 1:2 oranla kayısı yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:2 Kayısı Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	1,00	74,03	-0,75	13,50	13,52	93,17
			Bakır II Sülfat	0,96	74,98	-1,99	14,72	14,86	97,70
			Demir II Sülfat	0,87	74,88	-0,94	13,68	13,72	93,95
			Potasyum Dikromat	0,83	76,36	-1,74	14,40	14,51	96,89
			Kalay Klorür	1,04	75,48	-1,10	14,99	15,03	94,18
			Şap	1,22	71,58	0,27	16,18	16,19	89,05
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	0,92	76,54	-1,26	14,29	14,35	95,03
			Bakır II Sülfat	0,77	78,68	-2,66	14,29	14,54	100,5
			Demir II Sülfat	0,84	76,63	-1,69	14,72	14,82	96,54
			Potasyum Dikromat	0,55	80,91	-2,52	12,63	12,87	101,3
			Kalay Klorür	0,72	80,18	-1,10	14,37	14,41	94,36
			Şap	0,88	76,85	-0,77	15,79	15,81	92,81

Tablo 3.22. Kenevir liflerinin 1:4 oranla kayısı yapraklarıyla boyaması sonucu elde edilen renklerin CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:4 Kayısı Yaprağı		Mordan Tipi	CIE L*a*b (D65)					
				K/S	L^*	a^*	b^*	C^*	h°
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	0,99	72,08	-0,48	11,23	11,24	92,42
			Bakır II Sülfat	0,96	74,31	-2,16	13,46	13,63	99,12
			Demir II Sülfat	0,96	74,22	-0,45	14,21	14,22	91,82
			Potasyum Dikromat	0,86	77,19	-1,40	15,55	15,61	95,14
			Kalay Klorür	1,20	75,32	0,07	17,26	17,26	89,78
			Şap	1,29	71,96	0,42	15,99	15,99	88,50
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	0,79	78,67	-0,32	14,73	14,73	91,25
			Bakır II Sülfat	0,80	77,10	-2,40	13,86	14,06	99,81
			Demir II Sülfat	0,94	78,86	-1,35	17,79	17,84	94,35
			Potasyum Dikromat	0,68	79,13	-1,32	13,67	13,74	95,52
			Kalay Klorür	0,75	80,44	-0,99	14,91	14,94	93,81
			Şap	0,82	77,18	-0,10	14,36	14,36	90,38

3.3.4. Yıkama Haslık Testi Sonuçları

Ozon ve konvansiyonel işlem görmüş numuneler 1:4 boyama konsantrasyonunda mordansız ve 5 farklı mordan maddesi ile 3 farklı doğal boya kaynağı kullanılarak boyanmış ve yıkama haslık testleri yapılmış ve sonuçlar tablolarda verilmiş

Tablo 3.23. Kenevir liflerinin 1:4 oranla ayva yapraklarıyla boyanması sonucu elde edilen renklerin yıkama haslık testi sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:4 Ayva Yaprağı		Mordan Tipi	Renk değişimi	Lekeleme					
					Asetat	Pamuk	Polyamid	Polyester	Akrilik	Yün
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	4/5	5	5	5	5	5	5
			Bakır II Sülfat	4/5	5	5	5	5	5	4/5
			Demir II Sülfat	4/5	5	5	5	5	5	4/5
			Potasyum Dikromat	4/5	5	5	5	5	5	5
			Kalay Klorür	4/5	5	5	5	5	5	5
			Şap	4/5	5	5	5	5	5	5
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	4	5	5	5	5	5	4/5
			Bakır II Sülfat	3/4	4/5	3/4	4/5	4/5	4/5	4/5
			Demir II Sülfat	3/4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
			Potasyum Dikromat	3	5	5	5	5	5	4/5
			Kalay Klorür	3/4	5	5	5	5	5	4/5
			Şap	3/4	5	5	5	5	5	4/5

Tablo 3.24. Kenevir liflerinin 1:4 oranla elma yapraklarıyla boyanması sonucu elde edilen renklerin yıkama haslık testi sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:4 Elma Yaprağı		Mordan Tipi	Renk değişimi	Lekeleme					
					Asetat	Pamuk	Polyamid	Polyester	Akrilik	Yün
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	4/5	5	5	5	5	5	5
			Bakır II Sülfat	4/5	5	4/5	5	5	5	5
			Demir II Sülfat	4/5	5	4/5	5	5	5	5
			Potasyum Dikromat	5	5	5	5	5	5	5
			Kalay Klorür	5	5	5	5	5	5	5
			Şap	4/5	5	4/5	5	5	5	5
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	5	5	5	5	5	5	5
			Bakır II Sülfat	4	5	4/5	4/5	5	5	5
			Demir II Sülfat	5	5	4/5	5	5	5	5
			Potasyum Dikromat	5	5	5	5	5	5	5
			Kalay Klorür	4/5	5	5	5	5	5	5
			Şap	4/5	5	4/5	5	5	5	5

Tablo 3.25. Kenevir liflerinin 1:4 oranla kayısı yapraklarıyla boyanması sonucu elde edilen renklerin yıkama haslık testi sonuçları

Birlikte Mordanlama	Boyama Konsantrasyonu 1:4 Kayısı Yaprağı		Mordan Tipi	Renk değişimi	Lekeleme					
					Asetat	Pamuk	Polyamid	Polyester	Akrilik	Yün
		Ozon esaslı ön terbiye	Mordansız	4/5	5	5	5	5	5	5
			Bakır II Sülfat	5	5	5	5	5	5	5
			Demir II Sülfat	5	5	5	5	5	5	5
			Potasyum Dikromat	5	5	5	5	5	5	5
			Kalay Klorür	5	5	5	5	5	5	5
			Şap	4/5	5	5	5	5	5	5
		Konvansiyonel ön terbiye	Mordansız	4/5	5	5	5	5	5	5
			Bakır II Sülfat	4/5	5	5	5	5	5	5
			Demir II Sülfat	5	5	5	5	5	5	5
			Potasyum Dikromat	5	5	5	5	5	5	5
			Kalay Klorür	5	5	5	5	5	5	5
			Şap	5	5	5	5	5	5	5

4. BÖLÜM

TARTIŞMA - SONUÇ ve ÖNERİLER

Tez çalışması sırasında gerçekleştirilen çalışmalara ait değerlerin bu bölümde tartışma, sonuç ve önerileri gerçekleştirilmiştir.

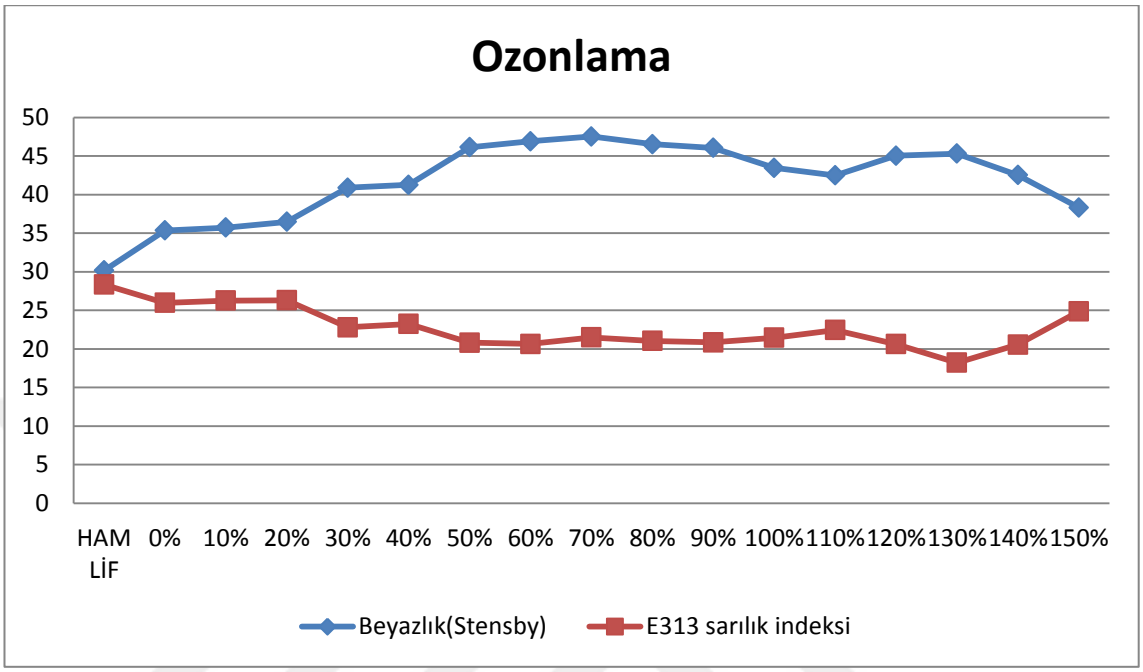
4.1. Kenevir Liflerinin Ozon Gazı ile Ön terbiyesinin Araştırılması

Kenevir liflerinin ekolojik ön terbiyesi çalışmasının ilk adımında, ozon gazı kullanılabilirliğini incelemek amacıyla lifler 2. bölümde verilen reçeteler ve deney planlarına göre ozonlanmış ve 3. bölümde numunelere ait sonuçlar verilmiştir. İlk olarak lif nem miktarı ardından ozonlama süresi ve nemlendirmede kullanılan suyun pH'ı test edilerek araştırılmıştır.

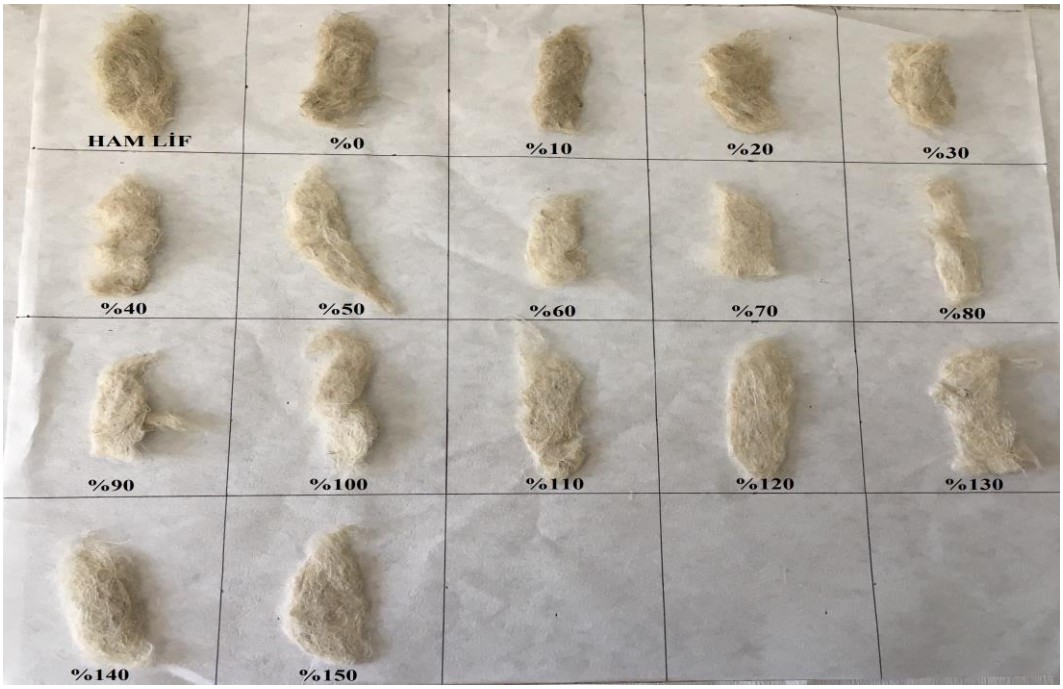
Kenevir lifi üretiminde amaçlanan beyazlığa ulaşmak için çeşitli kimyasallar daha önceki çalışmalarda kullanılmıştır. Bu çalışmada ise ekolojik bir yaklaşım olarak selüloz esaslı liflerin ağartılmasında kullanılabilen ozon gazı kullanımı amaçlanmıştır. Bu amaçla kenevir lifleri Af (alınan flotte oranı) %0'dan %150'ye kadar pH'ı 7 olan su ile emdirilmiş/nemlendirilmiş ve 5 dk. ozonlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Ozonlanmış numuneler 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminin ardından beyazlık-sarılık dereceleri, hidrofilite ölçümleri ve CIE L*a*b* ölçümleri yapılmış ve sonuçları bölüm 3'de verilmiştir.

Sonuçlardan yola çıkarak optimum sonuç yani en iyi beyazlık değerinin 47,53 stensby değeri ile Af: %70 emdirme (nemlendirme) sonrasında ozonlanmış numuneye ait olduğu belirlenmiştir. Şekil 4.1'de görüldüğü üzere beyazlık değerlerinin %0'dan %70'e doğru artmakta, %70 nem değerinden sonra tekrar düşme eğilimine girmektedir.

Numunelerin sarılık indekslerininde beyazlık değerleriyle paralel bir doğrultuda olduğu görülmektedir. Beyazlık arttığında sarılık değerleri azalmaktadır.

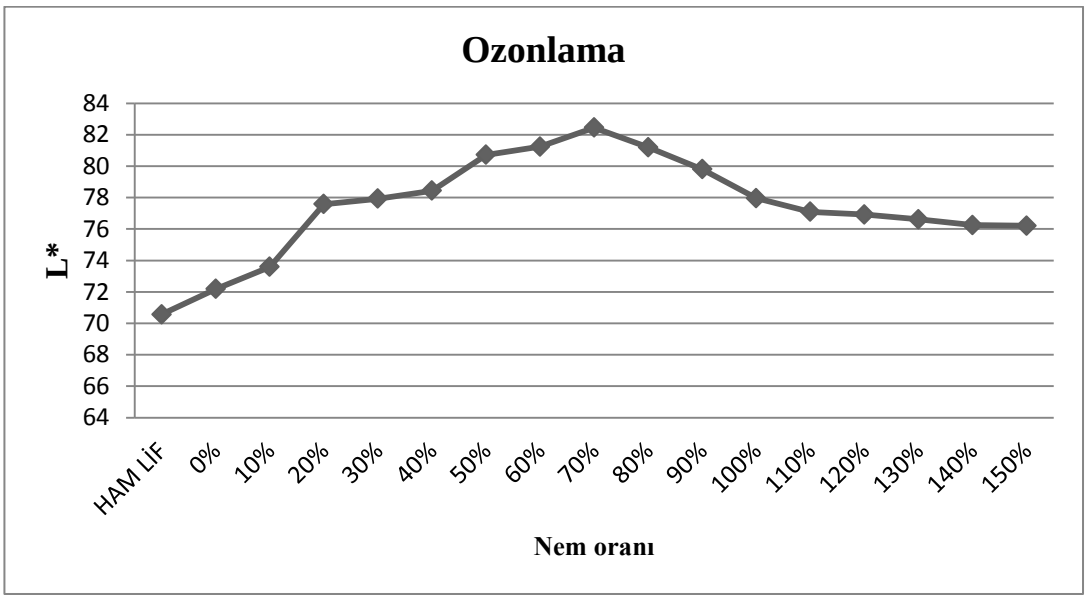


Şekil 4.1. Af: %0-%150 nem aralığında 5 dakika ozonlama sonucu beyazlık-sarılık değişimi



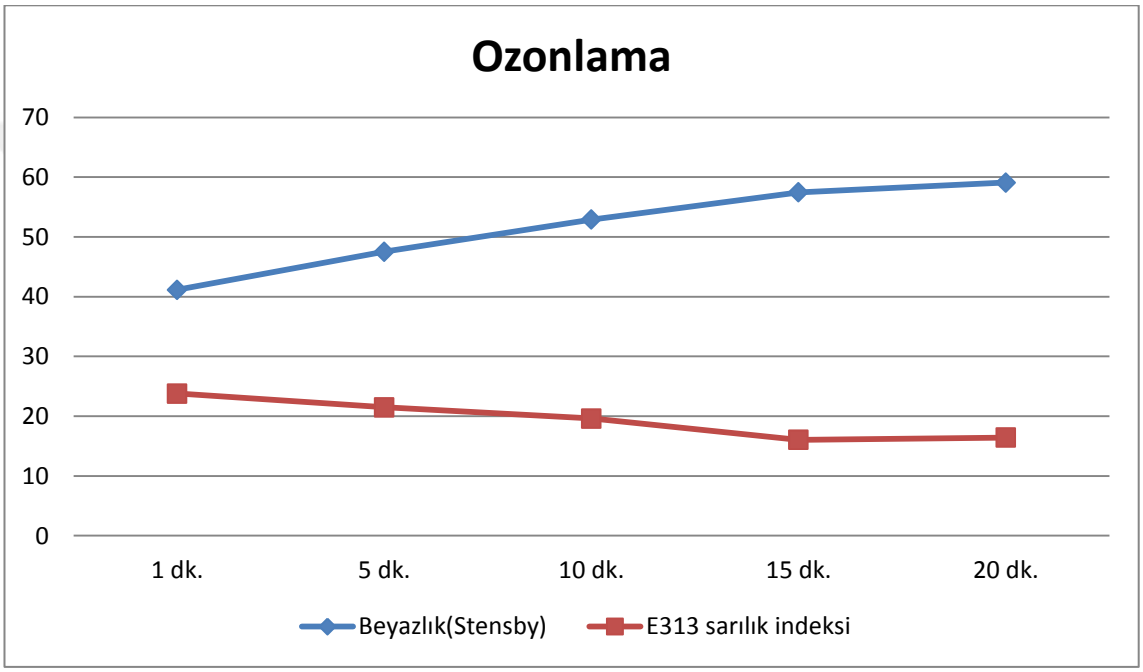
Şekil 4.2. Af: %0-%150 nem aralığında 5 dakika ozonlama sonucu beyazlık değişimine ait görüntü

