



T.C.
TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ
LİSANÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
KİMYA ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

BEYAZ DUT (*Morus alba* L.) YAPRAĞI EKSTRAKTININ
PAMUKLU KUMAŞ, YÜN KUMAŞ, YÜN İPLİK, POLYESTER,
DERİ ve ÇAM AHŞAP NUMUNELERİNİN BOYANABİLİRLİK,
ANTİBAKTERİYEL ve ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Elif AKTÜRK BOZDEMİR

Danışman: Prof. Dr. Adem ÖNAL

TOKAT-2025

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Adem ÖNAL danışmanlığında hazırlamış olduğum “Beyaz Dut (*Morus Alba* L.) Yaprığı Ekstraktının Pamuklu Kumaş, Yün Kumaş, Yün İplik, Polyester, Deri ve Çam Ahşap Numunelerinin Boyanabilirlik, Antibakteriyel ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi” adlı Doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

28/01/2025

Elif AKTÜRK BOZDEMİR



Bu tez çalışması;

**Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri tarafından
2023/01 nolu proje ile desteklenmiştir.**

JÜRİ KABUL VE ONAY

Elif AKTÜRK BOZDEMİR tarafından hazırlanan “Beyaz Dut (*Morus Alba* L.) Yaprığı Ekstraktının Pamuklu Kumaş, Yün Kumaş, Yün İplik, Polyester, Deri ve Çam Ahşap Numunelerinin Boyanabilirlik, Antibakteriyel ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 28.01.2025 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı’nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı Soyadı)

İmzası

Üye (Başkan) :Prof.Dr. Adem ÖNAL

Üye :Prof. Dr. Yakup BUDAK

Üye : Prof. Dr. Ferda ESER

Üye :Prof.Dr.Nurten TEZER

Üye :Doç. Dr. Oğuz ÖZBEK

ONAY

...../...../.....

Doç. Dr. Ercan ÇAÇAN
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEZ BEYANI

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Prof. Dr. Adem ÖNAL danışmanlığında hazırlamış olduğum “Beyaz Dut (*Morus alba* L.) Yaprığı Ekstraktının Pamuklu Kumaş, Yün Kumaş, Yün İplik, Polyester, Deri Ve Çam Ahşap Numunelerinin Boyanabilirlik, Antibakteriyel ve Antioksidan Özellikleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi ” adlı Doktora tezinin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

.../.../...

Elif AKTÜRK BOZDEMİR

İmza

ÖZET

BEYAZ DUT (*Morus alba* L.) YAPRAĞI EKSTRAKTININ PAMUKLU KUMAŞ, YÜN KUMAŞ, YÜN İPLİK, POLYESTER, DERİ ve ÇAM AHŞAP NUMUNELERİNİN BOYANABİLİRLİK, ANTİBAKTERİYAL ve ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Aktürk Bozdemir, Elif
Doktora, Kimya Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Adem ÖNAL
Ocak 2025, 120 sayfa

Bu çalışmada beyaz dut yaprağı (*Morus alba* L.) bitkisinden elde edilen ekstraktın tekstil boyası olarak kullanılabilirliği, haslık değerleri, antibakteriyal ve antioksidan özellikleri incelendi. Boyama işlemlerinde pamuklu ve yünlü kumaş, yün iplik, polyester, deri ve çam ahşap materyalleri kullanıldı. Sabitleyici ve renk değiştirici olarak bakır-II-sülfat (CuSO_4), demir-II-sülfat (FeSO_4), şap ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$), gümüş nitrat (AgNO_3), Reşadiye kili ve Önal-1 mordanları kullanıldı. Boyamalar ön, birlikte, son mordanlama ve mordansız boyama yöntemi kullanılarak gerçekleştirildi.

Haslık analizleri uluslararası standartlara göre (TS EN ISO 105 CO6, TS EN ISO 105 E04) yapıldı. Renk kodları Pantone color guide renk atlası yardımıyla, CIE- $L^*a^*b^*$ ve K/S değerleri Premier Colorsan SS 6200A spektrofotometresi yardımı ile yapıldı. Yapılan boyamalarda genelde yüksek haslık değerlerine sahip boyamalar elde edildi. Beyaz dut yaprağı yapı analizleri ^1H - ^{13}C - NMR, TLC, LC-MS yöntemleriyle yapıldı. Boyanan kumaşların antibakteriyel testleri disk difüzyon yöntemi ile antioksidan aktivite testleri FRAP yöntemi ile gerçekleştirildi. Pamuklu kumaşta AgNO_3 mordanı, yün kumaşta AgNO_3 mordanı, deri materyalde CuSO_4 mordanı kullanılarak gerçekleştirilen boyama işlemleri, antibakteriyel testlerde en yüksek etkinlik düzeyine ulaşmıştır. FRAP test sonucuna göre en iyi ekstraktın hekzan ekstrakstı olduğu tespit edilmiştir. Bu prosedürlere göre üretilen olan tekstil kumaşlarının antibakteriyel özellik göstermesi nedeniyle sağlık merkezlerinde (hastane, sağlık ocağı, klinikler) kullanımlarının hijyen açısından olumlu katkı sunacağı düşünülmektedir. Beyaz dut yaprağı (*Morus alba* L.) bitkisinden elde edilen ekstraktın pamuklu kumaş, yün kumaş, yün iplik, polyester, deri ve çam ahşap boyanmasında etkili bir doğal boyar madde kaynağı olduğu anlaşıldı.

Anahtar Kelimeler: Doğal Boyar Maddeler, Beyaz Dut Yaprak (*Morus alba* L.), Mordan, Mordanlama Yöntemleri, Haslık, Antibakteriyal, Antioksidan.

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF WHITE Mulberry (*Morus alba* L.)
LEAF EXTRACT ON DYEABILITY, ANTIBACTERIAL and ANTIOXIDANT
PROPERTIES OF COTTON FABRIC, WOOL, FABRIC WOOL YARN,
POLYESTER, LEATHER AND PINE WOOD SAMPLES

Aktürk Bozdemir, Elif
PhD, Department of Chemistry
January 2025, 120 pages
Thesis Advisor: Prof. Dr Adem ÖNAL

In this study, the usability, fastness values, antibacterial and antioxidant properties of the extract obtained from white mulberry leaves (*Morus alba* L.) were investigated. Cotton and woollen fabric, wool yarn, polyester, leather and pine wood materials were used for dyeing. Copper-II-sulphate (CuSO_4), ferrous-II-sulphate (FeSO_4), alum ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$), silver nitrate (AgNO_3), Reşadiye clay and Önal-1 mordants were used as fixative and colour modifier. Dyeing was carried out using pre-, co-mordination, post-mordanting and mordant-free dyeing methods.

Fastness analyses were performed according to international standards (TS EN ISO 105 CO6, TS EN ISO 105 E04). Colour codes were determined with the help of Pantone color guide colour atlas, CIE- $L^*a^*b^*$ and K/S values were determined with the help of Premier Colorsan SS 6200A spectrophotometer. White mulberry leaf structure analyses were performed by ^1H - ^{13}C - NMR, TLC, LC-MS methods. Antibacterial tests of the dyed fabrics were performed by disc diffusion method and antioxidant activity tests were performed by FRAP method. The dyeing processes using AgNO_3 mordant in cotton fabric, AgNO_3 mordant in wool fabric and CuSO_4 mordant in leather material reached the highest level of activity in antibacterial tests. According to FRAP test results, it was determined that the best extract was hexane extract. Since the textile fabrics to be produced according to these procedures have antibacterial properties, it is thought that their use in health centres (hospitals, health centres, clinics) will contribute positively in terms of hygiene. The extract obtained from white mulberry leaves (*Morus alba* L.) was found to be an effective source of natural dyestuff for dyeing cotton fabric, wool fabric, wool yarn, polyester, leather and pine wood.

Keywords: Natural Dyes, White Mulberry Leaves (*Morus alba* L.), Mordant, Mordanting Methods, Fastness, Antibacterial, Antioxidant

TEŞEKKÜR

Öncelikle, bana her daim koşulsuz sevgi ve desteğini sunan değerli eşim Öğr. Gör. Tokat Belediye Başkan Yardımcısı Recep BOZDEMİR'e, kıymetli çocuklarıma ve aileme teşekkür ederim. Varlığınız, bana güç ve ilham kaynağı oldu. Her zorlukta yanımda oldunuz, düşlediğim hedeflere ulaşmam için cesaret verdiniz ve en umutsuz anlarımda bile yanımda olmaktan hiç vazgeçmediniz. Bu başarıyı sizin sevginiz ve sabrınıza borçluyum.

Bu akademik yolculuk boyunca bana rehberlik eden, yol gösteren ve bilgileriyle beni aydınlatan değerli danışman hocam Prof. Dr. Adem Önal'a sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca, bu süreçte bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, beni motive eden ve daima cesaretlendiren Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Ölmez, Dr. Öğr. Üyesi İlyas Yıldız, Dr. Meryem Keçeci Sarıkaya ve akademik camiadaki arkadaşlarıma teşekkür etmek istiyorum. Çalışmalarına katkılarınız ve fikirlerinizle yeni ufuklar açtınız, benim için çok kıymetli oldunuz.