L* renk açıklık-koyuluk değerlerine baktığımızda ise en açık rengin en iyi beyazlık derecesine sahip %70 nemlendirme sonrası ozonlanmış numunede olduğu ve 82,45 değerinin elde edildiği görülmüştür en düşük L* değeri ise %0 nemlendirme sonucunda 72,18 olarak gözlenmiştir. Bütün bu verilerden en yüksek beyazlığın optimum sonuç olarak belirlenen Af: %70 olacak şekilde su ile emdirme sonrası ozonlamada elde edildiği anlaşılmıştır. Daha önceki çalışmalarda selülozik materyallerin belirli nem oranlarında beyazlık derecelerinin arttığı ve renk açıklık değerlerinde artış meydana geldiği bildirilmiştir. Bu selülozun suyu absorblama yeteneği ile ilişkilendirilmektedir. Su ozon için katalizör veya çözgen gibi etki gösterebilir, hidrojenperoksit oluşumuna destek olabilir veya veya selülozdaki hidroksil gruplarını hidrolize edebilir. Su içeriği belli bir değerin altına düştüğünde selülozun oksidasyonunun güçleştiği belli değerlere kadar arttığında oksidasyonunun hızlı bir şekilde gerçekleştiğini belirtmişlerdir [45]. Hidrofilite sonuçlarını değerlerindiğimizde ise ham lif 19,97 sn ile en geç batma süresine sahip olduğu, ozonlanmış numunelerden ise en erken batma süresine sahip numunenin 12,18 sn ile %70 nemle ozonlamada elde edildiği gözlemlenmiştir. Ham lif ve ozonlanmış numuneleri karşılaştırdığımızda ozonlu numunelerin hidrofilitelerinin arttığı ve ozonlu numunelerin birbirlerine yakın hidrofilitelere sahip olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.3. Af: %0-%150 su ile emdirme (nem) aralığında 5 dakika ozonlama sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi

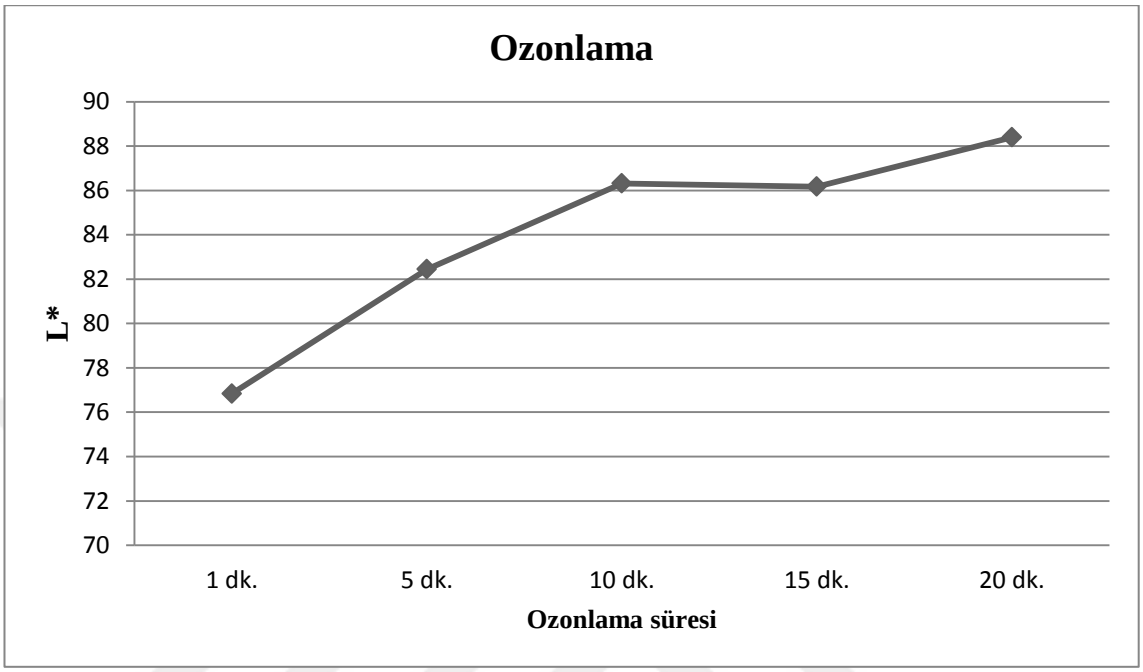
Çalışmanın devamında kenevir liflerinin ozonlama işleminde süre ve pH etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu amaçla daha önce belirlediğimiz %70 nem oranında sabit kalarak pH 7'deki su ile emdirilen numuneler farklı sürelerde ve süre 5 dk. iken farklı pH'larda su ile emdirildikten sonra ozonlama işlemine alınmışlardır. Ozonlanmış numuneler 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminin ardından beyazlık-sarılık dereceleri, hidrofilite ölçümleri ve CIE L* ölçümleri yapılmış ve sonuçları Şekil 4.4'de grafikte gösterilmiştir.



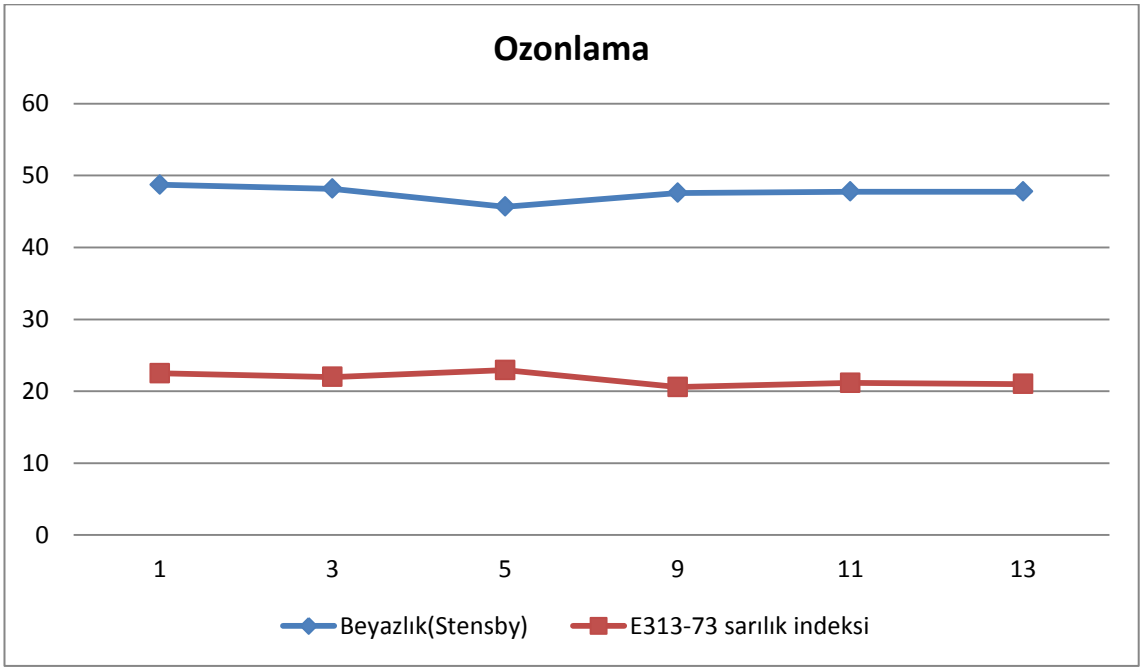
Şekil 4.4. pH: 7 Af: %70 olacak şekilde emdirme ardından farklı sürelerde ozonlama sonucu beyazlık-sarılık değişimi

Yukardaki grafiktede görüldüğü üzere pH'7 de 1 dakika çalışıldığında en düşük beyazlık değeri 41,15 olarak gözlemlenmiştir, 5 dakika çalışıldığında 47,53 beyazlık değeri, 10 dakika çalışıldığında 52,9 beyazlık değeri, 15 dakika çalışıldığında 57,46 beyazlık değeri ve son olarak 20 dakika çalışıldığında 59,09 beyazlık değeri elde edilmiştir. Sonuçlardan anlaşılacağı üzere beyazlık değerinin ozonlama süresi ile doğru orantılı olarak artmakta ve sarılık indekslerininde doğru orantıda azalmakta olduğu anlaşılmaktadır. L* renk açıklık-koyuluk değerlerine baktığımızda ise en açık rengin en iyi beyazlık değeri görülen 20 dakika ozonlama süresinde 88,40 olarak görülmüş en açık renk elde edilmiştir, en düşük L* değeri ise 1 dakika ozonlama süresinde 76,84

olarak görülmüş ve beklenildiği üzere en koyu renk elde edilmiştir. Hidrofilitelerine baktığımızda ise düzenli bir etki yaratmadığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.5. pH: 7 Af: %70 olacak şekilde emdirme ardından farklı sürelerde ozonlama sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi



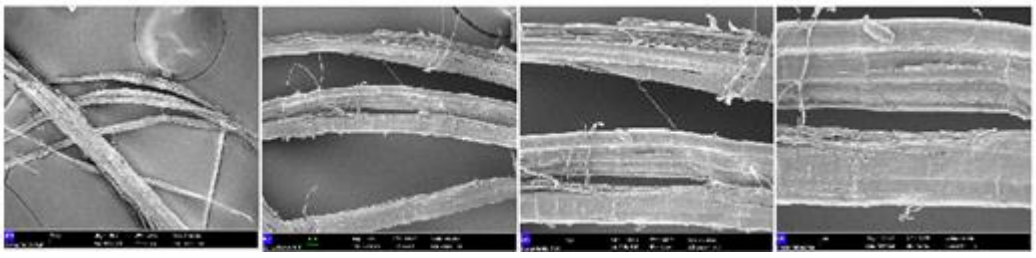
Şekil 4.6. Farklı pH'lardaki su ile Af: %70 olacak şekilde emdirme ardından 5 dk. ozonlama sonucu beyazlık-sarılık değişimi

Farklı pH'lar ile yapılan çalışmada birbirine çok yakın beyazlık-sarılık ve açıklık-koyuluk değerleri elde edilmiştir. En yüksek beyazlık değeri 48,72 ile pH 1 iken yapılan çalışmada gözlemlenmiş en düşük beyazlık derecesi ise 45,66 ile pH 5 iken yapılan çalışmada gözlemlenmiştir. Bu sonuçlardan beyazlık değeri 47,53 olan optimum sonuç olarak belirlediğimiz pH 7 ile çalışmanın doğru olduğu gözlemlenmiştir. L* renk açıklık-koyuluk değerlerine baktığımızda ise en açık rengin en iyi beyazlık değeri görülen pH 1 iken yapılan çalışmada 83,78 olarak görülmüş en açık renk elde edilmiştir, en düşük L* değeri ise pH 9 iken yapılan çalışmada 81,49 olarak gözlemlenmiştir. Kenevir liflerini ozonlamada pH'ı değiştirmenin değerlerde çok farklı değişkenlikler göstermediği ancak asidik çalışmanın biraz daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Hidrofilitelerine bakıldığında en iyi batma süresi 10,33 saniye ile en iyi beyazlık ve L* değerine sahip pH 1 iken yapılan çalışmada gözlemlenmiştir.

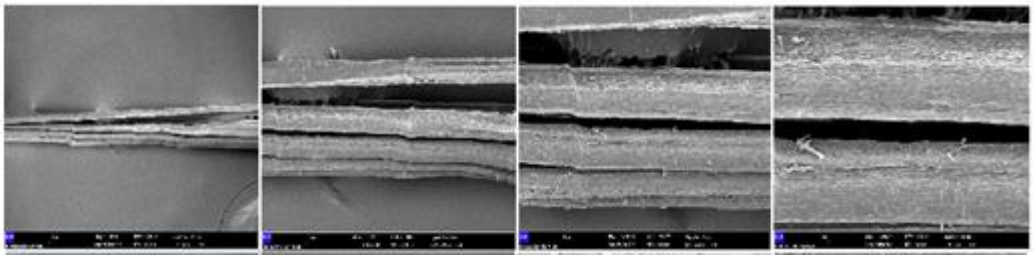
Sonuçlara genel olarak bakıldığında çalışma süresinin ozonlama tekniğine pozitif yönde etkisi olduğu gözlemlenmiştir. Ozonlama işleminde pH değerinden, çalışma süresinin daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

SEM Analizi

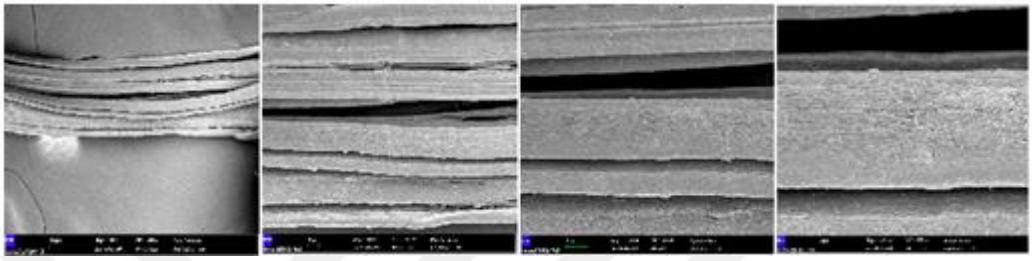
Hiçbir işlem görmemiş ham kenevir lifi, %70 nem oranında pH'ı 7 olan su ile nemlendirilmiş ve 15 dk. ozonlanmış kenevir lifi ve 60 dk. konvansiyonel işlem görmüş kenevir liflerine SEM analizi yapılmış olup Şekil 4.8, Şekil 4.9 ve Şekil 4.10'da SEM görüntüleri verilmiştir.



Şekil 4.7. Ham kenevir lifine ait SEM görüntüleri



Şekil 4.8. Konvansiyonel işlem görmüş kenevir lifine ait SEM görüntüleri



Şekil 4.9. Ozonlanmış kenevir lifine ait SEM görüntüleri

SEM görüntüleri incelendiğinde ham kenevir liflerinin görüntülerinin daha temiz ve net olduğu gözlemlenmiştir. Konvansiyonel işlem görmüş kenevir lifleri ve ozonlanmış kenevir lifleri yüzeyinde hafif film tabakası gitmiş gibi gözlemlenmiştir. Konvansiyonel işlem görmüş ve ozonlanmış numuneler arasında beklenilen düzeyde birbirine benzer şekilde yüzey de temizlenme görülmüştür. Temel anlamda lif morfolojik yapısının çok değişmediği gözlemlenmiştir.

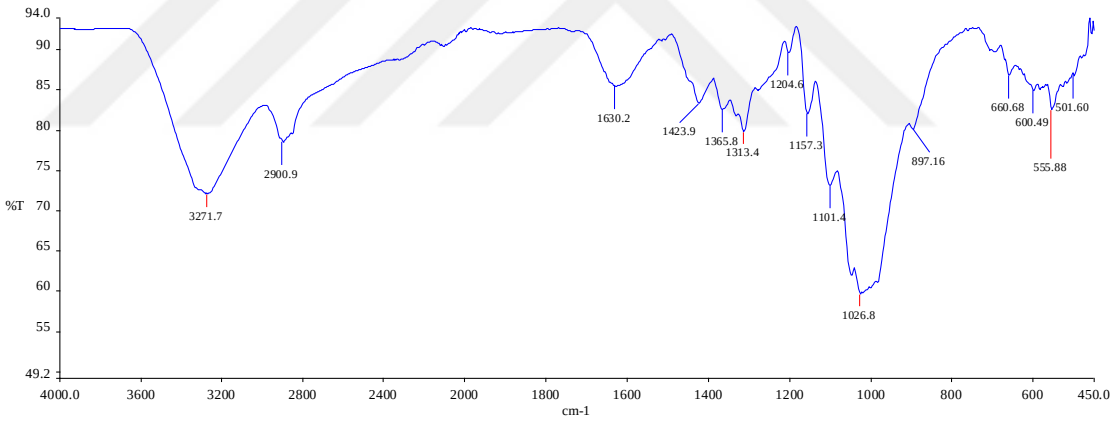
FT-IR Spektoskopisi

Hiçbir işlem görmemiş ham kenevir lifi, Af: %70 oranında pH'ı 7 olan su ile emdirilmiş ve 15 dk. ozonlanmış kenevir lifi ve 60 dk. konvansiyonel işlem görmüş kenevir liflerin ATR absorbsiyon spektroskopisi sonuçlarına bakılmış ve karşılaştırılmaları yapılmıştır. Sonuçlar şekil 4.10, şekil 4.11 ve şekil 4.12'de verilmiştir.