Son olarak, 2023/01 nolu proje ile bu tez çalışmasını destekleyen Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu'na teşekkür ve saygılarımı sunarım... ELİF AKTÜRK BOZDEMİR

İÇİNDEKİLER

SayfaNo	
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Doğal boyar maddeler.....	4
2.1.1 Doğal boyaların tarihçesi	4
2.2. Boyamada kullanılan materyaller ve özellikleri	66
2.2.1 Pamuk elyaf.....	6
2.3 YÜN KUMAŞ	7
2.3.1 Yünün tanımı ve genel özellikleri	7
2.3.2 Yünün termal ve mekanik özellikleri	7
2.3.3 Yün Elyafının Çevresel ve Ekonomik Önemi.....	7
2.3.4 Yünün boyama ve işleme teknikleri	7
2.4 Polyester	7
2.5 Deri	8
2.5.1 Deri materyalinin genel özellikleri ve kullanım alanları.....	8
2.5.2 Deri türleri	8
2.5.3 Kullanım alanları.....	8
2.5.4 Çevresel ve etik etkiler	9
2.6 Çam ahşap.....	9
2.6.1 Yapısal özellikler.....	9
2.6.2 Mekanik Özellikler.....	9
2.6.3 Estetik özellikler.....	9
2.6.4 Dayanıklılık.....	9
2.6.5 Çevresel ve Ekonomik Avantajlar.....	10

2.7	Mordan.....	10
2.7.1	Yaygın olarak kullanılan mordanlar.....	10
2.7.2	Mordanlama Yöntemleri	10
2.7.3	Koordinasyon Kompleksleri Oluşumu.....	11
2.8	Haslık.....	12
2.8.1	Haslık Türleri	12
2.8.2	Haslık Analizleri Nasıl Yapılır?	13
2.9	RENK KAVRAMI	15
2.9.1	Fiziksel Temeller.....	15
2.9.2	Renk Algısı.....	15
2.9.3	Renklerin Psikolojik Etkileri	15
2.9.4	Renklerin Kullanımı	16
2.9.5	Renklerin Bilimsel İncelenmesi	16
2.9.6	Boyar Maddelerin Yapısal Özellikler	16
2.9.7	Oksokrom Gruplar.....	17
2.9.8	Konjugasyon.....	17
2.10	Doğal ve Sentetik Boyar Maddeler	18
2.10.1	Doğal Boyar Maddeler	18
2.10.2	Sentetik Boyar Maddeler.....	18
2.11	CIE Renk Ölçüm Sistemi.....	19
2.11.1	CIE 1931 Renk Uzayı	19
2.11.2	CIE 1931 XYZ Renk Modeli	19
2.11.3	CIE Renk Eşleştirme Fonksiyonları.....	19
2.11.4	CIE 1976 (L^* , a^* , b^*) Renk Uzayı.....	19
2.12	Beyaz dut (<i>Morus alba</i> L.).....	21
2.12.1	Kullanım Alanları:.....	22
2.12.2	Çalışmamızda Kullanılan Beyaz Dut Bitkisine Ait Özellikler.....	23
2.13	Disk Difüzyon Yöntemi.....	24
2.13.1	Yöntemin Prensibi.....	25
2.13.2	Uygulama Prosedürü	25
2.13.3	Avantaj ve Dezavantajları	25
3.	MATERYAL ve YÖNTEM.....	26

3.1	Materyal	26
3.1.1	Kullanılan kimyasal maddeler.....	26
3.1.2	Kullanılan cihazlar	27
3.2	Yöntem	27
3.2.1	Kullanılan çözeltilerin hazırlanması.....	27
3.2.2	Boyar madde ekstraksiyonu	28
3.2.3	Boyama Yöntemleri	28
3.2.4	Renk kodları ve renk analizleri	30
3.2.5	Haslık Analizleri	31
3.3	Antioksidan ve Spektral Analiz İçin Ekstraksiyon İşlemleri.....	33
3.4	Kolon Kromatografisi için Ekstraksiyon İşlemleri	34
3.5	İnce Tabaka Kromatografisi (TLC) İle Kolon Kromatografisinde	
	Kullanılacak Solvent Seçimi.....	34
3.6	Kolon kromatografisi ile Yapı Analizi İçin Numune Hazırlama	35
3.7	Beyaz Dut Yaprağının LC-MS/MS Analizleri.....	35
3.8	Bakteri Kültürlerinin Hazırlanması.....	36
3.8.1	Antibakteriyel Testler.....	36
3.9	BULGULAR VE TARTIŞMA	36
3.9.1	Yaş / Kuru Sürtme Haslığı Çizelgeleri ve Grafikleri	36
3.9.2	Işık Haslığı Çizelge ve Grafikleri.....	47
3.9.3	Yıkama Haslığı Çizelge ve Grafikleri	53
3.9.4	Ter Haslığı çizelgeleri	61
3.9.5	Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış materyallerin K/S çizelge ve grafikleri	62
4.	MORDANLAMA MEKANİZMALARI	81
4.1	Ön mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması .	81
4.2	Birlikte mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması	81
4.3	Son mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması	82
4.4	Ön mordanlama yöntemiyle yün kumaş boyama mekanizması	83
4.5	Birlikte mordanlama yöntemi ile yün kumaş boyama mekanizması ..	83
4.5.1	Son mordanlama yöntemi ile yün kumaş boyanma mekanizması	84

4.6	Beyaz dut yaprağının değişik çözücülerle elde edilen ekstraktlarının ¹ H-NMR ve ¹³ C-NMR Analiz Sonuçları.....	84
4.7	LC-MS/MS Analiz Sonuçları	94
4.8	Beyaz Dut Yaprığı Ekstraktı ile Boyanmış Çeşitli Tekstil Materyallerinin Antibakteriyel Özellikleri	95
4.9	Materyal ve Metod	96
4.9.1	Bakteri Kültürlerinin Hazırlanması	96
4.9.2	Pantone Color Quide Renk Kodları	98
5.	SONUÇ ve ÖNERİLER.....	101
6.	KAYNAKÇA	106
7.	ÖZGEMİŞ.....	114

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler Açıklama

°C	Santigrade Derece
mL	Mililitre
µL	Mikrolitre
g	Gram
cm	Santimetre
mm	Milimetre
dk	Dakika
KAl(SO ₄) ₂	Aluminyum potasyum sülfat
CuSO ₄	Bakır (II) sülfat
FeSO ₄	Demir(II)sülfat
AgNO ₃	Gümüş nitrat

Kısaltmalar Açıklama

WHO	World health organisation
FTC	Ferric thiocyanate assay
HSL	Hue Saturation Lightless
CIE	Commission internationale de l'eclairage (Uluslararası Renk komisyonu)
NB	Nutrient Broth
ATCC	American Type Culture Collection (Amerikan Tipi Kultur Koleksiyonu)
MHA	Muller Hinton Agar
MHB	Muller Hinton Broth
L	Litre
M	Molar

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 2. 1 Metal kompleks bileşiğinin boyar madde ile etkileşimi (Serindağ ve Halefoğlu, 2000)	12
Şekil 2. 2 CIELAB Renk Uzayı (Zollinger, 2003)	20
Şekil 2. 3. Beyaz dut (<i>Morus alba</i> L.) (Google).....	21
Şekil 2. 4. Yeşil beyaz dut yaprağı (A) kurutulmuş beyaz dut yaprağı (B) ve quercetin molekül yapısı	24
Şekil 3. 1. Soxhlet cihazı ile boyar madde ekstraksiyon işlemi	28
Şekil 3. 2. Primer Colorsan SS6200 spektroskopisi	31
Şekil 3. 3. Yıkama haslığı analizi	31
Şekil 3. 4. Işık haslığı	32
Şekil 3. 5. Pamuklu kumaş	32
Şekil 3. 6. Beyaz dut yapraklarının ekstraksiyon işlemleri	33
Şekil 3. 7. Elde edilen bitki özütünün süzme aşaması.....	34
Şekil 3. 8. Ekstraktların TLC incelemeleri	34
Şekil 3. 9. Beyaz dut yaprağı için uygulanan kolon kromatografisi	35
Şekil 3. 10. Pamuklu kumaş kuru sürtme haslığı grafiği.....	38
Şekil 3. 11. Pamuklu kumaş yaş sürtme haslığı grafiği.....	38
Şekil 3. 12. Yün kumaş yaş sürtme haslığı grafiği	40
Şekil 3. 13. Yün kumaşın kuru sürtme haslığı grafiği	40
Şekil 3. 14. Yün iplik yaş sürtme haslık grafiği	42
Şekil 3. 15. Yün iplik kuru sürtme haslığı grafiği	42
Şekil 3. 16. Polyester materyalin yaş sürtme haslığı grafiği	44
Şekil 3. 17. Polyester materyalin kuru sürtme haslığı grafiği	44
Şekil 3. 18. Deri materyalin yaş sürtme haslığı grafiği	45
Şekil 3. 19. Deri materyalin kuru sürtme haslığı grafiği	46
Şekil 3. 20. Çam ahşap materyalin yaş sürtme haslığı grafiği.....	47
Şekil 3. 21. Çam ahşap materyalin kuru sürtme haslığı grafiği.....	47
Şekil 3. 22. Pamuklu kumaş ışık haslığı grafiği	49
Şekil 3. 23. Yün ipliklerin ışık haslığı grafiği	50
Şekil 3. 24. Deri materyalinin ışık haslığı grafiği.....	53

Şekil 3. 25. Yün kumaş yıkama haslığı grafiği	55
Şekil 3. 26. Yün iplik yıkama haslığı grafiği.....	56
Şekil 3. 27. Polyester materyallerinin yıkama haslığı grafiği.....	58
Şekil 3. 28. Deri materyallerin yıkama haslığı grafiği	59
Şekil 3. 29. Çam ahşap materyallerinin yıkama haslığı grafiği.....	60
Şekil 3. 30. Pamuklu kumaşın K/S değerleri grafiği	62
Şekil 3. 31. Yün kumaşların K/S değerleri grafiği	64
Şekil 3. 32. Yün ipliklerin K/S grafiği.....	65
Şekil 3. 33. Polyester materyal K/S değerleri grafiği.....	66
Şekil 3. 34. Deri materyal K/S değerleri grafiği.....	68
Şekil 3. 35. Çam ahşap materyalin K/S grafiği	69
Şekil 3. 36. Boyama işlemlerinde izlenen yol	80
Şekil 4. 1. Pamuklu kumaşın quercetin ile ön mordanlama mekanizması	81
Şekil 4. 2. Pamuklu kumaşın quercetin ile birlikte mordanlama mekanizması	82
Şekil 4. 3. Pamuklu kumaşın quercetin ile son mordanlama mekanizması.....	82
Şekil 4. 4. Yün kumaşın quercetin ile ön mordanlama mekanizması.....	83
Şekil 4. 5. Yün kumaşın quercetin ile birlikte mordanlama mekanizması	83
Şekil 4. 6. Yün kumaşın quercetin ile son mordanlama mekanizması	84
Şekil 4.7. Beyaz dut yaprağının etanol çözücüsü ekstraktıyla ¹ H-NMR spektrumu.....	85
Şekil 4. 8. Beyaz dut yaprağının hekzan-etilasetat çözücüsü ekstraktıyla ¹ H-NMR spektrumu.....	86
Şekil 4. 9. Beyaz dut yaprağının metanol çözücüsü ekstraktıyla yapılan ¹ H-NMR spektrumu.....	87
Şekil 4. 10. Beyaz dut yaprağının hekzan çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ¹ H-NMR spektrumu.....	88
Şekil 4. 11. Beyaz dut yaprağının hekzan çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ¹³ C-NMR spektrumu.....	89

Şekil 4. 12. Beyaz dut yaprağının kloroform çözücüsü ekstraktıyla elde edile ^1H -NMR spektrumu.....	90
Şekil 4. 13. Beyaz dut yaprağının metanol çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ^{13}C -NMR spektrumu.....	91
Şekil 4. 14. Beyaz dut yaprağının etil asetat çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ^1H -NMR spektrumu	92
Şekil 4. 15. Beyaz dut yaprağının etil asetat çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^{13}C -NMR spektrumu	93



ÇİZELGE LİSTESİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3. 1. LC MS/MS çözücü sistemi	35
Çizelge 3. 2. Beyaz dut yaprağıyla boyanmış pamuklu kumaşın yaş / kuru sürtme haslığı.....	37
Çizelge 3. 3. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşın yaş / kuru sürtme haslıkları.....	39
Çizelge 3. 4. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün ipliğın yaş / kuru sürtme haslıkları.....	41
Çizelge 3. 5 Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyesterin yaş / kuru sürtme haslıkları.....	43
Çizelge 3. 6. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış derinin yaş / kuru sürtme haslıkları.....	45
Çizelge 3. 7. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış çam ahşabın yaş / kuru sürtme haslıkları.....	46
Çizelge 3. 8. Pamuklu kumaşların ışıık haslıkları çizelgesi	48
Çizelge 3. 9. Yün kumaşların ışıık haslığı çizelgesi.....	49
Çizelge 3. 10. Yün iplik materyalinin ışıık haslığı çizelgesi	50
Çizelge 3. 11. Polyester materyallerinin ışıık haslığı çizelgesi	51
Çizelge 3. 12. Deri materyalin ışıık haslığı çizelgesi	52
Çizelge 3. 13. Pamuklu Kumaş Yıkama Haslıkları	53
Çizelge 3. 14. Yün Kumaş Yıkama Haslığı Çizelgesi.....	55
Çizelge 3. 15. Yün iplik yıkama haslığı çizelgesi	56
Çizelge 3. 16. Polyester yıkama haslığı çizelgesi.....	57
Çizelge 3. 17. Deri materyalin yıkama haslığı çizelgesi	59
Çizelge 3. 18. Çam ahşap yıkama haslığı.....	60
Çizelge 3. 19. Pamuklu kumaşın ter haslığı	61
Çizelge 3. 20. Yün kumaşın ter haslığı.....	61
Çizelge 3. 21. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış pamuklu kumaşların K/S değeri.....	62
Çizelge 3. 22. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış yün kumaşların K/S değeri.....	63

Çizelge 3. 23. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış yün ipliklerin K/S değerleri.....	64
Çizelge 3. 24. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış polyester materyalin K/S değerleri.....	66
Çizelge 3. 25. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış deri materyallerinin K/S değerleri.....	67
Çizelge 3. 26. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan çam ahşap materyallerinin (K/S) değerleri.....	69
Çizelge 3. 27. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan pamuklu kumaşın $L^* a^* b^*$ değerleri.....	70
Çizelge 3. 28. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan yün kumaşlarının $L^* a^* b^*$ değerleri.....	71
Çizelge 3. 29. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanan yün ipliğinin $L^* a^* b^*$ değerleri.....	73
Çizelge 3. 30. Dut yaprağı ekstraktı ile boyanan polyester materyalin $L^* a^* b^*$ değerleri.....	75
Çizelge 3. 31. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan deri materyalin $L^* a^* b^*$ değerleri.....	77
Çizelge 3. 32. Beyaz dut yağrağı ekstraktıyla boyanan çam ahşap materyallerinin $L^* a^* b^*$	78
Çizelge 3. 33. Beyaz dut yaprağının antioksidan sonuçları.....	79
Çizelge 4. 1. Beyaz dut yaprağı ekstraktının LC MS/MS değerleri verilmiştir.....	94
Çizelge 4.2. Beyaz Dut yaprağı ekstraktıyla boyanan yün kumaşlarının antibakteriyel etkileri aşağıda verilmiştir.....	97
Çizelge 4. 3. Beyaz Dut yaprağı ekstraktıyla boyanan pamuklu kumaşların antibakteriyel etkileri	97
Çizelge 4. 4. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan deri materyallerinin antibakteriyel etkileri aşağıda verilmiştir.....	98
Çizelge 4. 5. Boyanan materyallerin pantone color quide renk kodları	99

1. GİRİŞ

Doğal boyar maddeler, bitki, hayvan veya mineral kaynaklardan elde edilen ve çeşitli materyalleri renklendirmek için kullanılan pigmentlerdir. Tarih boyunca bu boyar maddeler tekstil, gıda, kozmetik ve sanat alanlarında yaygın şekilde kullanılmıştır. Sentetik boyaların 19. yüzyılda geliştirilmesiyle doğal boyar maddelerin kullanımı azalmış olsa da, özellikle çevresel kaygıların artmasıyla doğal boyalara olan ilgi yeniden yükselmiştir (Mansour, 2018)

Bitkisel kökenli doğal boyar maddeler genellikle kök, yaprak, kabuk, meyve ve çiçek gibi bitki organlarından elde edilir. Örneğin, indigo boya, *Isatis tinctoria* (çivit otu) bitkisinden elde edilirken, kırmızı tonlarda boya veren karmin, Cochineal böceğinden üretilmektedir (Bishal ve ark., 2023). Bu boyalar yalnızca ekolojik avantajlar sunmakla kalmaz, aynı zamanda tekstil ürünlerine benzersiz renk tonları kazandırır (Alegbe ve Uthman, 2024).

Son yıllarda, doğal boyar maddelerin biyobozunur ve toksik olmayan özellikleri, sürdürülebilir üretim süreçlerine olan katkılarıyla birlikte araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Örneğin, doğal boyaların antioksidan, antimikrobiyal ve UV koruyucu özellikler taşıdığı, bu nedenle yalnızca renklendirme değil, aynı zamanda işlevsel katkılar da sağladığı gösterilmiştir (Kamboj ve ark., 2022). Bununla birlikte, doğal boyaların elde edilmesi ve uygulanmasında karşılaşılan zorluklar, onların ticari ölçekte kullanımını sınırlayan faktörler arasında yer almaktadır.

Bu çalışmada, doğal boyar maddelerin tarihi, kimyasal özellikleri, kullanım alanları ve sürdürülebilirlik açısından önemi ele alınmaktadır. Böylece, doğal boyar maddelerin potansiyelini ve modern endüstrilere olan katkısını anlamaya yönelik bir çerçeve sunulması amaçlanmaktadır.

Atıkların ülke ekonomisine katkı sağlaması amacıyla yapılan geri dönüşümler amacına ulaşmaktadır. Yapılan bir çalışma kızılağaç yapraklarının boyar madde olarak kullanılabileceğini göstermiştir (Eser, 2016). Atık yer fıstığı kabuklarının kullanıldığı diğer bir çalışma da (Özdemir, 2022). Bu kabukların boyar madde olarak yün ve pamuklu kumaşları boyayabileceği gösterilmiştir.

Doğal boyamacılıkta kullanılabilirliği kanıtlanan çöpe atılan bitkisel atıkların ülke ekonomisine getirileri; az gelişmiş yerlerde fabrikalar kurmak bunun sonucunda işsizliği azaltmak, bu bitkisel atıkların her zaman bulunabilir olması ve ekonomik açıdan daha hesaplı olması en önemlisi de insan sağlığı için yok denecek kadar zararsız olması

nedeniyle bu çalışma araştırmaya değer bulunmuştur. Bu sebeple bitkilerden ve bitki atıklarından doğal boyar madde eldesi yapılması gerekmektedir.

Bu çalışmada deneysel çalışmalar, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi öğrenci laboratuvarları ve Doğal Boyalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır. Beyaz dut yaprağı (*Morus alba* L.) Tokat ilinden haziran ayında toplandı. Toplanan yapraklar serin ve güneş görmeyen bir ortamda kurutuldu. Kurutulan yapraklar öğütüldü. 25 g'lık numuneler soxhlet cihazında 500 mL distile su kullanılarak renksizliğe kadar reflüks edildi. Bu işlem toplam 5 L renkli ekstrakt oluşuncaya kadar tekrarlandı. Tüm ekstraktlar aynı kapta birleştirildi. Bu boyamada mordan olarak;

- 1.Bakır-II-sülfat (göztası)- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- 2.Demir-II-sülfat (karaboya)- $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- 3.Gümüş nitrat – AgNO_3
- 4.Aluminyum Şapı- $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
- 5.Önal-1(Amonyak+Üre+ CaC_2O_4)
- 6.Reşadiye kili kullanılmıştır.