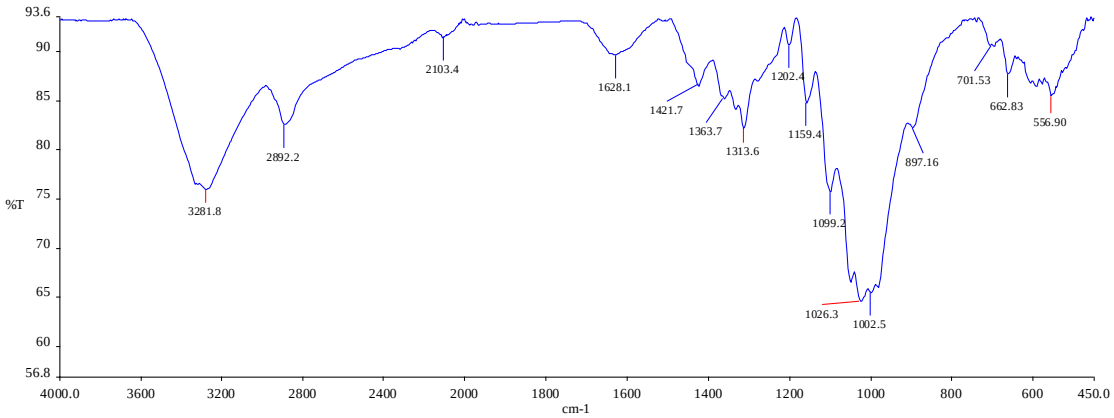
Analiz sonuçlarında 3350 ve 2960 cm^{-1} deki geniş zirveler, selüloz ve hemiselülozun O-H gerilmesine ve C-H simetrik gerilmesine karşılık gelir. 1600 – 1635 cm^{-1} selülozda O-H deformasyonu ile ilişkilendirilmektedir. Ham kenevir lifi spektrasında 1630,1 cm^{-1} deki bant konvansiyonel işlem ve ozonlama işlemi sonrası 1628,1 cm^{-1} e kaymıştır. Bu durum ozonlama sırasında O-H deformasyonu meydana geldiğini göstermektedir. 1423 cm^{-1} deki tepe H-CH and O-CH gerilmelerine karşılık gelmektedir. 1361-1368 cm^{-1} selüloz C-H deformasyon titreşimlerine karşılık gelir. Ozonlama ve konvansiyonel

işlem sırasında CH_2 ve CH_3 gerilme modlarının –CH deformasyonuna uğradığı düşünülmektedir. 1313-1314 cm^{-1} arası CH_2 deformasyon titreşimleri olduğunu göstermektedir. 1204-1199 cm^{-1} C–O–C simetrik gerilme, OH düzlemi deformasyonuna karşılık gelmektedir. 1152-1158 cm^{-1} C–O–C asimetrik gerilme titreşimleri ile ilişkilendirilmektedir. 950-1050 cm^{-1} civarındaki pikler C–C, C–OH ve C–H halkasına ve selüloz ve hemiselülozun yan gruplarına karşılık gelir. 500-600 cm^{-1} civarında zirveler dikkate değer biçimde gözlenmiştir. Bunlar aromatiklerin CH gerilmelerine karşılık gelir [70].

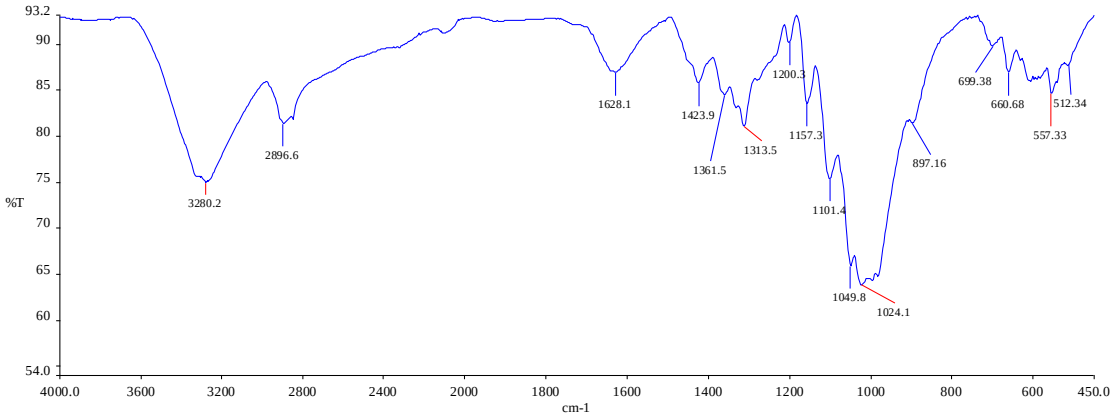
FT-IR sonuçlarına baktığımızda ozonlamadan sonra ve konvansiyonel işlemden sonra ham lif sonuçlarından farklı olarak yüzey oksidasyonunun gerçekleşmesi sonucunda selülozdaki hidroksil grubu derinliğinde bir azalma (eğilim) olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum alkol gruplarının azaldığını gösterir ki oksidatif işlemlerde alkoller karboksilik asitlere kadar dönüşüme uğrar ve selüloz da değişimi meydana getirir.



Şekil 4.10. Ham kenevir lifine ait FT-IR sonuçları



Şekil 4.11. Konvansiyonel işlem görmüş kenevir lifine ait FT-IR sonuçları



Şekil 4.12. Ozonlanmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları

4.2. Kenevir Liflerinin Ön Terbiyesinde Ozon gazı Kombinasyonlarının Araştırılması

Çalışmanın bu bölümünde klasik olarak ozon gazı kullanımına ek olarak alternatif yöntemler araştırılmıştır.

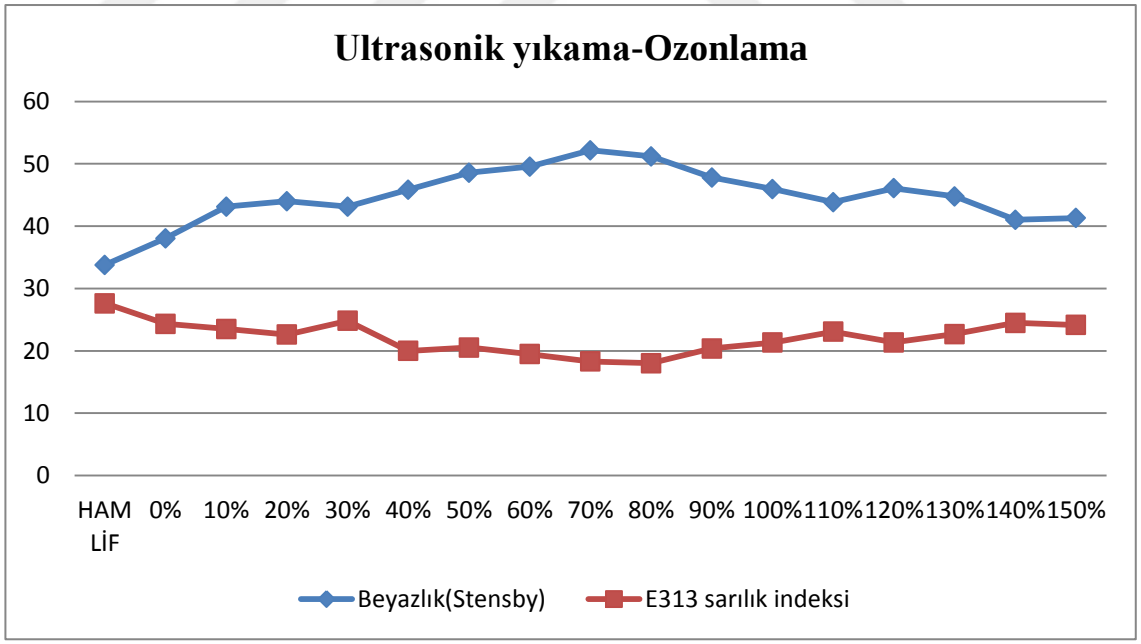
4.2.1. Kenevir Liflerinin Konvansiyonel Ağartılması

Karşılaştırma yapmak ve boyama adımlarında kullanmak amacıyla yapmış olduğumuz konvansiyonel yöntem ile ağartma işlemimiz sonucunda 90 °C' de 60 dakika işlem görmüş numuneler boyamada kullanmak üzere belirlenmişlerdir. Bu numunelerin beyazlık değeri 58,92 L* değeri ise 89,10 olarak gözlemlenmiştir. Hidrofilitelerine baktığımızda ise batma süresi 1,61 saniye olarak gözlemlenmiştir.

4.2.2. Ozon gazı – Ultrasonik Banyo Kombinasyonu

Kombinasyon çalışmalarımızın birincisinde Tablo 2.2'de verilen ultrasonik banyo reçetesine göre hazırlanan banyoda ön yıkama yapıldıktan sonra numuneler 45 °C' de 5 dk. ve soğuk suyla 5 dk. durulanmış ardından oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra numuneler pH 7'de %0-%150 nemlendirme aralığında nemlendirilip 5 dakika ozonlama işlemine tabi tutulmuşlardır. Ozonlanmış numuneler daha sonra 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminin ardından beyazlık-sarılık dereceleri, hidrofilite ölçümleri ve CIE L* ölçümleri yapılmış ve sonuçları bölüm 3'de yer almaktadır.

Elde edilen verilere bakıldığında klasik ozonlama işlemiyle karşılaştırıldığı zaman alternatif olarak ön yıkama yapıldığında genel olarak beyazlık derecelerinde artma, sarılık indekslerinde aynı doğrultuda azaldığı görülmektedir. Daha önce optimum sonuç olarak belirlediğimiz Af: %70 emdirme/nemlendirme oranına bakıldığında klasik ozonlama işleminde en iyi beyazlık değeri 47,53 stensby olarak görülmüşken yine Af: %70 emdirme/nemlendirme oranında ultrasonik banyo ile ön yıkama yapılan ozonlamada en iyi beyazlık değeri 52,16 stensby olarak gözlemlenmiştir. L* değerlerine baktığımızda ise yine Af: %70 emdirme/nemlendirme oranında ön yıkamasız ozonlama işleminde 82,45 görülmüşken %70 nemlendirme oranında ultrasonik banyo ile ön yıkama yapılan ozonlamada 84,32 olarak gözlemlenmiştir. Hidrofilite sonuçlarını değerlendirdiğimizde ise klasik ozonlama işleminde en düşük batma süresi Af: %70 emdirme/nemlendirme sonrası 12,18 sn olarak görülmüşken ultrasonik banyo ile ön yıkama yapılan ozonlamada en iyi batma süresi %70 nemlendirme yapılmış numunede 0,92 sn olarak gözlemlenmiştir. Hidrofilite ölçümlerine göre ön yıkamalı işlemde batma sürelerinde ciddi şekilde artış gözlemlenmiştir.



Şekil 4.13. Ozon gazı – ultrasonik banyo kombinasyonu sonucu beyazlık-sarılık değişimi



Şekil 4.14. Ozon gazı – ultrasonik banyo kombinasyonu sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi

Tüm sonuçlara baktığımızda ultrasonik banyo ile ön yıkama yapılan ozonlama işlemindeki beyazlık değerlerinin klasik ozonlama işlemindeki değerlere göre 3-4 puan arttığı, L açıklık-koyuluk değerlerininde yine aynı şekilde ultrasonik banyo ile ön yıkama yapılan ozonlama işleminde 2-3 puan arttığı hidrofilite sonuçlarına bakıldığında ise yaklaşık 10 sn batma sürelerinde düşüş olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde ultrasonik banyo-ozonlama kombinasyonunun olumlu etkisi olduğu görülmüştür.

4.2.3. Ozon gazı – Hidrojen Peroksit Kombinasyonu

Kombinasyon çalışmalarının bir diğerinde ise kenevir lifleri Şekil 2.5'de verilen reçetelerdeki gibi pH:7, pH:11 ve 4 g/L, 40 g/L NaOH ile hazırlanmış 4 farklı su içerisine ayrı ayrı denemelerde 40mL/L H_2O_2(%50) ve 80mL/L H_2O_2(%50) konularak oluşturulan karışımlar hazırlanmıştır. Bu karışımlarla numuneler Af: %70 oranında emdirildikten/nemlendirildikten sonra 5dk-10dk-15dk sürelerde ozanlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından 2.bölümde ifade edilen ard işlemler uygulanmıştır.

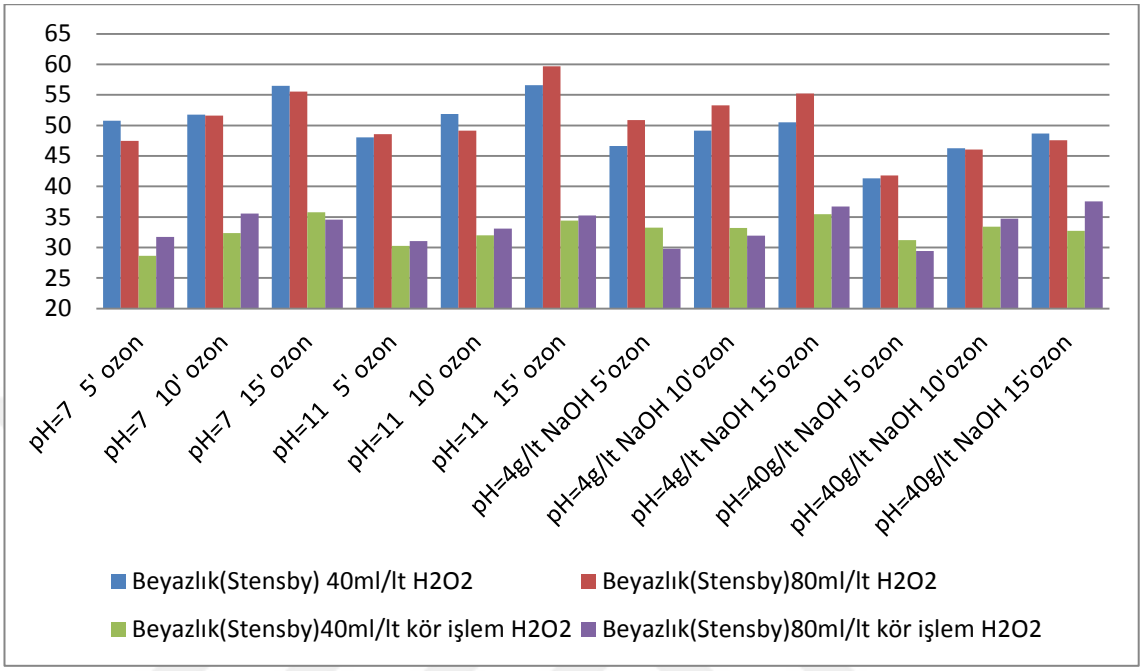
Karşılaştırmak üzere pH:7, pH:11 ve 4 g/L - 40 g/L NaOH ile hazırlanmış 4 farklı su içerisine 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2(%50) konularak oluşturulan karışımlarla numuneler

Af: %70 olacak şekilde emdirilerek/nemlendirilerek 5dk-10dk-15dk sürelerde oda sıcaklığında bekletilmiş ve ardından 2.bölümde belirtilen ard işlemler uygulanmıştır. Bu sayede ozonsuz kör işlem uygulaması da gerçekleştirilmiştir. Bu denemeler sonrasından elde edilen beyazlık(stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L* değerlerine bakılmış ve bölüm 3'de sunulmuştur.

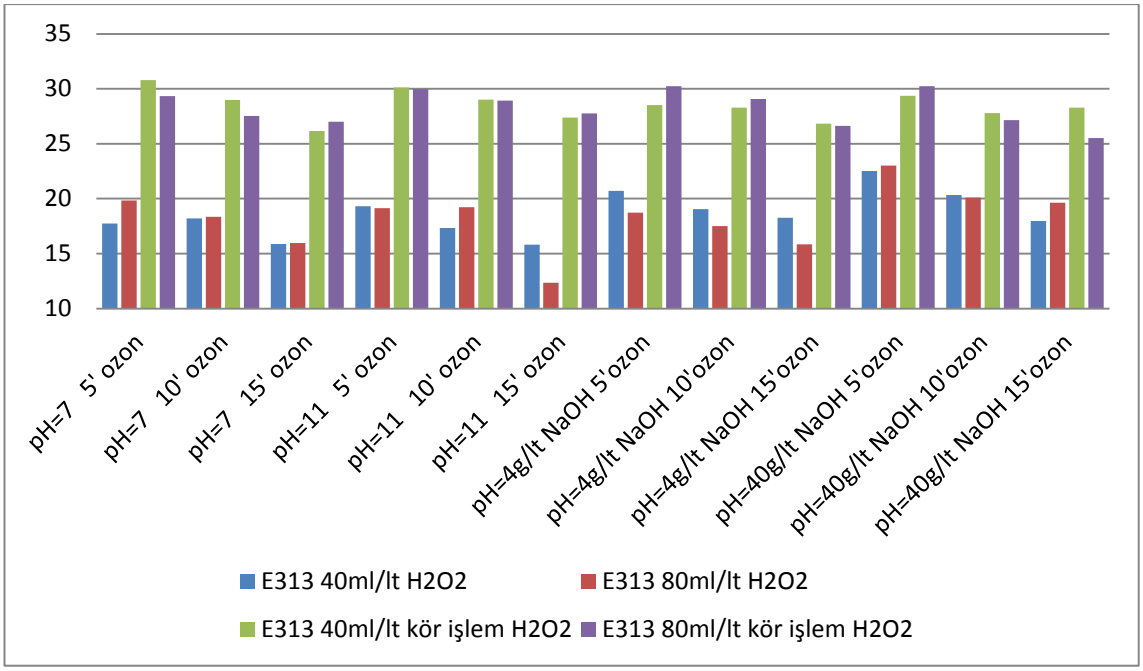
Aşağıdaki beyazlık değerlerine baktığımızda farklı pH, farklı NaOH miktarı ve farklı H_2O_2 miktarında dahi işlem süresinin arttıkça beyazlığın arttığı tekrardan görülmektedir. En yüksek beyazlık değerine pH 11'de 80mL/L H_2O_2(%50) kullanılarak hazırlanmış karışımla Af: %70 oranında emdirilmiş/nemlendirilmiş 15 dk. ozonlanmış numunede 59,66 olarak gözlemlenmiştir. Ozonlama işlemi uygulanmış denemelerde en iyi beyazlık değerleri pH 11'de 80mL/L H_2O_2(%50) kullanılarak hazırlanmış karışımla %70 nemlendirilmiş 15 dk. ozonlanmış numunelerde gözlemlenmiştir. Genel olarak sonuçların pH 11 de en yüksek değerlere ulaştığı gözlemlenmiştir. Kullanılan NaOH miktarı arttıkça beyazlık değerlerinin ters orantılı olarak düştüğü gözlemlenmiştir. Kullanılan H_2O_2(%50) miktarı arttıkça beyazlık değerleri ise çok az miktarda artmıştır. En iyi beyazlık derecesine sahip pH 11'de hazırlanmış 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2(%50) karışımla Af: %70 oranında emdirilmiş/nemlendirilmiş 15 dk. ozonlanmış numunelere bakarsak 40mL/L H_2O_2(%50) kullanılarak nemlendirilmiş numuneye ait beyazlık değeri 56,56 olarak gözlemlenmiş 80mL/L H_2O_2(%50) kullanılarak nemlendirilmiş numuneye ait beyazlık değeri 59,66 olarak gözlemlenmiştir. Kör işlemlere baktığımızda ise ozonlamanın beyazlık için önemli bir etki sağladı net bir şekilde görülmektedir. Kör işleme ait en iyi beyazlık değeri 40g/L NaOH ve 80mL/L H_2O_2(%50) kullanılarak 15 dk. bekletilen numunede 37,52 olarak gözlemlenmiştir ve ozonlanmış numunelere ait en düşük beyazlık derecesine dahi yakın bir değer sergileyememiştir.

Sarılık değerlerine ait grafikte görüldüğü gibi beyazlık değerlerinin artmasıyla sarılık değerleri aynı doğrultuda aşağı yönde ilerlemektedir. Beyazlık değerlerinin düşük olduğu numunelerde ise sarılık değerlerinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. En iyi beyazlık derecesine sahip pH 11'de hazırlanmış 80mL/L H_2O_2(%50) karışımla %70 nemlendirilmiş 15 dk. ozonlanmış numuneye bakarsak 12,35 sarılık değeri ile en düşük sarılığa sahip numune olduğu görülmektedir. En yüksek sarılık değeri 30,79 en düşük beyazlık değeri 28.61'e sahip olan pH 7'de 40mL/L H_2O_2(%50) kullanılan karışımla

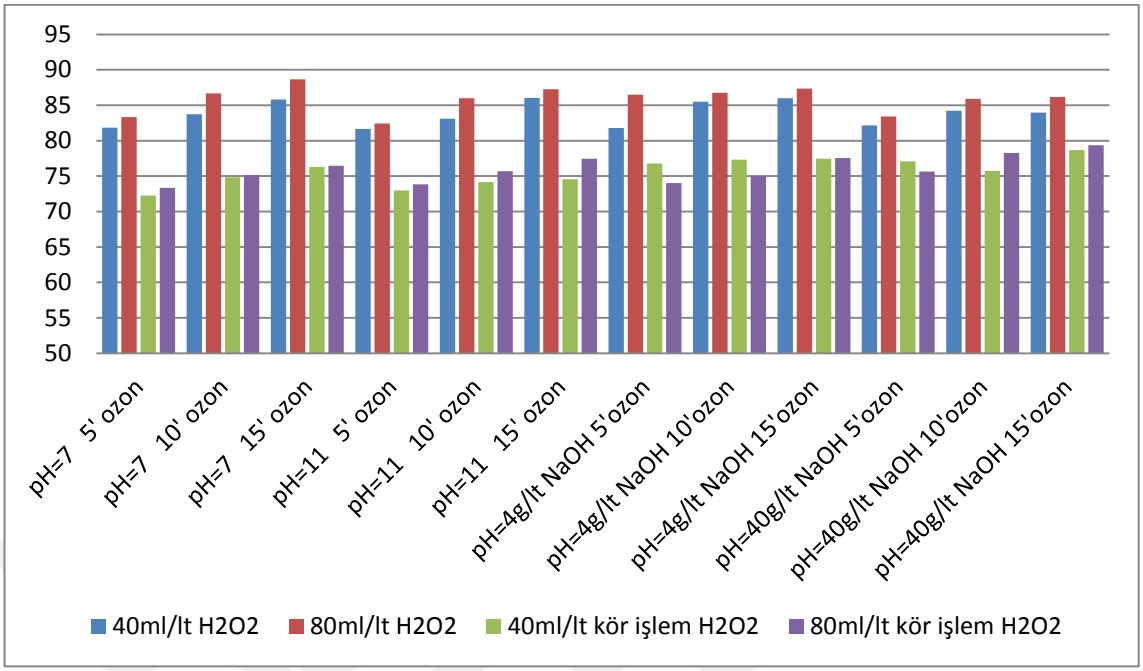
%70 nemlendirilmiş 5 dk. bekletilmiş kör işleme ait ozonlanmamış numunede gözlemlenmiştir.



Şekil 4.15. Ozon gazı – 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kombinasyonu ve 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kör işlemleri sonucu beyazlık değişimi



Şekil 4.16. Ozon gazı – 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kombinasyonu ve 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kör işlemleri sonucu E313 sarılık indeksi değişimi



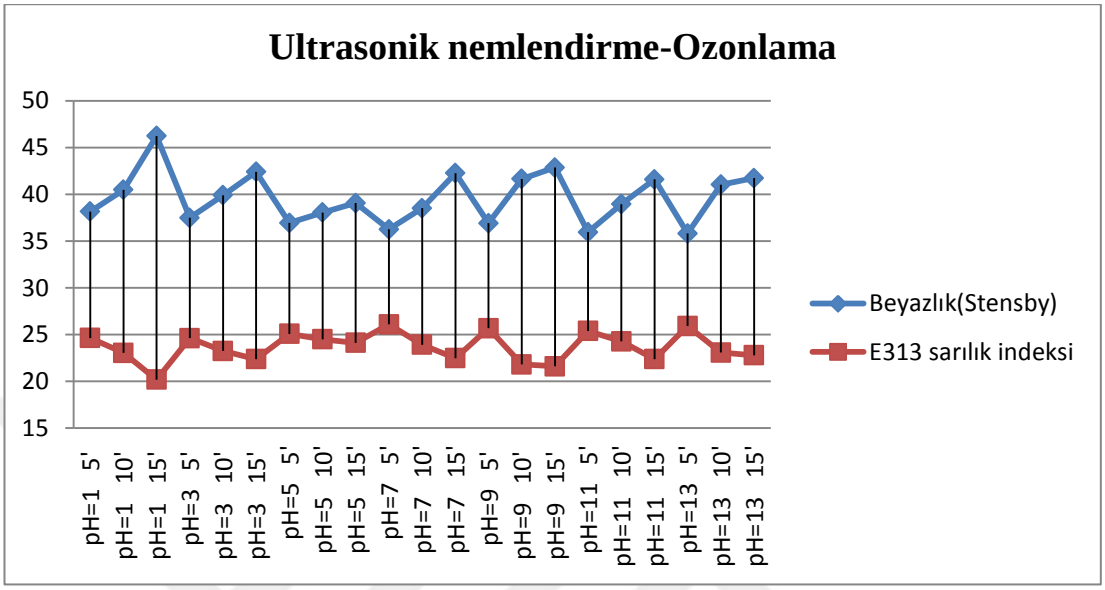
Şekil 4.17. Ozon gazı – 40mL/L-80ml/lt hidrojen peroksit kombinasyonu ve 40mL/L-80mL/L hidrojen peroksit kör işlemleri sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi

L* açıklık-koyuluk değerlerine baktığımızda ise 80ml/lt hidrojen peroksit ile yapılmış numunelerin daha yüksek L* değerlerine ve daha açık renklere ulaştığı görülmüştür. En yüksek L* değeri ve en açık rengin pH 7 ve 80ml/lt hidrojen peroksit kullanılan 15 dk. ozonlama süresi yapılan numunede 88,67 L* olarak gözlemlenmiştir. İşlem süresinin diğer değişkenlere göre daha etkili olduğu L* değerleri grafiğinde de net bir şekilde görülmüştür. Kullanılan NaOH miktarı arttıkça açıklık-koyuluk değerlerinin düştüğü gözlemlenmiştir. Hidrofilitelerine baktığımızda ise kör işleme ait batma sürelerinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Klasik ozonlama yöntemine göre kör işlem batma sürelerinin daha düşük H_2O_2(%50) kullanılmış ozonlanmış numunelerin ise batma süreleri daha yüksek olduğu söylenebilir.

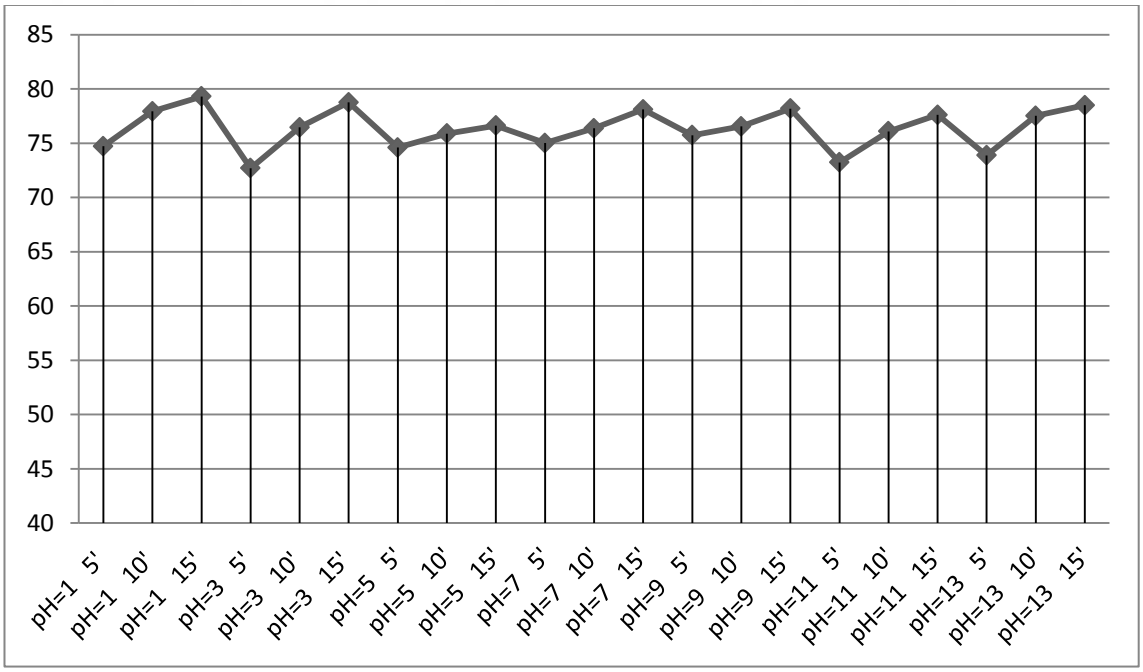
4.2.4. Ozon gazı – Ultrasonik Nemlendirme Kombinasyonları

Ozon gazı kombinasyonunun üçüncüsünde ise kuru kenevir lifleri ozonlama haznesine yerleştirilmiş, pH değerleri sırasıyla 1-3-5-7-9-11-13 olan sular ayarlanarak ultrasonik nemlendirici haznesine konulmuş ve ozon jenarötürü ile aynı anda ultrasonik nemlendirici çalıştırılarak sırasıyla 5dk-10dk-15dk sürelerde ultrasonik nemlendirme ile ozonlama işlemi gerçekleştirilmiştir. Ardından numuneler oda sıcaklığında kurumaya

bırakılmıştır. Beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L* değerlerine bakılmış sonuçlar bölümde 3'de verilmiştir.



Şekil 4.18. Ozon gazı – ultrasonik nemlendirme kombinasyonu sonucu beyazlık-sarılık değişimi



Şekil 4.19. Ozon gazı – ultrasonik nemlendirme kombinasyonu sonucu L* açıklık-koyuluk değişimi

En yüksek beyazlık derecesine pH 1'de 15 dk. işlem görmüş numunede 46,23 olarak görülmüş ve yine aynı numunede en düşük sarılık değeri 20,19 olarak gözlemlenmiştir. En düşük beyazlık derecesi pH 13'de 5 dk. işlem görmüş numunede 35,82 olarak görülmüş ve beklenildiği gibi en yüksek sarılık değeri de bu numunede 25,92 olarak görülmüştür. Bunun sonucunda en açık renkte pH 1'de 15 dk. işlem görmüş numunede 79,3 L* değeri ile görülmüştür.

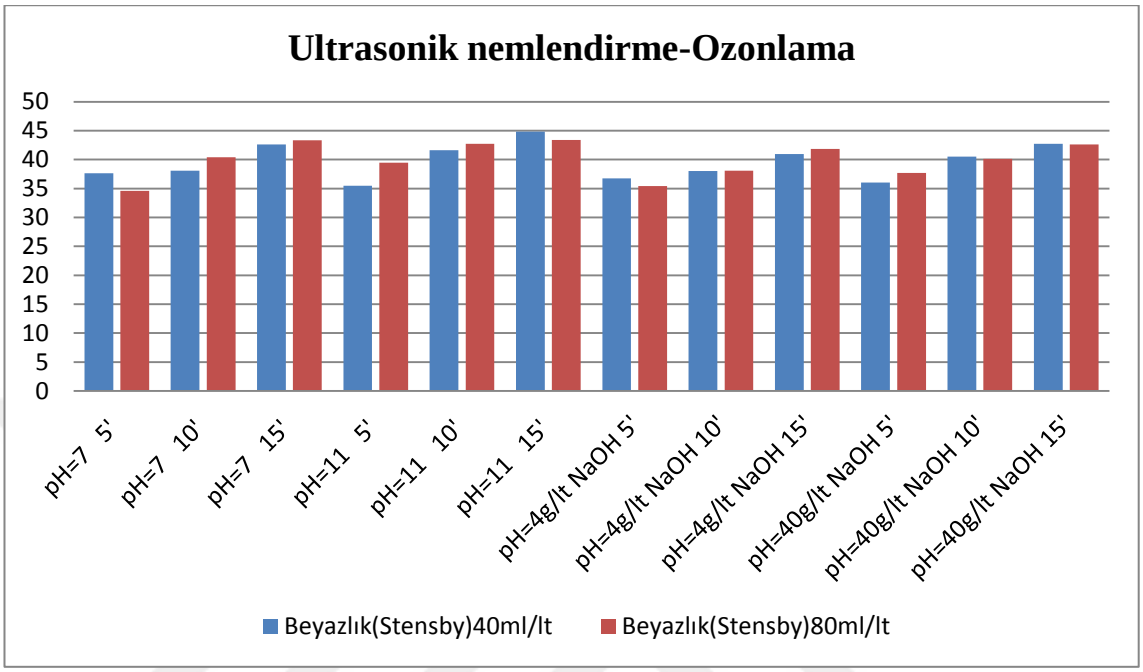
Daha önceki denemelerdeki gibi yine en iyi sonuçlara asidik ortamda çalışıldığında ulaşılmıştır. Tüm pH ortamlarında en düşük beyazlık değerleri 5 dk. işlem görmüş numunelerde tespit edilmiştir. Ultrasonik nemlendirme ve ozonlama işlemi sonucunda da beklenildiği gibi işlem süresi arttığında beyazlık derecelerinde yine artış sarılık değerlerinde düşüş gözlemlenmektedir. Hidrofilitelerine baktığımızda klasik ozonlamadan çok farklı sonuçlar görülmemiştir.

Ozon gazı ultrasonik nemlendirme kombinasyonu ikinci çalışmasında ise ultrasonik nemlendiricinin haznesine konulan karışım pH:7 ve pH:11 ve 4 g/L - 40 g/L NaOH olan 4 farklı su içerisine %50 derişik 40mL/L ve 80mL/L H_2O_2 konularak hazırlanmış ve 5dk-10dk-15dk sürelerde kuru numunelere ultrasonik nemlendirme ve ozonlama işlemi birlikte gerçekleştirilmiştir. Ardından elde edilen beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L* değerlerine bakılmıştır.