Bu çalışma kapsamında elde edilen boyar maddeyle pH 4 ve pH 8' de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, AgNO_3 , $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, Önal-1(Amonyak+Üre+Kalsiyum Okzalate) ve Reşadiye kili mordanlarıyla ön mordanlama, birlikte mordanlama, son mordanlama yöntemleri kullanılarak pamuklu kumaş, yün kumaş, yün iplik, polyester, deri ve çam ahşap materyalleri boyanarak değişik renk tonları elde edilmiştir. Ayrıca bu materyaller mordansız olarakta boyanmıştır. Boyanan materyallerin ışık, yıkama, kuru ve yaş sürtme, ter haslığı testleri yapılmıştır. Boyalı materyallerin kuru ve yaş sürtme haslıkları ISO 105-X12, yıkama haslıkları ise ISO 105-C06, ter haslıkları ISO 105 E04 standartlarına göre belirlenmiştir (Önal ve ark., 2022). Boyanan materyallerin kuru ve yaş sürtme haslıkları Primer Colorscan SS 6200 spektrofotometre ile belirlenmiştir. Pantone Color Quide renk atlası ile renk kodları belirlenmiştir. Boyanmış numunelerin Kubelka-Munk denklemine göre K/S renk verimliliği analizi yapılmıştır. FRAP yöntemiyle antioksidan aktivitesi ölçülmüş, disk difüzyon metoduyla antimikrobiyal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca ^1H - ^{13}C - NMR, LC-MS, TLC ve kolon kromatografisiyle yapı analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada numunelerin hem zayıf asidik (pH 4) hem de zayıf bazik (pH 8)'deki boyama kapasitesi ve buna bağlı olarak haslıklar ve renk verimliliği bakımından ne gibi farklar oluşabileceği deneysel olarak ortaya konmuştur. Ülkemiz dut üretiminde önde gelen

lkelerden biridir. Dut yapraklarının bu amaçla değerlendirilmesi durumunda üreticiler için ek bir gelir kaynağı oluşturulabileceği düşünülmektedir.



2. GENEL BİLGİLER

2.1Doğal boyar maddeler

2.1.1 Doğal boyaların tarihçesi

Doğal boyar maddeler, insanlık tarihinin ilk dönemlerinden itibaren çeşitli kültür ve medeniyetlerde hem pratik hem de estetik amaçlarla kullanılmıştır. Bu maddeler, genellikle bitkilerden, hayvanlardan ve minerallerden elde edilmiştir ve tekstil, kozmetik, resim gibi birçok alanda önemli bir yer tutmuştur (Bishal ve ark., 2023; Nabais ve ark., 2024).

Erken Dönem (MÖ 4000-MÖ 500)

Mezopotamya’da, çivit bitkisinden (*Indigofera tinctoria*) elde edilen mavi boya ve diğer bitkisel boyalar, dokuma ürünlerinde sıklıkla kullanılmıştır. Bu bölge, boyar madde üretimi ve ticaretinde önemli bir merkez olmuştur (Rather ve ark., 2023). Aynı dönemde Mısır’da mureks salyangozundan elde edilen mor boya (Tyrian Purple), firavunlar ve asiller için lüks bir ürün olarak kabul edilmiştir. Bu boya, yüksek maliyeti nedeniyle yalnızca toplumun üst tabakalarına hitap etmiştir (Cardon, 2007).

Çin’de ise sarı renk, özellikle hükümdarlık ailesinin sembolü olarak kullanılmış ve safrandan elde edilen boyar maddelerle dokunan kumaşlar bu statüyü temsil etmiştir (Han, 2016). Hindistan’da da kök boyası (*Rubia tinctorum*), kırmızı renk üretiminde yaygın olarak kullanılmıştır (Rather ve ark., 2023)

Klasik Dönem (MÖ 500-MS 500)

Yunan ve Roma medeniyetleri, doğal boyar maddelerin ticaretinde ve kullanımında ileri seviyeye ulaşmıştır. Romalılar, mureks boyasının yanı sıra kermes (Kermes vermilio) adı verilen bir böcekten elde edilen kırmızı boyayı da yaygın olarak kullanmıştır. Bu renkler, Roma İmparatorluğu’nda sınıfsal ayrımın göstergesi olmuştur (Cardon, 2007).

Orta Asya’da, özellikle İpek Yolu boyunca, doğal boyar maddelerin ticareti gelişmiştir. Hindistan’dan gelen kök boyası ve Çin’den ithal edilen safran, lüks tekstil ürünlerinde kullanılmak üzere diğer bölgelere taşınmıştır (Singh ve Jain, 2013).

Orta Çağ (MS 500-1500)

Orta Çağ’da, Avrupa ve İslam dünyasında doğal boyaların üretimi daha organize hale gelmiştir. Avrupa’da woad (*Isatis tinctoria*) bitkisinden elde edilen mavi boya, özellikle tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılmıştır. Bu dönemde, manastırlarda boyama işlemleri sistematik bir şekilde yapılmış, dini metinlerin ve tekstil ürünlerinin renklendirilmesi için doğal boyalar kullanılmıştır (Gulrajani, 1992).

İslam dünyasında ise kimya biliminin gelişmesiyle doğal boyaların kullanımında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. İbni Sina gibi bilim insanları, boyar maddelerin sabitleştirilmesi ve dayanıklılığının artırılması için çeşitli mordanların (alüminyum ve demir tuzları gibi) kullanılması gerektiğini belirtmiştir (Cardon, 2007).

Yeni Çağ (1500-1850)

Keşifler Çağı ile birlikte, Avrupa'ya Yeni Dünya'dan gelen doğal boyalar, tekstil endüstrisinde devrim yaratmıştır. Koşinil (*Dactylopius coccus*) böceğinden elde edilen kırmızı boya, yüksek kalitesi ve parlaklığı nedeniyle Avrupa'da oldukça değer görmüştür. Aynı şekilde logwood (*Haematoxylum campechianum*) ağacından elde edilen siyah boya, dokuma ürünlerinin renklendirilmesinde büyük bir öneme sahip olmuştur (Singh ve Jain, 2013).

Avrupa'nın doğal boyalara olan talebi, Yeni Dünya'daki kaynakların sömürülmesiyle karşılanmıştır. Bu durum, hem ticaretin hem de sanayinin büyümesine katkı sağlamıştır (Gulrajani, 1992).

Sanayi Devrimi ve Doğal Boyaların Gerilemesi (1850 ve Sonrası)

1856 yılında William Henry Perkin'in ilk sentetik boya olan "Mauveine"i icat etmesi, doğal boyar maddelerin önemini azaltmıştır. Sentetik boyalar, üretim maliyetlerinin düşük olması, renklerin daha dayanıklı ve çeşitli olması nedeniyle tekstil endüstrisinde hızla yayılmıştır. Ancak doğal boyalar, el sanatları ve geleneksel üretim süreçlerinde kullanılmaya devam etmiştir (Cardon, 2007).

Günümüzde Doğal Boyalar

21. yüzyılda, çevresel sürdürülebilirlik ve organik ürünlere olan talep arttıkça, doğal boyalar yeniden önem kazanmaya başlamıştır. Özellikle organik tekstil ürünlerinde ve geleneksel el sanatlarında kullanılmaktadır (Singh ve Jain, 2013). Kimyasal boyaların neden olduğu çevre kirliliği ve sağlık sorunları, doğal boyaların tercih edilmesini daha cazip hale getirmiştir (Yılmaz, 2022). Ayrıca, doğal boyaların üretimi sürdürülebilir bir ekonomi oluşturulmasına katkı sağlar (Demir, 2021). Bu nedenle doğal boyaların kullanımını arttırmak, hem çevre dostu bir yaklaşım geliştirmek hem de gelecek nesillere temiz bir dünya bırakmak için gereklidir (Arslan, 2020).

2.2. Boyamada kullanılan materyaller ve özellikleri Pamuk elyaf

Pamuk lifi, tekstil endüstrisinde yaygın olarak kullanılan doğal bir selülozik liftir. Kimyasal yapısının büyük bir kısmı selülozdan oluşur; bu oran %100'e yakındır. Bu nedenle, selülozun tüm kimyasal özelliklerini taşır (Gupta, 2013).

Fiziksel Özellikler

Lif Uzunluğu: Pamuk liflerinin uzunluğu, yetiştirme koşullarına ve pamuk türüne bağlı olarak değişir. Genel olarak, kısa lifler 26 mm, orta uzunlukta lifler 27-29 mm, uzun lifler 30-38 mm ve çok uzun lifler 38 mm'den fazladır (Taşcı ve Çelik, 2018).

Renk ve Parlaklık: Pamuk lifleri doğal olarak kremimsi beyaz renktedir. Doğal bir matlığa sahip olan pamuk lifine merserizasyon işlemi yapılarak parlak olması sağlanmaktadır (Taşcı ve Çelik, 2018).

Mukavemet ve Esneklik: Pamuk lifleri, kopmaya ve sürtünmeye karşı dayanıklıdır. Ancak, elastik özellikleri sınırlıdır; %2'lik elastik uzamadan sonra geri dönme %74, %5'lik uzamadan sonra ise %45'tir (Cengiz ve Göktepe, 2006).

Nem Emiciliği: Pamuk lifleri, yüksek nem emme kapasitesine sahiptir. Standart şartlarda (20 °C sıcaklık ve %65 bağıl nemde) %8,5 nem absorbe eder. %100 bağıl nemde ise %25-27 su absorbe eder (Cengiz ve Göktepe, 2006).

Kimyasal özellikler

Asit ve Bazlara Karşı Dayanıklılık: Pamuk lifleri, derişik ve kuvvetli asitlerle sıcakta ve soğukta bozunur. Derişik sülfürik asitte tamamen çözünür. Seyreltik bazlar pamuğa çok az etki eder (Cengiz ve Göktepe, 2006).

Isıya Dayanıklılık: Pamuk lifleri, 150 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda bozunmaya başlar. 170 °C'de kısa zamanda kavrulur (Cengiz ve Göktepe, 2006).

Güneş Işığı ve Çevresel Etkiler: Güneş ışığındaki UV ışınları, hava oksijeni, nem ve kirli hava koşulları altında kalan pamukta polimer bozulur. Doğrudan güneş ışığı özellikle sıcak ve çok nemli havada, pamuklu materyali etkileyerek, dayanıklılığını azaltır (Cengiz ve Göktepe, 2006).

Kullanım alanları

Pamuk lifleri, ev tekstilinde (perde, döşemelik kumaş, havlu, bornoz, süs eşyası, masa ve yatak örtüleri), iç giyim ve dış giyim alanlarında (ceket, yelek, pantolon, t-shirt, sweatshirt) ve tıbbi malzemelerde (sargı bezi, bandaj) yaygın olarak kullanılır (Kaynar Taşcı ve Çelik, 2018). Pamuk lifinin bu özellikleri, onu tekstil endüstrisinde vazgeçilmez bir hammadde haline getirmektedir.

2.2 YÜN KUMAŞ

2.2.1 Yünün tanımı ve genel özellikleri

Yün, koyun, keçi ve benzeri hayvanlardan elde edilen doğal bir protein lifidir. Yüksek esneklik, ısı yalıtımı ve nem yönetimi gibi özellikleriyle tekstil sektöründe sıkça kullanılır. Keratin adı verilen protein yapısıyla dikkat çeker (Buğdaycı ve ark., 2023).

Yünün kimyasal yapısı keratin proteininden oluşur ve yüksek sistin içeriği sayesinde dayanıklıdır. Lifin yapısal tabakaları, kütikula (pulcuk tabaka), korteks ve medula olarak sıralanır. Yünün yüzeyindeki pulcuklar keçeleşme özelliğini sağlar (Atav ve ark., 2023).

2.2.2 Yünün termal ve mekanik özellikleri

Yün, mükemmel bir ısı yalıtkanıdır. Liflerin kıvrımlı yapısı, kumaş içerisinde hava boşlukları oluşturarak sıcaklık tutma özelliğini artırır. Ayrıca yün lifleri, esneklik ve mukavemet açısından birçok sentetik malzemeye rekabet edebilir (Laing, 2009).

Yün Elyafının Çevresel ve Ekonomik Önemi

Yün, biyolojik olarak parçalanabilir bir malzeme olması nedeniyle çevresel sürdürülebilirlik açısından önemlidir. Ayrıca, ekonomik olarak yüksek katma değerli bir üründür ve dünya genelinde birçok sektörde kullanılır (Akça ve Duran, 2008).

Yünün boyama ve işleme teknikleri

Yünlü kumaşlar, doğal ve sentetik boyalarla kolayca boyanabilir. Boyama sırasında yün lifinin yapısal özelliklerini korumak için özel işlemler uygulanır (Akçalı ve ark., 2023).

2.3 Polyester

Polyesterler, ana zincirlerinde tekrarlayan ester grupları içeren polimerlerdir. Bu polimerler, bir dikarboksilik asit ile bir diolün kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşur. En yaygın polyester türü, polietilen tereftalat (PET) olarak bilinir ve etilen glikol ile tereftalik asidin polikondenzasyonu ile elde edilir (Köpnick ve ark., 2000).

PET'in kimyasal yapısı, her bir tekrar biriminde bir tereftalik asit kalıntısı ve iki etilen glikol kalıntısı içerir. Bu yapı, polimerin yüksek mukavemet, kimyasal direnç ve termal kararlılık gibi özelliklerini sağlar (Köpnick ve ark., 2000).

Polyesterlerin üretiminde kullanılan diğer önemli yöntemler arasında transesterifikasyon ve asit klorürlerle esterifikasyon reaksiyonları bulunur. Transesterifikasyon, bir ester ve bir KAlolün reaksiyonu ile yeni bir ester ve KAlol oluşumunu içerir. Bu yöntem, özellikle yüksek erime noktasına sahip ve çözünürlüğü düşük dikarboksilik asitlerin kullanıldığı durumlarda tercih edilir (Köpnick ve ark., 2000).

Polyesterlerin kimyasal yapısı, onların fiziksel ve kimyasal özelliklerini belirler. Örneğin, aromatik hKAlalar içeren polyesterler, yüksek erime noktası, termal kararlılık ve kimyasal direnç gibi özelliklere sahiptir. Bu nedenle, mühendislik plastikleri ve yüksek performanslı uygulamalarda kullanılırlar (Köpnick ve ark., 2000).

2.4 Deri

2.4.1 Deri materyalinin genel özellikleri ve kullanım alanları

Deri, doğal yapısı, dayanıklılığı ve estetik özellikleri nedeniyle tarih boyunca pek çok endüstride kullanılan bir malzeme olmuştur. Genellikle hayvan derilerinden işlenerek elde edilen deri, elastikiyet, esneklik ve nefes alabilirlik gibi özellikleriyle diğer malzemelerden ayrılır (Tok ve Can, 2023).

Deri Materyalinin Yapısı

Deri üç temel katmandan oluşur:

1. **Epidermis:** Derinin en dış tabakası olup ince ve koruyucu bir yapıdadır.
2. **Dermis:** Kolajen liflerinden zengin olan orta tabaka, derinin dayanıklılığını ve esnekliğini sağlar.
3. **Hipodermis:** Yağ ve bağ dokusundan oluşan en alt tabaka, deriyi destekler ve enerji depolar (Zahra, 2024).

Deri Üretim Süreçleri

Deri üretimi, ham derinin çeşitli işlemlerden geçirilerek kullanılabilir hale getirilmesini içerir. Bu süreçler genellikle şu aşamalardan oluşur:

Kireçleme ve Kıl Alma: Deri üzerindeki kılların uzaklaştırılması.

Tabaklama: Derinin dayanıklılığını artırmak ve çürümesini önlemek için yapılan kimyasal işlem.

Boyama ve Son İşlemler: Estetik görünüm ve yüzey özellikleri (Sai Bhavya ve ark., 2019).

2.4.2 Deri türleri

Deri materyali, üretim ve kullanım amaçlarına göre farklı türlere ayrılır:

Doğal Deri: Sığır, koyun, keçi gibi hayvanlardan elde edilir. Yüksek kalite ve dayanıklılık sunar.

Suni Deri: Poliüretan (PU) ve polivinil klorür (PVC) gibi malzemelerden üretilir. Çevre dostu alternatifler arasında yer almaktadır (Sudha ve ark., 2009).

2.4.3 Kullanım alanları

Deri, mobilya, moda, otomotiv ve ayakkabı gibi geniş bir yelpazede kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle lüks ürünlerde doğal deri tercih edilmekte, ekonomik alternatifler için ise suni deri kullanılmaktadır (Wang, 2024).

2.4.4 Çevresel ve etik etkiler

Deri üretimi, çevresel ve etik sorunlara da yol açabilmektedir. Özellikle tabaklama işlemleri sırasında kullanılan kimyasallar çevreye zarar verebilir. Ayrıca, hayvan hakları ve sürdürülebilirlik konuları deri endüstrisinde giderek daha fazla tartışılmaktadır (D'Adamo ve ark., 2024).

2.5 Çam ahşap

Çam ahşabı, genellikle *Pinaceae* (çamgiller) familyasına ait ağaçlardan elde edilen bir malzeme olup, yumuşak ağaçlar (softwood) kategorisinde yer alır. Çam ağacının yapısı ve özellikleri kullanım amacına göre çeşitlilik gösterir.

2.5.1 Yapısal özellikler

Çam ahşabının hücreli yapısı, reçine kanalları ve bol miktarda öz odun (heartwood) içerir. Bu özellik, çam ağacını doğal bir koruyucuya sahip olmasını sağlar. Lifleri genellikle düz yapılıdır, ancak türüne göre hafif kıvrımlı olabilir. Çam ağacı, işlenmesi kolay ve hafif yapısıyla inşaat ve mobilya sektöründe sıkça tercih edilir (Tarelkina ve ark., 2022).

2.5.2 Mekanik Özellikler

Çam ağacı, dayanıklılık ve esneklik açısından çeşitlilik gösterir. Örneğin:

Sarı Çam (*Pinus sylvestris*): Orta derecede dayanıklıdır ve kolay işlenir.

Kızıl Çam (*Pinus brutia*): Daha sert ve reçineli bir yapıya sahiptir, bu da onu dış mekan kullanımları için uygun hale getirir.

Çam ahşabı, düşük yoğunluğu ($400-550 \text{ kg/m}^3$ arasında) nedeniyle hafif bir yapı malzemesi olarak kullanılır ve iyi bir yük taşıma kapasitesine sahiptir (Just ve Tera, 2013).

2.5.3 Estetik özellikler

Çam ahşabı, açık sarımsı renk tonlarıyla dikkat çeker. Zamanla oksidasyon nedeniyle koyulaşabilir. Damar yapısı belirgindir ve mobilya veya dekoratif amaçlarla kullanıldığında hoş bir görünüm sunar.

2.5.4 Dayanıklılık

Doğal reçine içerdiği için çam ahşabı böcek ve mantar saldırılarına karşı orta seviyede dayanıklılık gösterir. Ancak, dış mekan kullanımları için genellikle kimyasal koruyucularla işlemden geçirilir (Brischke ve Alfredsen, 2023).