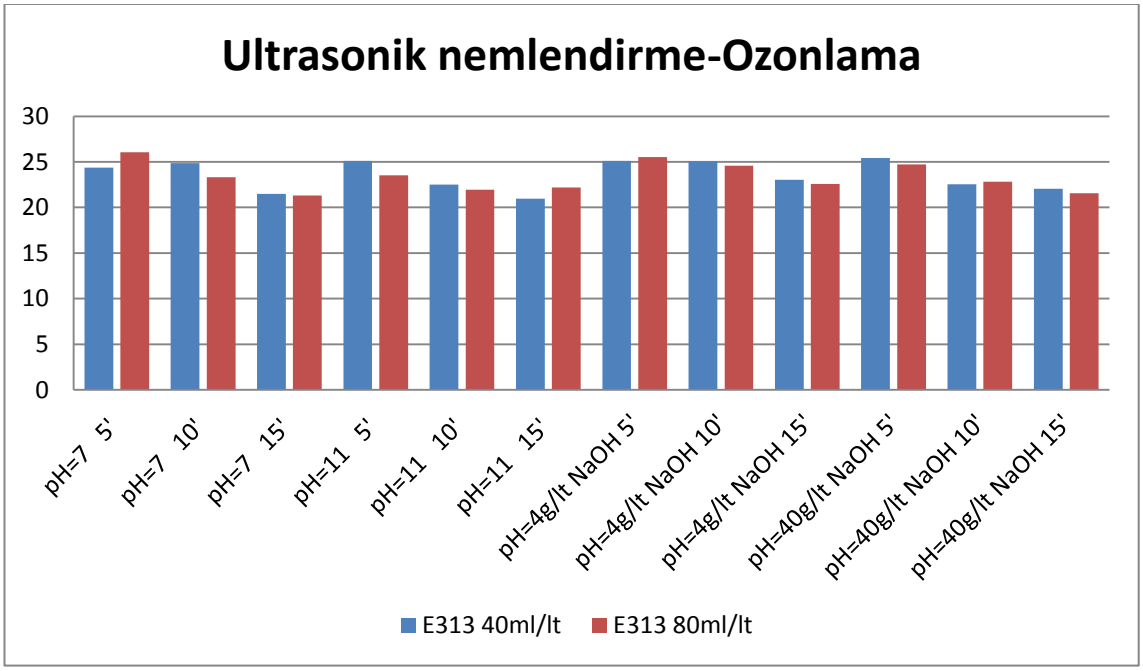
Kurudan işleme alınan numunelere ait beyazlık derecelerine bakıldığında en yüksek beyazlık değeri 40ml/lt hidrojen peroksit ile hazırlanmış nemlendirme karışımında pH 11'de 15 dk. işlemde 44,86 değeri ile gözlemlenmiştir daha önceki çalışmalarda %70 nemlendirilmiş ve ozonlanmış 40mL/L hidrojen peroksit ile pH 11'de 15 dk. işlemde 56,56 değeri gözlemlenmiştir burdan da kurudan girerek ultrasonik nemlendirme yapmanın, işlem öncesi nemlendirerek ozonlamaya göre daha düşük beyazlık derecesi elde edildiği görülmüştür. Tüm pH şartlarında ve tüm hidrojen peroksit miktarlarında ozonlama süresinin etkili bir değişken olduğu sonucuna varılmıştır.

Sarılık değerleride beklenildiği gibi beyazlık derecesi artışı ile doğru oranda azalmıştır. En düşük sarılık değeri en yüksek beyazlık derecesine sahip pH 11'de 40 ml/lt hidrojen peroksit kullanılmış ve 15 dk. ozonlanmış numunede 21,00 olarak gözlemlenmiştir. En yüksek sarılık değerine bakıldığında ise pH 7'de 80 ml/lt hidrojen peroksit kullanılmış

ve 5 dk. ozonlanmış numunede 26,06 olarak gözlemlenmiştir. Değişik pH şartları beyazlık ve sarılık değerlerinde çok farklı sonuçlar göstermemiştir.



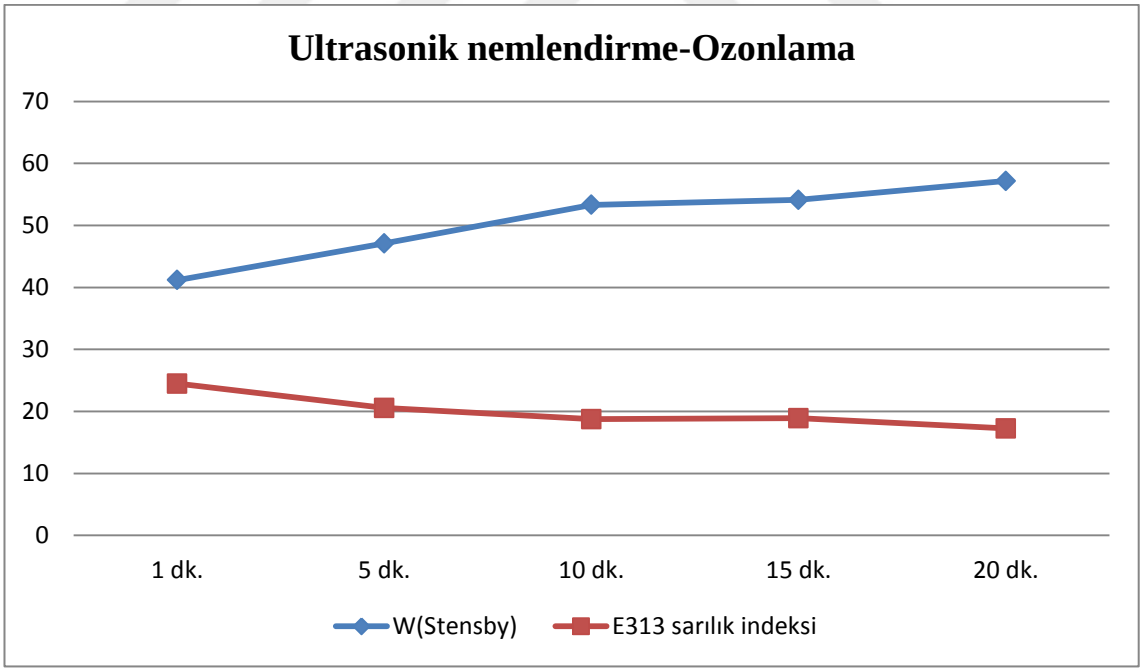
Şekil 4.20. Ozon gazı – hidrojen peroksit ile ultrasonik nemlendirme kombinasyonu sonucu beyazlık değişimi



Şekil 4.21. Ozon gazı – hidrojen peroksit ile ultrasonik nemlendirme kombinasyonu sonucu sarılık değişimi

Açıklık-koyuluk değişimine baktığımızdada yine aynı numunede pH 11'de 40ml/lt hidrojen peroksit ile hazırlanmış nemlendirme karışımında 15 dk. ozonlama işleminde en açık rengin yani en yüksek değerin 79,71 L* olduğu gözlemlenmiştir. En düşük L* değeri ve en koyu renk ise pH 11'de 40ml/lt hidrojen peroksit ile hazırlanmış nemlendirme karışımında 5 dk. ozonlama işleminde 70,77 L* olarak gözlemlenmiştir.

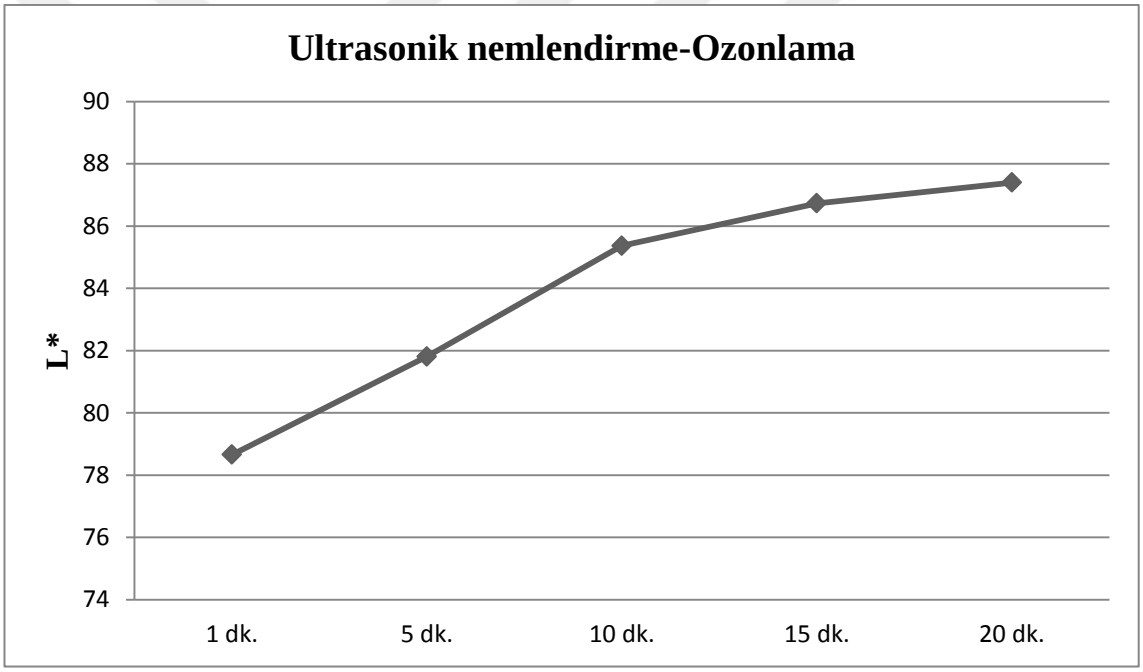
Bölüm 2'de ifade edildiği gibi ozon gazı ultrasonik nemlendirme kombinasyonunun araştırılması esnasında ayrıca pH'ı 7 olan su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş/nemlendirilmiş numuneler ardından haznesinde pH'ı 7 su bulunan ultrasonik nemlendiriciden beslenen nem ve ozon jenaratöründen beslenen ozon gazı ile 1dk-5dk-10dk-15dk-20dk sürelerinde işleme alınmışlardır ve ardından 45°C'deki su içerisinde 5 dk. yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmışlardır. Numunelerin beyazlık (stenbsy), sarılık dereceleri ve CIE L* değerlerine bakılmış ve değerler bölüm 3'de verilmiştir. Bu verilerden yararlanarak hazırlanan grafikler ve tartışmalar ise bu kısımda sunulmuştur.



Şekil 4.22. %70 nemlendirilmiş ve ultrasonik besleme ile ozonlama sonucu numunelere ait beyazlık-sarılık değişimi

Grafiktede görüldüğü gibi ozonlama süresi arttıkça beyazlık derecesi artmaktadır. Sarılık değerleride beyazlıkla ters orantılı olarak azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek

beyazlık 20 dk. işlem süresinde 57,16 stensby olarak, en düşük sarılık değeri ise yine 20 dk. işlem süresinde 17,25 olarak gözlemlenmiştir. Ultrasonik nemlendirme yapılmadan pH'ı 7 olan su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş 20dk ozonlanmış numunenin beyazlık değeri 59,09 aynı numunenin sarılık değeri ise 16,41 olarak 3.bölümde tablo 3.2'de verilmiştir. Burdan yola çıkarak klasik ozonlamaya ek olarak yapılan ultrasonik nemlendirmenin pozitif etkisi görülmemiştir. Hidrofilitelerine baktığımızda ise 20 dk. işlem görmüş numuneler karşılaştırıldığında klasik ozonlama ile yapılmış numunenin batma süresi 13,83 sn. olarak tablo 3.2'de gözlemlenmiştir. Fakat ultrasonik nemlendirme ve ozonlama işlemi yapılan numunenin batma süresi 13,45 sn olarak ölçülmüş sınırlı bir avantajın olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.23. %70 nemlendirilmiş ve ultrasonik besleme ile ozonlama sonucu numunelere ait L* açıklık-koyuluk değişimi

Beyazlık derecesine paralel olarak beklenildiği gibi en açık renk 87,4 L* değeri ile 20 dk. işlem görmüş numunede elde edilmiştir. Yine ultrasonik nemlendirme yapılmadan pH'ı 7 olan su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş 20dk ozonlanmış numuneye baktığımızda L* değeri 88,4 tablo 3.2'de gözlemlenmiştir. Dolayısıyla ultrasonik nemlendirmenin klasik ozonlamaya göre L* değerinde olumlu etki yaratmadığı gözlemlenmiştir. Öte yandan daha düşük ultrasonik nemlendirme oranlarında elde

edilen etkilerin özellikle uzun işlem süreleri için avantaj sağlama potansiyeli olacağı da düşünülmektedir.

4.3. Kenevir Liflerinin Doğal Boya Kaynakları ile Renklendirme Çalışmalarının Araştırılması

Kenevir liflerinin boyanmasında ayva, kayısı ve elma yapraklarından oluşan 3 farklı doğal boya kaynakları ekstraksiyon yapılmadan kullanılmış, 5 farklı mordan ve mordansız boyamalar konvansiyonel ve ozonlama yöntemine göre ön işlem görmüş numunelerde gerçekleştirilmiştir. Doğal boya kaynakları numune ağırlıklarına göre 1:1, 1:2 ve 1:4 oranlarında hazırlanmış ve banyoya direk ilave edilmiştir. Boyamada birlikte mordanlama yöntemine göre boyamalar gerçekleştirilmiştir. Boyamada kullanılmak üzere 90 °C' de 60 dakika konvansiyonel ağartma işlemi görmüş numuneler ve pH'ı 7 olan su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş ve 15 dk. süre ile ozonlanmış numuneler hazırlanmıştır.

Boyamaları gerçekleştirilen numunelerin CIELab (L*, a*, b*, C* ve h°) ve K/S değerleri ölçülmüş ve bölüm 3'de verilmiştir. "L*'' değeri rengin açıklığını gösterir. "a*" kırmızı-yeşil eksenini, "b*" sarı-mavi eksenini, "C" rengin doygunluğunu ve "h°" rengin tonunu (cinsini) (h= 0° Kırmızı, h= 90° Sarı, , h= 270° Mavi) , "K/S'' renk verimliliğini ifade ettiği daha önceki çalışmalardan bilinmektedir [71].

4.3.1. Kenevir Liflerinin Ayva Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi

Ön terbiyesinde 90 °C' de 60 dakika konvansiyonel ağartma işlemi görmüş ve pH'ı 7 olan su ile %70 nemlendirilmiş ve 15 dk. süre ile ozonlanarak ağartılan kenevir lifi numuneleri toz halindeki ayva yaprakları ile mordansız ve Bakır II Sülfat, Demir II Sülfat, Potasyum Dikromat, Kalay Klorür, Potasyum Alüminyum Sülfat (şap) mordanlarıyla birlikte mordanlama yöntemine göre boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

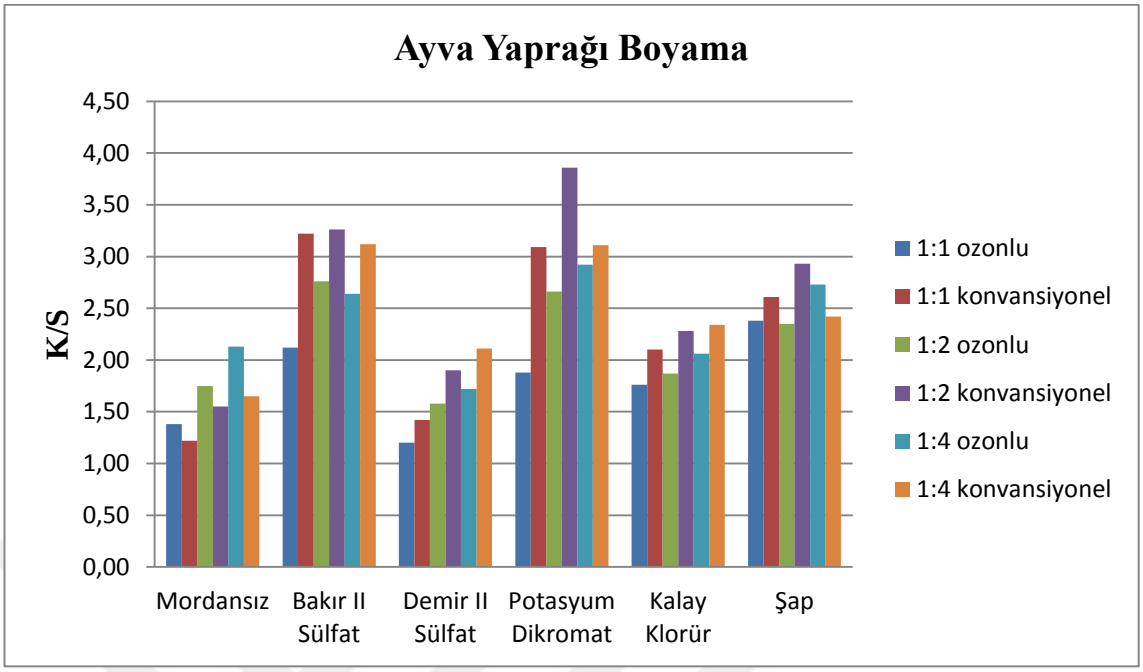
Şekil 4.24 ve Şekil 4.25 incelendiğinde ayva yapraklarıyla yapılan boyamada kahve ve bej tonlarında renkler elde edilmiştir. Kullanılan mordan maddelerine göre renk tonları farklılık göstermiştir. Tablo 3.14, 3.15 ve 3.16 'daki L*' değerlerine baktığımızda en açık renk 66,88 ile 1:2 boyama konsantrasyonunda konvansiyonel ön işlem görmüş mordan kullanılmadan boyama yapılmış numunede, en koyu renk ise L* 52,11 ile 1:1

boyama konsantrasyonunda konvansiyonel işlem görmüş bakır II sülfat mordanının kullanıldığı boyamada gözlemlenmiştir. Renk verimliklerine baktığımızda ise en yüksek 3,86 K/S oranı ile 1:2 boyama konsantrasyonunda konvansiyonel ön işlem yapılmış potasyum dikromat mordanının kullanıldığı boyamada elde edilmiştir. En yüksek doygunluğa ulaşan boyama ise C* = 22,19 değeri ile 1:4 boyama konsantrasyonunda konvansiyonel işlem görmüş şap mordanı kullanılan boyamada gerçekleşmiştir.(Tablo 3.16)

Boyama konsantrasyonları ve K/S renk verimliliklerine baktığımızda mordansız yapılan tüm boyama konsantrasyonlarında ozonlanmış numuneler, konvansiyonel işlem görmüş numunelere göre renk verimliliklerinin daha iyi olduğu görülmektedir. Diğer mordan maddeleri ile yapılan boyamalarda ise ozonlanmış numunelere göre konvansiyonel işlem görmüş numunelerin K/S renk verimlilikleri genel olarak daha iyi gözlemlenmiştir.

a* kırmızı-yeşil ekseni ve , b* sarı-mavi eksenlerine baktığımızda ise tüm boyamalarda kırmızı ve sarı eksenlerine daha yakın oldukları genel olarak gözlemlenmiştir. Tüm boyama konsantrasyonlarında Bakır II Sülfat, Demir II Sülfat mordanları ile yapılan boyamaların, Potasyum Dikromat, Kalay Klorür mordanları ile yapılan boyamalara göre kırmızı eksene daha yakın olduğu gözlemlenmiştir. b* sarı-mavi eksenlerine baktığımızda ise 1:1 boyama konsantrasyonlarındaki tüm boyama koşullarında diğer konsantrasyonlara göre daha sarı renkler elde edildiği gözlemlenmiştir.

Boyama konsantrasyonları oranı artmasıyla ozonlanmış numunelerde mordansız ve Bakır II Sülfat, Demir II Sülfat, Potasyum Dikromat, Kalay Klorür, ve Potasyum Alüminyum Sülfat (şap) mordanı boyamalarında K/S değerleri genel itibari ile artmıştır. Konvansiyonel işlem görmüş numunelerde yine aynı şekilde boyama konsantrasyonu oranı artmasıyla yapılan boyamalarda K/S renk verimliliği değerleri artmıştır.



Şekil 4.24. Ayva yaprağı ile boyama işlemine ait K/S değerleri



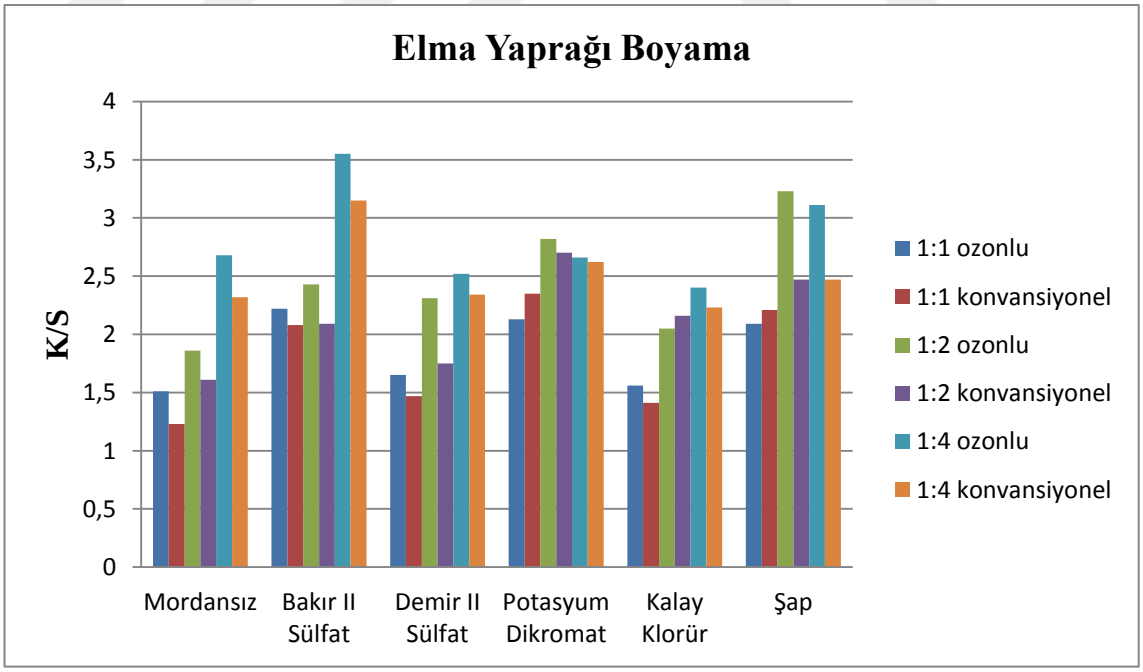
Şekil 4.25. Ayva yaprağı ile boyama yapılmış kenevir lifleri

4.3.2. Kenevir Liflerinin Elma Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi

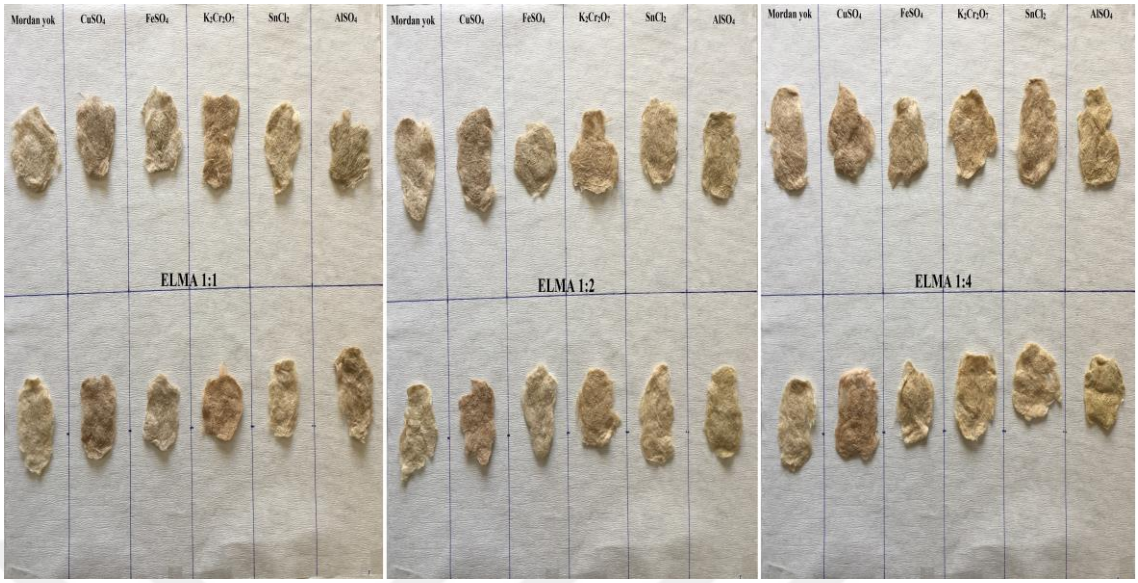
Bu boyama işlemimizde de ön terbiyesinde 90 °C' de 60 dakika konvansiyonel ağartma işlemi görmüş ve pH'ı 7 olan su ile %70 nemlendirilmiş ve 15 dk. süre ile ozonlanarak ağartılan kenevir lifi numuneleri toz halindeki elma yaprakları ile mordansız ve Bakır II Sülfat, Demir II Sülfat, Potasyum Dikromat, Kalay Klorür, Potasyum Alüminyum

Sülfat (şap) mordanlarıyla birlikte mordanlama yöntemine göre boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Renk verimliklerine baktığımızda en yüksek 3,55 K/S oranı ile 1:4 boyama konsantrasyonunda ozonla ön işlem yapılmış bakır II sülfat mordanının kullanıldığı boyamada elde edilmiştir. Boyama konsantrasyonları ve K/S renk verimlilikleri incelendiğinde tüm boyama konsantrasyonlarında mordansız boyamaların ozonlanmış numuneler de, konvansiyonel işlem görmüş numunelere göre renk verimliliklerinin daha iyi olduğu görülmektedir. Potasyum Dikromat, potasyum alüminyum sülfat (şap) mordan maddeleri ile yapılan boyamalarda ise ozonlanmış numunelere göre konvansiyonel işlem görmüş numunelerin K/S renk verimlilikleri genel olarak daha iyi gözlemlenmiştir. Tüm boyama konsantrasyonlarında mordanlı boyamaların konvansiyonel işlem görmüş numunelerin, ozonla işlem görmüş numunelere göre renk verimliliklerinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Tüm boyama konsantrasyonlarında ozonla işlem görmüş ve bakır II sülfat mordanı kullanılmış boyamalar konvansiyonel işlem görmüş numunelere göre K/S renk verimlilikleri daha iyi gözlemlenmiştir.



Şekil 4.26. Elma yaprağı ile boyama işlemine ait K/S değerleri

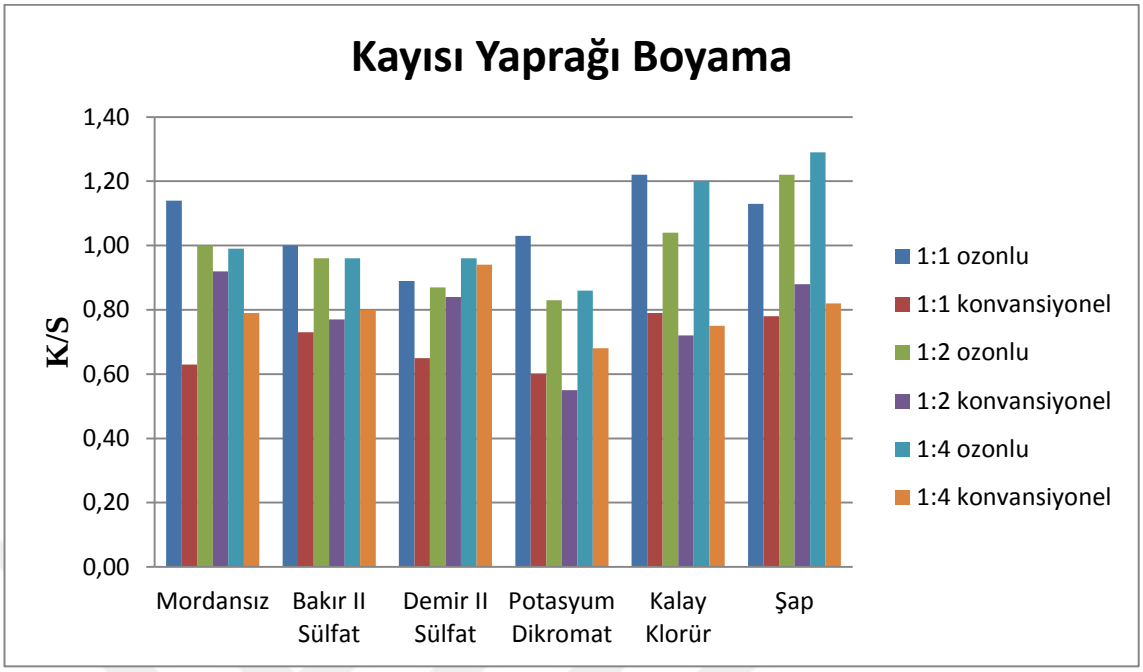


Şekil 4.27. Elma yaprağı ile boyama yapılmış kenevir lifleri

Tablo 3.17, 3.18, 3.19 ve şekil 4.26, 4.27 incelendiğinde elma yapraklarıyla yapılan boyamada bej tonlarında renkler elde edilmiştir. L* değerlerine baktığımızda en açık renk 74,18 L* ile 1:1 boyama konsantrasyonunda konvansiyonel ön işlem görmüş mordan kullanılmadan boyama yapılmış numunede en koyu renk ise 58,68 L*ile 1:4 boyama konsantrasyonunda ozonla işlem görmüş bakır II sülfat mordanının kullanıldığı boyamada gözlemlenmiştir.(Tablo 3.19) En yüksek doygunluğa ulaşan boyama ise C* = 25,81 değeri ile 1:4 boyama konsantrasyonunda konvansiyonel işlem görmüş şap mordanı kullanılan boyamada gerçekleşmiştir. a* kırmızı-yeşil ekseni ve , b* sarı-mavi eksenlerine baktığımızda ise tüm boyamalarda kırmızı ve sarı eksenlerine daha yakın oldukları genel olarak gözlemlenmiştir.

4.3.3. Kenevir Liflerinin Kayısı Ağacı Yaprağı ile Boyanması İşlemi

Son boyama işlemimizde de ön terbiyesinde 90 °C' de 60 dakika konvansiyonel ağartma işlemi görmüş ve pH'ı 7 olan su ile %70 nemlendirilmiş ve 15 dk. süre ile ozonlanarak ağartılan kenevir lifi numuneleri toz halindeki kayısı yaprakları ile mordansız ve Bakır II Sülfat, Demir II Sülfat, Potasyum Dikromat, Kalay Klorür, Potasyum Alüminyum Sülfat (şap) mordanlarıyla birlikte mordanlama yöntemine göre boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.28. Kayısı yaprağı ile boyama işlemine ait K/S değerleri



Şekil 4.29. Kayısı yaprağı ile boyama yapılmış kenevir lifleri

Şekil 4.29'dan görüldüğü üzere bu bitki (kayısı yaprağından elde edilen doğal boya kaynağı) kenevir elyafını diğer test edilen boya kaynaklarına göre daha az da olsa renklendirmeye neden olduğu tespit edilmiştir. Boyarmadde miktarı ve mordan cinsinin olası etkilerini incelemek için ayrıca spektral ölçümlerde yapılmıştır.

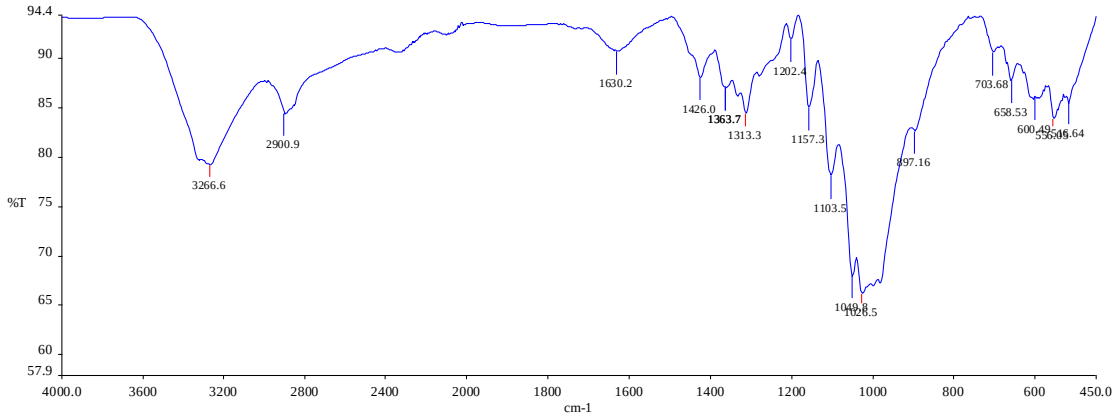
Bu ölçümler çerçevesinde renk verimliklerine baktığımızda en yüksek 1,29 K/S oranı ile 1:4 boyama konsantrasyonunda ozonla ön işlem yapılmış potasyum alüminyum sülfat (şap) ile yapılan boyamada elde edildiği anlaşılmıştır. En düşük ise 0,55 K/S oranı ile 1:2 boyama konsantrasyonunda konvansiyonel ön işlem yapılmış ve potasyum dikromat mordanı kullanılarak yapılan boyamada elde edilmiştir. Boyama konsantrasyonları ve K/S renk verimlilikleri incelendiğinde tüm boyamalarda mordansız ve Bakır II Sülfat, Demir II Sülfat, Potasyum Dikromat, Kalay Klorür, Potasyum Alüminyum Sülfat (şap) ile yapılan tüm boyama konsantrasyonlarında ozonlanmış numunelerin, konvansiyonel işlem görmüş numunelere göre renk verimliliklerinin daha iyi olduğu görülmektedir.

Kayısı yapraklarıyla yapılan boyamada çok fazla belli olan bir renk değişimi gerçekleşmemiştir. Nitekim, L* değerlerine baktığımızda en açık renk 82,45 L* ile 1:1 boyama konsantrasyonunda konvansiyonel ön işlem görmüş potasyum dikromat mordanın kullanıldığı boyamada, en koyu renk ise 69,13 L* ile 1:1 boyama konsantrasyonunda ozonla işlem görmüş mordan kullanılmadan yapılan boyamada gözlemlenmiştir. En yüksek doygunluğa ulaşan boyama ise C* = 17,92 değeri ile 1:1 boyama konsantrasyonunda ozonla işlem görmüş potasyum dikromat mordanın kullanıldığı boyamada gerçekleşmiştir. b* sarı-mavi eksenlerine baktığımızda ise tüm boyamalarda sarı eksenlerine daha yakın oldukları genel olarak gözlemlenmiştir.

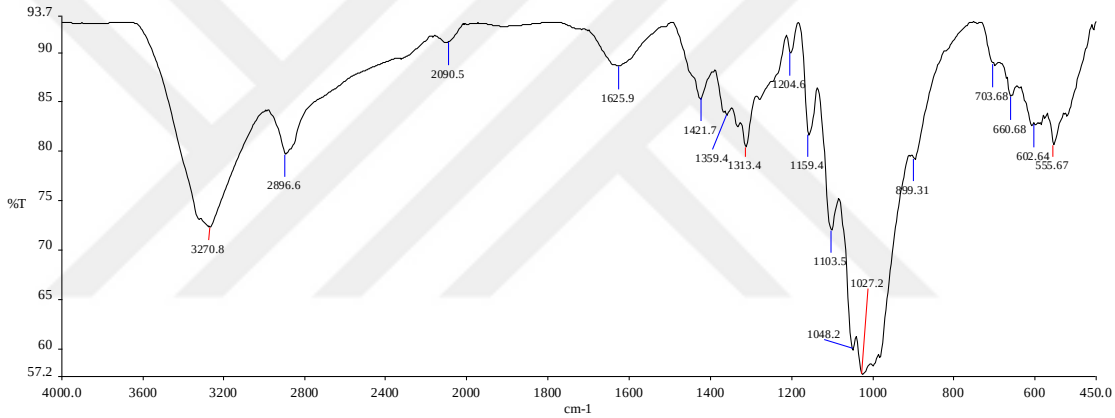
Genel olarak en yüksek renk verimliliği ayva yapraklarıyla yapılan boyamada gözlemlenirken en düşük renk verimliliği ise kayısı yaprağı ile yapılan boyamalarda gözlemlenmiştir. Konsantrasyonun artırılması ve mordan madde kullanılmasıyla renk verimliliğinin genel olarak artırıldığı gözlemlenmiştir.