2.5.5 Çevresel ve Ekonomik Avantajlar

Çam ağaçları, hızlı büyüme oranlarına sahiptir ve ekonomik olarak sürdürülebilir bir ahşap kaynağı sunar. Yeniden dikimi kolay olduğu için çevresel etkileri azaltılmıştır (Ramage ve ark., 2017)

2.6 Mordan

Mordan, tekstil boyama ve baskı işlemlerinde kullanılan ve boyanın kumaşa daha iyi tutunmasını sağlayan organik ve inorganik yapıda kimyasal maddelerdir. "Mordant" kelimesi Latince "mordere" (ısırmak) kelimesinden türemiştir ve boyanın elyafa "ısırmasını" ifade eder. Mordanlar, boyanın elyafa kimyasal bir bağ oluşturmaya yardımcı olarak renklerin daha kalıcı ve canlı olmasını sağlar (Benli, 2024).

2.6.1 Yaygın olarak kullanılan mordanlar

Potasyum Alüminyum Sülfat (Şap):

En yaygın kullanılan mordanlardan biridir.

Şap, hem protein bazlı (yün, ipek) hem de selüloz bazlı (pamuk, keten) elyaflar için uygundur (Haar ve ark., 2013).

Demir-II-sülfat:

Demir-II-sülfat, boyaların daha koyu tonlarda ve daha dayanıklı olmasını sağlar. Ancak, elyafın kırılma dayanımına neden olabilir (Haar ve ark., 2013).

Bakır-II-sülfat:

Bakır-II-sülfat, boyaların mavi ve yeşil tonlarda olmasını sağlar. Zehirli olması nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır (Siva, 2007).

Kalay Klorür:

Kalay klorür, parlak ve canlı renkler elde etmek için kullanılır. Genellikle yün boyamada kullanılır (Haar ve ark., 2013).

2.6.2 Mordanlama Yöntemleri

Mordanlama, boyama işleminden önce, boyama esnasında veya boyama sonrasında uygulanabilir. Kullanılan mordan türü ve mordanlama yöntemi, elde edilmek istenen sonuca ve kullanılan elyafa bağlı olarak değişir. Temel mordanlama yöntemleri şunlardır:

Ön Mordanlama (Pre-mordanting):

Boyama işleminden önce elyafın mordanla işlenmesidir.

Bu yöntem, boyanın elyafa daha iyi tutunmasını sağlar ve renklerin daha parlak olmasına yardımcı olur.

Örneğin, alüminyum potasyum sülfat (şap) veya Demir-II-sülfat gibi metal tuzları kullanılabilir (Dhanania ve ark., 2021)

Birlikte Mordanlama (Meta-mordanting):

Boyama işlemi sırasında mordanın ve boyanın aynı anda uygulanmasıdır. Bu yöntem, zaman ve enerji tasarrufu sağlar ancak renklerin homojenliğini etkileyebilir. Örneğin, boya banyosuna mordan eklenerek boyama yapılabilir (Cardon, 2007).

Son Mordanlama (Post-mordanting):

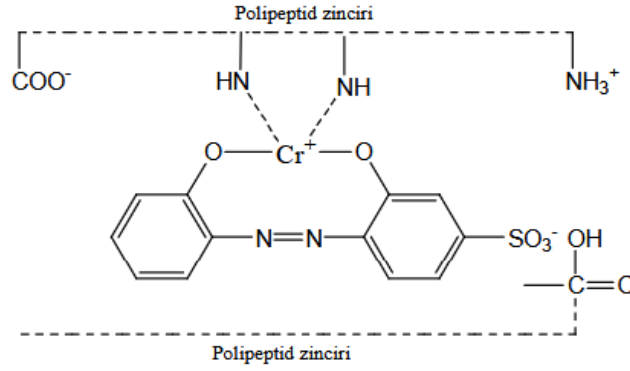
Boyama işleminden sonra elyafın mordanla işlenmesidir. Bu yöntem, özellikle doğal boyalarla çalışırken renk tonlarının değiştirilmesi için kullanılır. Boyama işleminden sonra elyaf, mordan çözeltisine batırılarak işlenir (Dhanania ve ark., 2021).

Mordanlama Süreçleri ve Kimyasal Reaksiyonlar

Mordanlar, elyaf ve boya molekülleri arasında köprü görevi görerek kalıcı bağlar oluşturur. Bu kimyasal reaksiyonlar sayesinde boyanın elyaftan çıkması zorlaşır. Aşağıda bazı mordanlama süreçleri ve bu süreçlerde gerçekleşen kimyasal reaksiyonlar açıklanmaktadır (Burkinshaw ve Kumar, 2009).

1.1.1 Koordinasyon Kompleksleri Oluşumu

Mordanlar, elyafın hidroksil (-OH) veya amino (-NH₂) grupları ile koordinasyon kompleksleri oluşturur. Bu kompleksler, boyanın elyafa daha güçlü bağlanmasını sağlar. Örneğin, alüminyum ile elyaf arasında koordinasyon bağları oluşur (Padfield, 2007).



Şekil 2. 1 Metal kompleks bileşiğinin boyar madde ile etkileşimi (Serindağ ve Halefoğlu, 2000)

Şelatlama:

Şelatlama ise mordanın boyar madde ile birleşerek şelat kompleksleri oluşturmasıdır (Burkinshaw ve Kumar, 2009).

pH Dengelemesi:

Mordanlar, boyama banyosunun pH seviyesini düzenler ve boyanın elyafa daha iyi nüfuz etmesini sağlar. Örneğin, asidik mordanlar, asidik boyama banyolarında kullanılır (Burkinshaw ve Kumar, 2009).

Mordanlar, boyama işlemlerinde renklerin kalıcılığını ve parlaklığını artırmak için kritik öneme sahiptir. Farklı mordanlar ve mordanlama yöntemleri, elde edilmek istenen sonuca bağlı olarak seçilir. Mordanlama, doğru uygulanmadığında elyafın yapısını bozabilir, bu nedenle dikkatli ve bilgiye dayalı bir şekilde yapılmalıdır.

2.7 Haslık

Haslık, tekstil boyalarının yıkama, ışık, sürtünme, ter, su, deniz suyu ve klorlu su gibi dış etkenlere karşı dayanıklılığını ifade eden bir terimdir. Haslık, boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinin kullanım ömrünü ve kalitesini belirleyen önemli bir faktördür. Tekstil endüstrisinde, boyaların ve baskıların dayanıklılığı, ürünlerin kullanım sıklığına ve çevresel etkilere karşı direnç göstermesi açısından kritik öneme sahiptir (Turgut ve ark., 2024).

2.7.1 Haslık Türleri

Yıkama Haslığı: Boyaların yıkama sırasında su ve deterjan etkisiyle kumaştan ayrılma veya solma eğilimini ölçer.

Işık Haslığı: Boyaların güneş ışığına maruz kaldığında renk değiştirme veya solma eğilimini değerlendirir.

Sürtünme Haslığı: Boyaların sürtünme sonucu kumaştan ayrılma veya diğer yüzeylere bulaşma eğilimini belirler.

Ter Haslığı: Boyaların insan terine maruz kaldığında renk değiştirme veya solma eğilimini ölçer.

Su Haslığı: Boyaların su ile temas ettiğinde renk değiştirme veya solma eğilimini değerlendirir.

Deniz Suyu Haslığı: Boyaların deniz suyu ile temas ettiğinde dayanıklılığını ölçer.

Klorlu Su Haslığı: Boyaların klorlu su ile temas ettiğinde renk değiştirme veya solma eğilimini belirler.

2.7.2Haslık Analizleri Nasıl Yapılır?

Haslık testleri, standart test yöntemleri kullanılarak laboratuvar ortamında gerçekleştirilir. Bu testler, boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinin çeşitli dış etkenlere karşı dirençlerini ölçmeyi amaçlar. Aşağıda, yaygın olarak kullanılan haslık test yöntemlerinden bazıları ve bu testlerin nasıl yapıldığına dair bilgiler bulunmaktadır (Tölek ve Kadem, 2016).

Yıkama Haslığı Testi: Yıkama haslığı testi, boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinin yıkama sırasında renklerinin ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. ISO 105-C06 standardına göre yapılır. Test, numunenin standart bir yıkama prosedürü ile yıkanmasını ve ardından renk değişikliği ve renk bulaşmasını değerlendirmeyi içerir. Test sonucunda, haslık derecesi 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında gri skala ile belirlenir (Önal, 2000; Acar, 2014). Gri skala, haslık değerlendirmelerinde en çok kullanılan ölçektir. Günümüzde iki gri ölçek kullanılmaktadır. Birincisi, boyalı materyalin renginde oluşan değişikliği değerlendirmede, ikincisi; ışık, gaz soldurması ve ağartma haslıkları dışındaki diğer testlerde test numunesine dikilen refakat kumaşındaki lekeleme derecesini ölçmede kullanılır. Gri ölçekte beş çift gri renkli karton veya kumaş vardır. Her çift gözle anlaşılabilir farkı temsil eder. Çiftlerden biri daima orijinal şiddette, diğerleri ise derece derece azalan şiddetlerde boyanmıştır. Her çiftin temsil ettiği fark, belirli bir haslık derecesinin renk değişikliğine uyar (Önal, 2000; Acar, 2014).

Işık Haslığı Testi: Işık haslığı testi, boyaların güneş ışığına maruz kaldığında ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. ISO 105-B02 standardına göre yapılır. Test, numunenin belirli bir süre boyunca yapay ışık kaynağı altında tutulmasını ve ardından renk değişikliğinin değerlendirilmesini içerir. Işık haslığı derecesi, 1 (çok kötü) ile 8 (çok iyi) arasında bir ölçekle belirlenir (105-B02, 2013).

Sürtünme Haslığı Testi: Sürtünme haslığı testi, boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinin sürtünme sonucu renklerinin ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. ISO 105-X12 standardına göre yapılır. Test, numunenin kuru ve ıslak beyaz bir kumaş parçası ile belirli bir kuvvetle sürtülmesini ve ardından renk bulaşmasının değerlendirilmesini içerir. Sürtünme haslığı derecesi, 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında bir ölçekle belirlenir (105-B02, 2013).