FT-IR Spektoskopisi

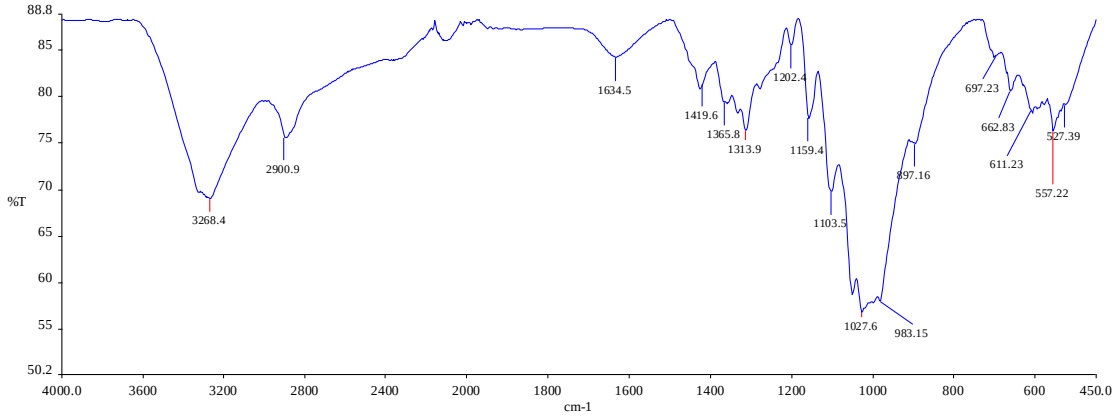
Hiçbir işlem görmemiş %70 nem oranında pH'ı 7 olan su ile nemlendirilmiş ve 15 dk. ozonlanmış kenevir lifi ve 60 dk. konvansiyonel işlem görmüş ve mordan kullanılmadan boyama yapılmış kenevir liflerine ATR absorbsiyon spektroskopisi sonuçlarına bakılmış ve karşılaştırılmaları yapılmıştır.



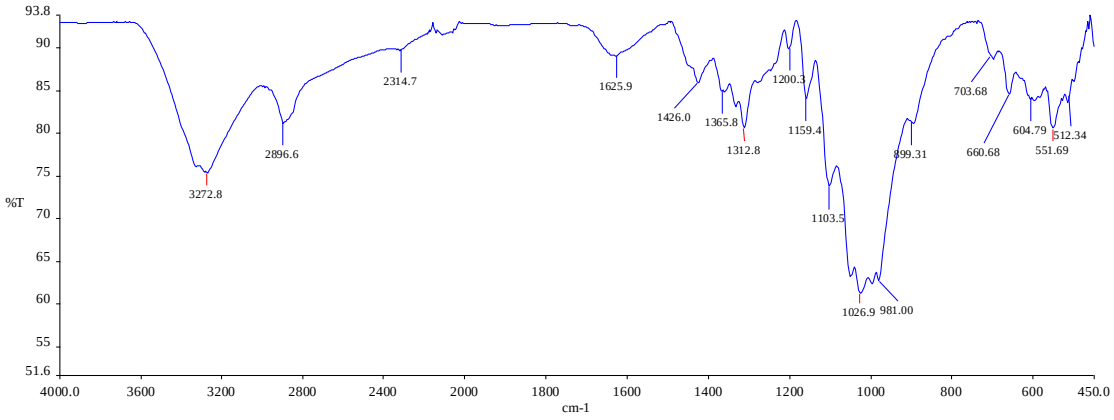
Şekil 4.30. Ozonlanmış ve ayva yaprakları ile mordansız boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları



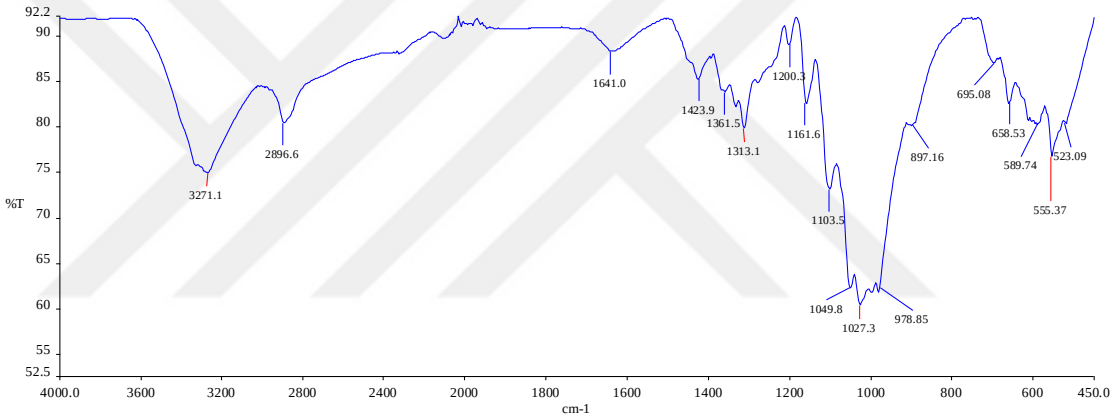
Şekil 4.31. Konvansiyonel işlem görmüş ve ayva yaprakları ile boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları



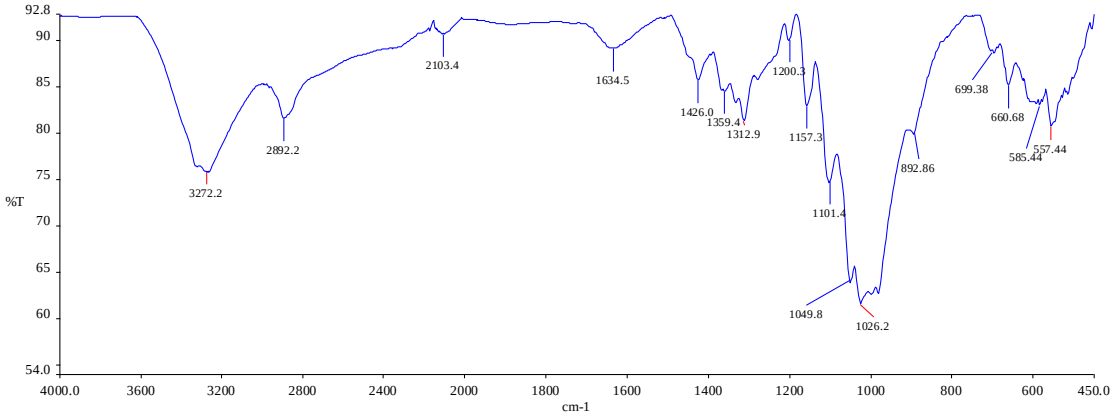
Şekil 4.32. Ozonlanmış ve elma yaprakları ile mordansız boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları



Şekil 4.33. Konvansiyonel işlem görmüş ve elma yaprakları ile boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları



Şekil 4.34. Ozonlanmış ve kayısı yaprakları ile mordansız boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları



Şekil 4.35. Konvansiyonel işlem görmüş ve kayısı yaprakları ile boyama yapılmış kenevir lifine ait FT-IR sonuçları

Daha önceden baktığımız boyanmamış analiz sonuçlarına göre farklılık olup olmadığını gözlemlemek amacı ile boyalı numunelerede analiz yapılmış ve ciddi farklılıklar gözlemlenmemiştir. Analiz sonuçlarında 3350 ve 2960 cm^{-1} deki geniş zirveler, selüloz ve hemiselülozun O-H gerilmesine ve C-H simetrik gerilmesine karşılık gelir. 1600 – 1635 cm^{-1} selülozda O-H deformasyonu ile ilişkilendirilmektedir. Ozonlanmış boyama numuneleri spektralarında 1630,2 cm^{-1}, 1634,5 cm^{-1} ve 1641,0 cm^{-1} deki bantlar konvansiyonel işlem görmüş boyamalar sonrası sırasıyla 1625,9 cm^{-1}, 1625,9 cm^{-1}, ve 1634,5 cm^{-1} kaymıştır. Bu durum ozonlama sırasında O-H deformasyonu meydana geldiğini göstermektedir. 1361-1368 cm^{-1} selüloz C-H deformasyon titreşimlerine karşılık gelir. Ozonlama ve konvansiyonel işlem sırasında CH_2 ve CH_3 gerilme modlarının –CH deformasyonuna uğradığı düşünülmektedir. 1313-1314 cm^{-1} arası CH_2 deformasyon titreşimleri olduğunu göstermektedir. 1199-1204 cm^{-1} C–O–C simetrik gerilme, OH düzlemi deformasyonuna karşılık gelmektedir. 1152-1158 cm^{-1} C–O–C asimetrik gerilme titreşimleri ile ilişkilendirilmektedir. 950-1050 cm^{-1} civarındaki pikler C–C, C–OH ve C–H halkasına ve selüloz ve hemiselülozun yan gruplarına karşılık gelir. 500-600 cm^{-1} civarında zirveler dikkate değer biçimde gözlenmiştir. Bunlar aromatiklerin CH gerilmelerine karşılık gelir [70]. Tüm noktalar incelendiğinde ham kenevir lifi değerlerinden ve boyama öncesi bakılan FT-IR sonuçlarından farklı noktalar gözlemlenmemiştir.

Yıkama Haslık Testi Sonuçları

3 farklı doğal boyarmadde kaynağı ve 5 farklı mordanlı ve mordansız olarak boyama işlemi gerçekleştirilen ozon ve konvansiyonel işlem görmüş numunelerin yıkama haslık testi sonucu incelendiğinde (Tablo 3.23, 3.24, 3.25) lekeleme ve renk değişimleri açısından haslık değerlerinin genel olarak iyi olduğu çoğu durumda 4/5 ve üstü değerin elde edildiği 1:4 konsantrasyonunda yapılan boyamalar sonrasında incelenen haslık sonuçlarından genel olarak elma ve kayısı yaprağı ile yapılan boyamalar sonrasında haslıkların ayva yaprağı ile yapılan haslıklara göre azda olsa daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Mordan maddesinin değişmesinin, ozon ve konvansiyonel işlemin yıkama haslıkları üzerine olumsuz ve farklı bir etkiye neden olduğu gözlemlenmemiştir. Fakat ayva yaprağı ile yapılan boyamalar sonrasında ozon ön işlemin haslık açısından avantaja neden olduğu görülmüştür. Sonuçlar beklenilen düzeydedir.

4.4. Genel Sonuç ve Öneriler

Günümüzde özellikle son yıllarda yaşanan kuraklık ve benzeri çevresel problemler her alanda olduğu gibi tekstil üretim aşamalarında da çeşitli sorgulamalara yol açmıştır. Bu kapsamda kenevir lifinin tekrar gündeme gelmesi aslında şaşılacak bir durum değildir. Pamuğa nazaran ekim/biçiminin daha ekolojik olması bu lif için klasik terbiye işlemlerinin uygulanmasına alternatiflerinin araştırılmasını önemli hale getirmektedir. Mümkünse daha az su ve kimyasal kullanılan terbiye işlemlerinin yürütülmesi bu kapsamda oldukça önemlidir. Bu kapsamda sadece basit bir su ile emdirme ardından ozonlama işlemiyle ekstradan kimyasal ve su kullanmadan kısa sürede ve ısı enerjisine ihtiyaç duymadan kenevir liflerinin ön terbiye işlemlerinin gerçekleştirilmesi ve bu sayede daha ekolojik/çevre dostu üretimlerin sunulması planlanmıştır.

Bu prosese ilaveten ayrıca ultrasonik ön yıkama ardından ozonlama, ultrasonik nemlendirme varlığında ozonlama ve ozonun çeşitli kimyasallarla kombinasyonu da araştırılarak çeşitli alternatifler sunulmuş fakat her uygulamada mümkün olduğunca az kimyasal veya kimyasal kullanmadan, susuz ve ısı enerjisi tüketmeden kısa sürede proseslere yönelerek ekolojik yaklaşımlar tanımlanmaya çalışılmıştır. Bu veriler ve ön terbiye sonucunda farklı alternatifler farklı sonuçlar sunsalar da boyama adımına geçmeden önce basit bir su ile emdirme ve ardından kısa süre ozonlamanın ekolojik beklentiler de göz önüne alınması ile uygun olacağına karar verilmiş ve numuneler ekolojik yaklaşımı korumak için doğal boya kaynakları ile mordansız renklendirilmişlerdir. Buna ilaveten mordanların renk alternatifi sunup sunmayacaklarını araştırmak için ayrıca mordanlı boyamalar da yapılmıştır. Fakat mordanlı boyamaların ekolojik olarak uygun olmayacakları da kesinlikle unutulmamalıdır. Bu girizgah ışığı altında elde edilen sonuçlara genel yaklaşım bu kısımda sunulmaya çalışılmıştır.

Tez çalışmasının amacı doğrultusunda kenevir lifi terbiyesinde alternatif oluşturulabilecek ön terbiye ve boyama yöntemlerinin uygulanabilirliği test edilmiş ve gerçekleştirilmiştir.

İlk çalışmada kenevir liflerinin ağartılması için, doğal liflerin ön terbiyesinde kullanılabilirliği kanıtlanmış bir yöntem olan ozon gazı teknolojisi ile çalışılmıştır. Çalışmada %0 (su ile emdirme olmadan kuru) ve %150 aralığındaki farklı Af

değerlerinde emdirilen, farklı süreler ve farklı pH'lar uygulanarak farklı sonuçlara ulaşılmıştır. İşlem süresinin artırılmasıyla beyazlık değerlerinin artırılabileceği görülmüştür. Çalışılan farklı pH ortamlarında değerlerin yaklaşık olarak aynı sonuçlar verdiği görülmüştür. Burdan da işlem süresinin, pH değerine göre daha etkili olduğu gözlemlenmiştir. Beyazlıkların pH 7'deki su ile Af: %70 olacak şekilde emdirme sonrasında artan işlem süreleri ile geliştiği anlaşılmıştır.

İkinci adımda ultrason banyosundan faydalanılmıştır. Ham kenevir lifleri ilk olarak ultrason banyosunda ön yıkama işleminden geçirilmiş, ardından pH' 7 olan su ile Af:%0 (kuru-emdirme yok) ve %150 aralığında farklı oranlarda emdirilmiş ve ardından 5 dk. süre ile ozon gazı ile işleme tabi tutulmuş ve beyazlık değerlerinde, L* değerlerinde ve hidrofilitelerinde artış, sarılık değerlerinde ise düşüş gözlemlenmiştir. Liflere ön yıkama yapılarak ozonlama işlemi yapılmasıyla beyazlık derecelerinin ve hidrofilitelerinin artırılabileceği sonucuna varılmıştır.

Bir diğer çalışmada farklı pH, farklı süre, NaOH ve 40ml/lt-80ml/lt H_2O_2 kombinasyonları ile ozonlama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçları incelediğimizde en iyi beyazlık değerinin klasik ozonlama ve ön yıkama yapılmış ozonlama işlemlerindeki sonuçlardan daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ozonlama öncesi yani hidrojen peroksit içeren bulunan karışımlarla emdirmenin/nemlendirmenin beyazlık değerlerinde olumlu etkisinin bulunduğu sonucuna varılmıştır. Ozonlama süresi ile beyazlık değerlerindeki artışın yine aynı doğrultuda arttığı gözlemlenmiştir. 40 mL/L H_2O_2 (%50) ve 80 mL/L H_2O_2 (%50) kullanılarak yapılan çalışmalar sonucu yakın değerlerin elde edildiği gözlemlenmiştir.

Bir diğer kombinasyon çalışmasında ise ozonlama ve ultrasonic nemlendirme işlemi kombinasyonu araştırılmıştır. Bu kapsamda kuru lifler pH'ı sırasıyla 1-3-5-7-9-11-13 olarak ayarlanmış sular ile 5dk-10dk-15dk sürelerde ultrasonik nemlendirme jenarötürü vasıtasıyla nemlendirilmiş ve aynı anda ozonlama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde hamdan(kurudan) ultrasonik nemlendirme + ozonlamanın, işlem öncesi Af:%70 olacak şekilde emdirme/nemlendirme + ozonlamaya göre avantaj sağlayacağı sonucuna varılmıştır. Fakat kurudan ozonlamaya göre avantajlı olduğu görülmüştür.

Farklı pH, NaOH ve 40mL/L-80mL/L H_2O_2 (%50) ile hazırlanmış karışımların nemlendirme cihazı haznesine konularak ultrasonik nemlendirme ve ozonlama işlemlerinin aynı anda yapıldığı çalışmalar da denenmiştir. Daha önceki ultrasonik nemlendirme ve ozonlama kombinasyonunda olduğu gibi değerlerde istenen iyileşmeler görülmemiştir. Bu çalışmanın sonuçları da incelendiğinde daha önceki ozonlama öncesi nemlendirmeden ve çeşitli flottelerle emdirme yapılan çalışmalardan daha düşük beyazlık değerleri, L* değerleri ve batma süreleri elde edilmiş, sarılık değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. Ozonlama öncesi nemlendirmenin çeşitli flottelerle emdirme-ozonlama çalışmalarına ciddi bir alternatif oluşturmayacağı sonucuna varılmıştır. Fakat ekstradan bir ön emdirme işlemine gerek olmaması ve kurudan yapılan ozonlamalarla karşılaştırıldığında daha etkili sonuçlar vermesi bu uygulama için ilgi çekici olabileceğide aşikardır.