Ter Haslığı Testi: Ter haslığı testi, boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinin insan terine maruz kaldığında ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. ISO 105-E04 standardına göre yapılır. Test, numunenin asidik ve KAlali ter çözeltilerine daldırılmasını ve ardından belirli bir sıcaklık ve nemde tutulmasını içerir. Renk değişikliği ve renk bulaşması değerlendirilir. Ter haslığı derecesi, 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında bir ölçekle belirlenir (105-B02, 2013).

Su Haslığı Testi: Su haslığı testi, boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinin su ile temas ettiğinde ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. ISO 105-E01 standardına göre yapılır. Test, numunenin belirli bir süre boyunca suya daldırılmasını ve ardından renk değişikliği ve renk bulaşmasının değerlendirilmesini içerir. Su haslığı derecesi, 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında bir ölçekle belirlenir (105-B02, 2013).

Deniz Suyu Haslığı Testi: Deniz suyu haslığı testi, boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinin deniz suyu ile temas ettiğinde ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. ISO 105-E02 standardına göre yapılır. Test, numunenin belirli bir süre boyunca yapay deniz suyuna daldırılmasını ve ardından renk değişikliği ve renk bulaşmasının değerlendirilmesini içerir. Deniz suyu haslığı derecesi, 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında bir ölçekle belirlenir (105-B02, 2013).

Klorlu Su Haslığı Testi: Klorlu su haslığı testi, boyalı veya baskılı tekstil ürünlerinin klorlu su ile temas ettiğinde ne kadar dayanıklı olduğunu ölçer. ISO 105-E03 standardına göre yapılır. Test, numunenin belirli bir süre boyunca klorlu suya daldırılmasını ve ardından renk değişikliği ve renk bulaşmasının değerlendirilmesini içerir. Klorlu su haslığı derecesi, 1 (çok kötü) ile 5 (çok iyi) arasında bir ölçekle belirlenir (105-B02, 2013).

Haslık testleri, boyalı ve baskılı tekstil ürünlerinin kullanım ömrü ve kalitesi açısından büyük önem taşır. Yıkama, ışık, sürtünme, ter, su, deniz suyu ve klorlu su gibi çeşitli dış etkenlere karşı dayanıklılığını ölçen bu testler, tekstil ürünlerinin performansını ve müşteri memnuniyetini artırmak için kritik bir rol oynar. Haslık testleri, tekstil

endüstrisinin standartlarını belirleyerek, ürünlerin kalitesini ve sürdürülebilirliğini sağlamaktadır.

2.8 RENK KAVRAMI

Renk, hem fiziksel hem de psikolojik boyutları olan karmaşık bir fenomendir. Gözümüzle algıladığımız ve ışığın belirli dalga boylarının yansması veya emilmesi sonucunda ortaya çıkan görsel bir deneyimdir. Renkler, günlük yaşamımızda önemli bir yer tutar ve sanat, tasarım, bilim ve teknolojiye geniş bir kullanım alanına sahiptir (Jaglarz, 2023).

2.8.1 Fiziksel Temeller

Renk, elektromanyetik spektrumun görünür ışık kısmında yer alır. Görünür ışık, yaklaşık 380 nm ile 740 nm arasındaki dalga boylarına sahiptir (Tetley & Young, 2007)

Elektromanyetik Spektrum: Renkler, elektromanyetik spektrumun bir parçasıdır. Kırmızı, en uzun dalga boyuna (yaklaşık 620-740 nm) sahipken, mor en kısa dalga boyuna (yaklaşık 380-450 nm) sahiptir (Dale ve ark., 2005).

Işık ve Dalga Boyları: Işık, dalga boyları ve frekanslar halinde hareket eder. Renk algısı, gözün retinasındaki fotoreseptör hücrelerin bu dalga boylarına verdiği tepkiyle oluşur (Narita ve ark., 2010)

2.8.2 Renk Algısı

Renk algısı, ışığın gözle etkileşimi ve beyin tarafından işlenmesi ile oluşur.

Gözün Yapısı: Göz, ışığı algılamak için özelleşmiş bir organdır. Retinada bulunan koni hücreleri, renkli ışığı algılar. Üç tip koni hücresi (kırmızı, yeşil ve mavi) farklı dalga boylarına duyarlıdır (Purves ve ark., 2001).

Renk Teorileri: Renk algısını açıklayan birkaç teori vardır. Tri-kromatik Teori, insan gözünde üç tür renk algılayıcı koni hücresi bulunduğunu öne sürer. Karşıt Süreç Teorisi ise renk algısının karşıt renk çiftleri (örneğin, kırmızı-yeşil, mavi-sarı) aracılığıyla gerçekleştiğini belirtir (Wegman & Said, 2011).

2.8.3 Renklerin Psikolojik Etkileri

Renkler, insanların duygusal ve psikolojik durumları üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir.

Renk ve Duygular: Farklı renkler, farklı duygusal tepkiler yaratabilir. Örneğin, kırmızı genellikle enerji ve tutku ile ilişkilendirilirken, mavi huzur ve sakinlik ile ilişkilendirilir (Elliot, 2015)

Renk Psikolojisi: Renklerin psikolojik etkileri kültürel ve bireysel farklılıklar gösterebilir. Renk psikolojisi, bu etkileri inceleyen bir alandır ve özellikle pazarlama ve tasarımda önemli bir rol oynar (Khattak ve ark., 2020).

2.8.4 Renklerin Kullanımı

Renkler, çeşitli alanlarda farklı amaçlarla kullanılır.

Sanat ve Tasarım: Renk, sanat ve tasarımın temel unsurlarından biridir. Renk teorisi, sanatçılar ve tasarımcılar tarafından kompozisyon oluşturmak ve duygusal etkiler yaratmak için kullanılır (Agoston, 2013).

Moda: Moda endüstrisinde renk, trendlerin ve tüketici tercihlerini yönlendiren önemli bir faktördür. Renk paletleri, sezonlara ve moda akımlarına göre belirlenir (Jackson, 2007).

Pazarlama: Renkler, pazarlamada güçlü bir araçtır. Marka kimliğini oluşturmak ve tüketici davranışını etkilemek için renkler stratejik olarak kullanılır (Agoston, 2013).

2.8.5 Renklerin Bilimsel İncelenmesi

Renkler, bilimsel olarak çeşitli disiplinlerde incelenir.

Fizik: Fizik, ışığın doğasını ve renk oluşumunu inceler. Optik, ışığın kırılması, yansıması ve dağılımı gibi konuları ele alır (Tilley, 2003).

Kimya: Kimya, pigmentler ve boyar maddelerin nasıl üretildiğini ve nasıl çalıştığını inceler. Renkli maddelerin kimyasal yapıları ve reaksiyonları, renklerin oluşumunda kritik bir rol oynar (Tilley, 2003).

Psikoloji: Psikoloji, renk algısını ve renklerin insan davranışı üzerindeki etkilerini araştırır. Renk algısının nörolojik temelleri ve psikolojik etkileri bu alanda incelenir (Tilley, 2003)

Renk, çok boyutlu bir kavramdır ve fiziksel, psikolojik ve kültürel açılardan incelenir. Renklerin yapısal temelleri, göz ve beyin arasındaki karmaşık etkileşimlerle oluşurken, renklerin psikolojik etkileri ve kullanımları, günlük yaşamımızın birçok alanında önemli bir rol oynar. Renk kavramının derinlemesine anlaşılması, sanat, tasarım, moda ve pazarlama gibi alanlarda başarılı uygulamalar için kritik öneme sahiptir.

2.8.6 Boyar Maddelerin Yapısal Özellikler

Kromofor Gruplar: Boyar maddelerin renkli olmasını sağlayan kimyasal gruplardır. Bu gruplar, molekül içindeki belirli elektronların belirli enerji seviyelerinde emilim ve yayılım yapması sonucu renklilik sağlar. Kromofor gruplar, görünür ışık spektrumunda belirli dalga boylarını absorbe eder ve bu nedenle renkli görünürler.

Azo Grubu (-N=N-): Azo boyar maddeler, azo ($-N=N-$) grubuna sahip olup, kırmızı, turuncu ve sarı tonlarında renkler sağlar. Bu grup, genellikle organik sentez yoluyla elde edilen boyar maddelerde bulunur ve geniş bir renk yelpazesi sunar (Alzain ve ark., 2023).

Karbonil Grubu (C=O): Karbonil grubu, ketonlar ve aldehitlerde bulunur. Bu grup, genellikle sarı ve turuncu renkler üretir. Kinonlar gibi maddeler karbonil grupları içerir ve genellikle parlak renkler sergiler (Alzain ve ark., 2023).

Nitro Grubu (-NO₂): Nitro boyar maddeler, nitro grubuna sahip olup sarı ve turuncu renkler verebilir. Nitro grubu, yüksek elektron çekici özelliği ile dikkat çeker ve boyar maddenin elektron yoğunluğunu etkiler (Alzain ve ark., 2023)

2.8.7 Oksokrom Gruplar

Oksokrom gruplar, kromoforların etkisini artıran ve boyar maddenin rengini değiştiren gruplardır. Oksokrom gruplar, genellikle elektron çekici veya itici özellikleriyle bilinir. Bu gruplar, kromoforlarla etkileşime girerek boyar maddenin rengini değiştirebilir ve yoğunluğunu artırabilir.

Amino Grubu (-NH₂): Amino grubu, elektron verici bir gruptur ve kromoforların renk etkisini artırabilir. Bu grup, genellikle kırmızı ve mor renklerin oluşumunda rol oynar (Qiu ve ark., 2018).

Hidroksi Grubu (-OH): Hidroksi grubu, su molekülleriyle hidrojen bağı oluşturabilir ve boyar maddenin çözünürlüğünü artırabilir. Bu grup, genellikle sarı ve mavi renklerin oluşumunda etkilidir (Qiu ve ark., 2018).