Diğer bir çalışmamızda ise pH'7 olan su ile Af: %70 olacak şekilde emdirilmiş lifler haznesinde pH'7 olan su bulunan ultrasonik nemlendiriciden beslenen nem ve aynı anda beslenen ozon ile 1'-5'-10'-15'-20' sürelerde işleme tabi tutulmuştur. Daha önceki yapmış olduğumuz pH 7 su ile Af: % 70 olacak şekilde emdirilmiş ve 1'-5'-10'-15'-20' boyunca ozonlanmış numunelerle sonuçlar karşılaştırıldığında ultrasonik nemlendirme yapılmadan da aynı değerlerin elde edilebildiği gözlemlenmiştir. Bu tarz bir çalışma ile ultrasonik nemlendirmenin ekstradan bir avantaj sağlamadığı fakat kurudan direkt ultrasonik nemlendirme ile çalışmada avantajlar sunacağı düşünülmüştür. Ayrıca muhtemelen daha uzun sürelerde ozonlamalar esnasında emdirme ile verilen nemin uzaklaşma probleminin bu tarz bir işlemle ortadan kalkacağı ve ultrasonik nemlendirmenin avantajının daha fazla ortaya çıkacağı düşünülmektedir.

Ayrıca çalışmalar sonucunda belirlenen numunelerin SEM analizi ve FT-IR spektroskopisi sonuçlarına bakılmış ve gözlemlenen değişimler tartışılmıştır.

Sonuç olarak beyaz kenevir lifleri üretiminde klasik şekilde hidrojen peroksit kullanımı yerine, kısa sürede yüksek beyazlık derecelerinin elde edildiği, konvansiyonel yöntemlere göre daha ekolojik ve pratik ve farklı alternatifler sunabilecek olan ozon gazı teknolojisinden yararlanılabileceği bulunmuştur. Ham lifin beyazlığı 30,16 Stensby, konvansiyonel 60 dk. ön terbiye beyazlığı 58,92 Stensby iken 20 dakika Af: %70 oranında emdirme (pH 7'de hazırlanmış su ile) ozonlama ön terbiye sonunda 59,09

Stensby olarak ölçülmüştür. Bu verilerden yola çıkarak kenevir lif üretiminde ozonlama işlemiyle daha kısa sürede daha iyi sonuçlar elde edildiği, daha ekolojik ve kimyasal kullanımına gerek kalmadan, daha az enerji kullanılarak ve doğal kaynakları en az şekilde kullanarak üretim yapılabilecek ozon gazı kullanımının ciddi bir alternatif oluşturabileceği görülmektedir.

Son olarak ozonla ön terbiyesi yapılmış ve konvansiyonel ön terbiyesi yapılmış lifler doğal boya kaynağı ayva, elma ve kayısı yaprakları ile farklı oranlarda boyama işlemleri de gerçekleştirilmiştir. İşlemler sonunda boyamalara ait CIE L*, a*, b*, C* ve h° değerleri ve K/S değeri ölçümleri yapılmıştır. Ve sonuç olarak kenevir liflerinin kurutulmuş ve öğütülmüş ayva, elma ve kayısı yapraklarıyla renklendirilebileceği, çevre dostu alternatif ürünlerin elde edilebileceği görülmüştür.

Tez kapsamında araştırılan ve önerilen alternatif yöntemlerin kenevir esaslı tekstil materyalleri üreticileri tarafından uygulanması halinde doğal tekstil ürünleri çeşitliliğinin artacağı, ekolojik olması sebebiyle çevre ve ülke ekonomisine katkı sağlanabileceği düşünülmektedir. Kenevir liflerinin konvansiyonel yöntemlerle yapılan terbiye işlemlerinden alınan sonucun daha çevre dostu alternatifler sunabilecek olan ozonlama ile terbiye işlemleriyle de alınabileceği sonucuna varılmıştır.

Kenevir lifleri için alternatif yöntemlerin kullanılabilecek olması elde edilen sonuçlar açısından avantaj sağlamakla beraber; daha ekolojik alternatifler sunabilmesi, ısı enerji tasarrufu sağlayabilmesi, daha az su tüketimi ve ayrıca daha kısa sürelerde işlem olanakları sunabiliyor olmaları bu yöntemleri avantajlı kılmaktadır. Daha sonraki yapılacak çalışmalarda ozonun tekstilde kullanılan diğer lifler için kullanılabilirliğinin araştırılması ve bu amaca yönelik endüstriyel cihaz ve aplikasyon makinelerinin geliştirilmesi üzerine çalışmaların ilgi çekici olacağı düşünülmektedir. Bunun yanında kenevir lifi üretimi için daha farklı işlemlerin ve ozon kombinasyon çalışmalarının denenmesi ve farklı özelliklere sahip farklı doğal boyarmaddelerin çalışmalarda araştırılması da önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. De Meijer, E. P. M., 1995. Fibre hemp cultivars: A survey of origin, ancestry, availability and brief agronomic characteristics. **Journal of the International Hemp Association**, **2**(2), 66-73.

2. Gürel, A., Akdemir, H., Emiroğlu, Ş. H., Kadoğlu, H., & Karadayı, H. B., 2000. Türkiye lif bitkileri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*, 17-21.

3. Harmancıoğlu, M., Yazıcıoğlu, G., 1979 - *Bitkisel Lifler*- İzmir. 336s.

4. **https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/kenevir_tarimi_kitabi.pdf** sayfa 9 (Erişim tarihi: Şubat 2020).

5. **https://www.researchgate.net/figure/Morfologia-de-tres-especies-de-Cannabis-C sativa-C-indica-y-C-ruderalis_fig1_272148231** (Erişim tarihi: Şubat 2020).

6. Schultes, R. E., Hoffmann, A., 1992. The Botany and Chemistry of Hallucinogens, New York: Charles C Thomas Pub Ltd.

7. Orta Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı, 2019. "Kenevir yetiştiriciliği", **http://www.oran.org.tr/images/dosyalar/20190318134910_0.pdf**, (Erişim tarihi: Nisan 2020).

8. Small, E.,Marcus, D., 2002. Hemp: a new crop with new uses for North America, **Trends in New Crops and New Uses**: 284-326.

9. İmer, Z., 1999. Sayısız özellikleriyle göze çarpan bir doğal elyaf kendirin dünyada ve Türkiye'de geçmişi ve bugünü. **Tekstil ve Konfeksiyon, Yıl 9** (6): 421-427.

10. Herer, J., 1993. Die Wiederentdeckung der Nutz Pflanze, Hanf. Zweitausendeins Verlag, Frankfurt am Main.

11. Kurtuldu, E., İşmal, Ö. E., 2019. Sürdürülebilir tekstil üretim ve tasarımında yeniden değer kazanan lif: kenevir, **Art-E**, **12**(24): 694-718.

12. Vantreese, V.L., 2002. Hemp support: Evolution in EU regulation. **Journal of International Hemp Association**, **7**(12):1-23.

13. Gedik, G., 2012. Kenevir Liflerinden Üretilen Kumaşların Optimum Ağartma Koşullarının ve Yöntemlerinin Belirlenmesi. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

14. Şahinbaşkan, B. Y. 2019. Kenevir dokuma kumaşa enzimatik ön işlemlerin etkisi. **International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences, 31**(3): 208-213.

15. Gedik, G., Avinç, O. O., Yavaş, A., 2010. Kenevir lifinin özellikleri ve tekstil endüstrisinde kullanımıyla sağladığı avantajlar**. Tekstil Teknolojisi ve Elektronik Dergisi, 4**(3):39-48.

16. **https://arastirma.tarimorman.gov.tr/ktae/Belgeler/kenevir_tarimi_kitabi.pdf** sayfa 11-12 Gizlenci, Ş., Acar, M., Yiğen, Ç., Aytaç, S., 2019. Kenevir Tarımı. T.C Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Karadeniz Tarımsal Araştırmalar Enstitüsü Müdürlüğü.

17. **http://webdeoxu.blogspot.com/2016/04/kenevire-dair-her-sey-nedir-ne-ise.html** (Erişim tarihi: Temmuz 2020).

18. Amaducci, S. Pelatti, F. Bonatti, P.M., 2005. Fibre development in hemp (*Cannabis sativa* L.) as affected by agrotechnique: Preliminary results of a microscopic study. **Journal of Industrial Hemp, 10**(1):31-48.

19. Mangut, M. Karahan, N. 2011. Tekstil Lifleri, 4. Baskı, Türkiye. 309 s.

20. Chen, Y. Sun, L. Negulescu, I. Wu, Q. Henderson, G., 2007. Comparative study of hemp fiber for nonwoven composites. **Journal of Industrial Hemp, 12**(1):27-45.

21. **https://www.ekopara.com/modul/user/fuimg/201901/15483120800.98526500.jpg** (Erişim tarihi: Mart 2020).

22. Trunen, L. Van der Werf, H.M.G., 2006. Life cycle anlyses of hemp textile yarn – a comparison of three hemp fiber processing scenarios and a flax scenario. *Report of EU Project Hemp-SYS.*

23. Taşlıgil, N. Şahin, G., 2019. Türk tarım hayatında kenevir kendir (Cannabis sativa L.) yetiştiriciliğinin yeniden başlaması ve yaşanan gelişmeler. *1.İstanbul uluslarası coğrafya kongresi bildiri kitabı*, 456-478.

24. Demir, A., Torun, A. R., 2003. Tekstil Üretim Yöntemleri, İstanbul. 336s.

25. Clarke, R.C., 2006. Hemp (Cannabis) cultivation and use in the Republic of Korea. - **Journal of Industrial Hemp, 11**(1):51-86.

26. Mwaikambo, L. Y., Ansell, M. P., 2002. Chemical modification of hemp, sisal, jute, and kapok fibers by alkalization. **Journal of Applied Polymer Science, 84** (12), 2222–2234.

27. Kostic, M., Pejic, B., Skundric, P., 2008. Quality of chemically modified hemp fibers. **Bioresource Technology, 99**(1): 94-99.

28. Maraş, M. Çavuşoğlu, K. Aksöz, E. Kırındı, T, 2004. Pektin, poligalakturonik asit ve liyofilize pektinaz enziminin yapısal analizi. **İTÜ Dergisi Fen Bilimleri, 2** (1).

29. Huş, S., 1971. Lignin ve kullanış yerleri. **İstanbul Üniversitesi Orman Fakultesi Dergisi, 21**(1):15-23.

30. Ebskamp, M. J. M, 2002. Engineering flax and hemp for an alternative to cotton. **TRENDS in Biotechnology, 20**(6):229-230.

31. Saha, B. C. 2003. Hemicellulose bioconversion. **J. Ind. Microbiol Biotechnol, 30**: 279-291.

32. Trunen, L. van der Werf, H. M. G., 2007. The production chain of hemp and flax textile yarn and its environmental impacts. **Journal of Industrial Hemp, 12** (2): 43-66.

33. **https://www.kenevir.com/ kenevir üretimi** (Erişim tarihi: Nisan 2020).

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

35. Karmakar, S. R., 1999. Chemical Technology in the Pre-treatment Processes of Textiles, Elsevier.

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

37. Duran, K., Körlü, A., Bahtiyari, M., Perincek, S., Özdemir, D., 2006. Dogal mucize ozon. **Tekstil ve Konfeksiyon,16** (2): 75-79.

38. Iglesias, S. C., 2002. Degradation and Biodegradability Enhancement of Nitrobenzene and 2.4-Dichlorophenol by Means of Advanced Oxidation Processes Based on Ozone, Universitat De Barcelona, Ph.D. Thesis, 37-48.

39. Gülümser, T., Akca, C., Bahtiyari, M. İ., 2009. Yün terbiyesinde ozonla işlemin beyazlık derecesine etkisinin araştırılması. **Tekstil ve Konfeksiyon, 19** (1): 52-55.

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

41. **http://www.oran.org.tr/images/dosyalar/20190318134910_0.pdf** syf:11 (Erişim tarihi: Nisan 2020).

42. Yüksel, B., 2020. Bir Tekstil İşletmesinde Ön İşlem Terbiye Farbikasında Haşıl Sökme Biriminde Yalın Üretim Vaka İncelemesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 39s.

43. Erdem, A., 2016. Hidrofil Pamuk Üretiminde Alternatif Yöntemlerin Araştırılması. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kayseri, 88 s.

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

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

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

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

48. https://en.wikipedia.org/wiki/Ultrasound (Erişim Tarihi: Mayıs 2020).

49. Duran, K., Karaboğa, C., Körlü, A. E., 2003. **Ultrasonun tekstil ön terbiyesinde kullanılabilirliği. Tekstil ve Konfeksiyon, 9**(4): 321-325.

50. Duran, K., Bahtiyari, M. İ., Körlü, A.E., Dereli, S., Özdemir, D., 2006. **Ultrason Teknolojisi. Tekstil ve Konfeksiyon, 16** (3):155-158.

51. Koıvula, T., 2000. On Cavitation in Fluid Power, Tampere University of Technology, Institute of Hydraulics and Automation, Ph.D. Thesis, Tampere, 371-382.

52. Bulut, S., Ünveren M., 2011. Nemlendirme ve nem alma sistemleri, **HSK Ar-ge Teknik bülten** no: 8

53. Bahçeci, T., 2013. Mikrodenetleyici Tabanlı Ultrasonik Nemlendirici Tasarım ve Uygulaması. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 89s.

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

55. Karadağ, R., 2007. Doğal Boyamacılık. T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı. Dösim, Ankara, 128 s.

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

57. Kayabaşı, N., Etikan, S., 2001. Ayva (Cydonia Vulgaris L.) Yapraklarının bitkisel boyacılıkta değerlendirilmesi. **Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi, 11** (2):136-144.

58. **https://www.makaleler.com/ayva-agacinin-ozellikleri-nelerdir** (Erişim tarihi Nisan 2020).

59. Kayabaşı, N., Ölmez, F., 2000. Elma yapraklarından elde edilen renkler ve bu renklerin bazı haslık değerleri üzerinde bir araştırma. **AÜZF Tar. Bil. Dergisi, 6**(2-1):16-20.

60. **https://pixabay.com/tr/photos/elma-meyve-elma-a%C4%9Fac%C4%B1-yapraklar%C4%B1-55479/** (Erişim tarihi: Nisan 2020).

61. Tutuş, A., Çiçekler, M., Ayaz, A. 2016. Kayısı (Prunus armeniaca L.) odunu yongalarının kağıt hamuru ve kağıt üretiminde değerlendirilmesi. **Türkiye Ormancılık Dergisi, 17**(1) :61-67.

62. **https://tr.pinterest.com/pin/452259987560731468/** (Erişim tarihi: Nisan 2020)

63. Merdan, N., Koçak, D., Kamil, A. C. A. R., 2012. Kenevir liflerinin konvansiyonel ve mikrodalga yöntemine göre maleik anhidrit ile yüzey modifikasyonu**. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11**(22) : 71-78.

64. Serin, S., Macit, M. E., Çinar, E. C., Çelik, S., 2018. Doğal kenevir lifi kullanımının asfalt beton karışımlara etkisi. **Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6**(4):732-744.

65. Yilmaz, N. D., Powell, N. B., Banks-Lee, P., Michielsen, S., 2012. Hemp-fiber based nonwoven composites: Effects of alkalization on sound absorption performance. **Fibers and Polymers, 13**(7):915-922.

66. Inprasit, T., Motina, K., Pisitsak, P., Chitichotpanya, P., 2018. Dyeability and antibacterial finishing of hemp fabric using natural bioactive neem extract. **Fibers and Polymers, 19**(10):2121-2126.

67. Inprasit, T., Pukkao, J., Lertlaksameephan, N., Chuenchom, A., Motina, K., Inprasit, W., 2020. Green dyeing and antibacterial treatment of hemp fabrics using punica granatum peel extracts. **International Journal of Polymer Science**.

68. Shahzad, A., 2012. Hemp fiber and its composites–a review. **Journal of Composite Materials, 46**(8):973-986.

69. Hu, R., & Lim, J. K., 2007. Fabrication and mechanical properties of completely biodegradable hemp fiber reinforced polylactic acid composites. **Journal of Composite Materials, 41**(13):1655-1669.

70. D. Dai, M. Fan, 2011. Investigation of the dislocation of natural fibres by Fourier-transform infrared spectroscopy. **Vibrational Spectroscopy, 55** (2):300–306.

71. Duran, K., 2001. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma. Ege .Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma Uygulama Merkezi Yayını No: 17. Bornova / İzmir, 308s.

72. TS EN ISO 105-C06: Evsel yıkamaya ve ticari müesseselerde yıkamaya karşı renk haslığı, TS.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı, Soyadı: Emre KARAKAYA

Uyruğu: Türkiye (TC)

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Lisans	E.Ü. Tekstil Mühendisliği	2017
Lise	Talas Lisesi, Kayseri	2010

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2014	Beşler Tekstil A.Ş (Kayseri)	İplik/Stajyer
2015	Orta Anadolu T.A.Ş (Kayseri)	Terbiye/Stajyer
2015	Saray Halı A.Ş (Kayseri)	Halı/ Stajyer
2020	Karsu Tekstil (Kayseri)	İplik/Üretim Mühendisi

YABANCI DİL

İngilizce