Metoksi Grubu (-OCH₃): Metoksi grubu, elektron verici bir gruptur ve boyar maddenin renk yoğunluğunu artırabilir. Bu grup, genellikle organik boyar maddelerde bulunur ve geniş bir renk yelpazesi sunar (Qian ve ark., 2018).

2.8.8 Konjugasyon

Konjugasyon, molekül içindeki çift bağların ve π elektronlarının delokalize olması durumudur. Konjugasyon, boyar maddelerde renkliliğin artmasına neden olur. Konjuge sistemler, enerji aralıklarını daraltarak görünür ışık spektrumundaki dalga boylarını emer ve renkliliği sağlar.

Konjugasyonun Etkileri

Enerji Aralıklarının Daralması: Konjuge sistemlerde, π elektronları delokalize olur ve bu, molekülün enerji seviyelerini daraltır. Bu durum, görünür ışık spektrumundaki dalga boylarının emilimini artırır ve molekülün renkli görünmesini sağlar (Qian ve ark., 2022).

Renk Yoğunluğunun Artması: Konjugasyon, boyar maddenin renk yoğunluğunu artırır. Konjuge sistemler, daha güçlü ve parlak renkler üretir (Qian ve ark., 2022).

Molekölün Genel Yapısı

Boyar maddelerin kimyasal yapıları, renk özelliklerini doğrudan etkiler. Kromofor ve Oksokrom grupların yanı sıra, molekülün büyüklüğü, şekli ve konjugasyon derecesi de renkliliği belirler. Örneğin, uzun konjuge sistemlere sahip moleküller genellikle daha koyu ve yoğun renkler gösterir.

Molekül Büyüklüğü ve Şekli

Uzun Konjuge Sistemler: Uzun konjuge sistemlere sahip moleküller, genellikle daha koyu ve yoğun renkler gösterir. Bu tür moleküller, geniş bir renk yelpazesi sunar ve farklı endüstrilerde yaygın olarak kullanılır ((Gamelas ve ark., 2023).

Şekil ve Geometri: Molekülün şekli ve geometrisi, boyar maddenin renk özelliklerini etkiler. Düzlemsel yapılar, konjugasyonun daha etkili olmasını sağlar ve renkliliği artırır (Gamelas ve ark., 2023).

2.9 Doğal ve Sentetik Boyar Maddeler

Boyar maddeler, doğal veya sentetik kaynaklardan elde edilebilir. Doğal boyar maddeler bitkiler, hayvanlar ve minerallerden elde edilirken, sentetik boyar maddeler kimyasal sentez yoluyla üretilir (Önal, 2022).

2.9.1 Doğal Boyar Maddeler

Pek çok doğal boyar madde vardır. Bunlardan iki tanesi İndigo ve Alizarin'dir.

İndigo: İndigo bitkisinden elde edilen indigo mavisi, tarih boyunca tekstil boyamada yaygın olarak kullanılmıştır. Bu doğal boyar madde, güçlü bir konjugasyon sistemine sahiptir ve parlak mavi bir renk sağlar (Ferreira ve ark., 2004).

Alizarin: Kökboyası bitkisinden elde edilen alizarin kırmızısı, doğal bir boyar maddedir. Alizarin, antrakinon türevi bir kromofor içerir ve güçlü kırmızı bir renk üretir (Ferreira ve ark., 2004).

2.9.2 Sentetik Boyar Maddeler

Sentezlenmiş yüzlerce sentetik boyar madde vardır. Bunlardan anilin ve Azo boyar maddeleri aşağıda verilmiştir.

Anilin Boyaları: Anilin boyaları, kimyasal sentez yoluyla elde edilen sentetik boyar maddelerdir. Bu boyalar, genellikle azo grupları içerir ve geniş bir renk yelpazesi sunar (Ferreira ve ark., 2004).

Azo Boyalar: Azo boyalar, azo ($-N=N-$) grupları içerir ve kırmızı, turuncu ve sarı tonlarında renkler sağlar. Bu sentetik boyalar, yüksek renk haslığı ve parlaklık sunar (Ferreira ve ark., 2004).

2.10 CIE Renk Ölçüm Sistemi

CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) renk ölçüm sistemi, renklerin bilimsel ve objektif bir şekilde ölçülmesi ve tanımlanması için geliştirilmiş standart bir sistemdir. CIE, 1931 yılında Uluslararası Aydınlatma Komisyonu tarafından oluşturulmuştur ve renk bilimi alanında en yaygın kabul gören sistemdir (Mukai ve Kiso, 2005). Bu sistem, renklerin ölçülmesi ve tarif edilmesi için matematiksel modeller ve renk uzayları kullanır. İşte CIE renk ölçüm sistemi hakkında ayrıntılı bilgi:

2.10.1 CIE 1931 Renk Uzayı

CIE 1931 renk uzayı, renklerin üç boyutlu bir uzayda temsil edilmesini sağlar. Bu uzay, renklerin insan gözü tarafından algılanma biçimini temel alır ve renkleri belirlemek için üç temel renk bileşeni kullanır: kırmızı (X), yeşil (Y) ve mavi (Z). Bu bileşenler, renklerin objektif ve sayısal olarak ifade edilmesini sağlar. (Ohno, 2000; Mukai ve Kiso, 2005)

2.10.2 CIE 1931 XYZ Renk Modeli

CIE 1931 XYZ renk modeli, renklerin sayısal olarak ifade edilmesini sağlayan bir modeldir. Bu modelde, X, Y ve Z bileşenleri, renklerin spektral güç dağılımına göre hesaplanır. Bu bileşenler, renklerin parlaklık, renk tonu ve doygunluk özelliklerini belirler (Ohno, 2000).

X Bileşeni (Kırmızı): Renklerin kırmızı bileşenini temsil eder.

Y Bileşeni (Yeşil): Renklerin yeşil bileşenini ve aynı zamanda parlaklığı temsil eder.

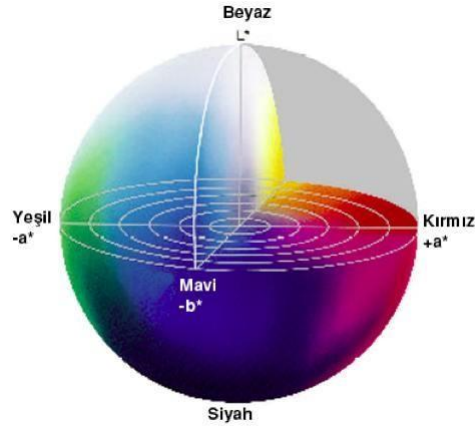
Z Bileşeni (Mavi): Renklerin mavi bileşenini temsil eder.

2.10.3 CIE Renk Eşleştirme Fonksiyonları

CIE 1931 renk eşleştirme fonksiyonları, renklerin X, Y ve Z bileşenlerine dönüştürülmesi için kullanılır. Bu fonksiyonlar, insan gözünün farklı dalga boylarındaki ışığa duyarlılığını temsil eder. Renk eşleştirme fonksiyonları, renklerin sayısal olarak ifade edilmesini sağlar.

2.10.4 CIE 1976 (L^* , a^* , b^*) Renk Uzayı

CIE 1976 (L^* , a^* , b^*) renk uzayı, renklerin daha homojen ve algısal olarak daha doğru bir şekilde temsil edilmesini sağlar. Bu uzay, renklerin parlaklık (L^*), kırmızı-yeşil eksen (a^*) ve sarı-mavi eksen (b^*) olmak üzere üç bileşende ifade edilmesini sağlar (Kuehni, 2003).



Şekil 2. 2 CIELAB Renk Uzayı (Zollinger, 2003)

L* Bileşeni (Parlaklık)

L* bileşeni, renklerin parlaklık seviyesini temsil eder. 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında bir değer alır.

a* Bileşeni (Kırmızı-Yeşil Eksen)

a* bileşeni, renklerin kırmızıdan yeşile olan yönünü temsil eder. Pozitif değerler kırmızı, negatif değerler ise yeşil rengini ifade eder.

b* Bileşeni (Sarı-Mavi Eksen)

b* bileşeni, renklerin sarıdan maviye olan yönünü temsil eder. Pozitif değerler sarı, negatif değerler ise mavi rengini ifade eder.

CIE Renk Farkı Formülleri

CIE renk farkı formülleri, iki renk arasındaki farkı hesaplamak için kullanılır. Bu formüller, renklerin algısal farklarını sayısal olarak ifade eder.

CIE76 (ΔE^*)

CIE76, iki renk arasındaki farkı hesaplamak için kullanılan en temel formüldür. ΔE^* değeri, renk farkını ifade eder ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\Delta E^* = (L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2$$

Kubelka-Munk teorisi, boya ve kaplamaların optik özelliklerini analiz ederken sıkça kullanılır ve K/S (absorbans/saçılma) değeri üzerinden renk verimliliği analizleri yapılır. Bu teori, bir malzemenin renk verimliliğinin belirlenmesinde temel bir yöntem sunar.

K/S Değerinin Renk Verimliliği Analizi:

Ölçüm: K/S değeri, spektrofotometre ile yansıma ölçümleri yapılarak hesaplanır. Spektrofotometre, belirli bir dalga boyundaki yansıma oranını (R) ölçer. Yansıma oranı

R değeri elde edildikten sonra, aşağıdaki Kubelka-Munk dönüşüm formülü kullanılarak K/S değeri hesaplanır:

$$K/S = (1-R)^2 / 2R$$

Renk Verimliliği:

Absorpsiyon Katsayısı (K): Malzemenin belirli bir dalga boyundaki ışığı ne kadar absorbe ettiğini gösterir.

Saçılma Katsayısı (S): Malzemenin belirli bir dalga boyundaki ışığı ne kadar saçtığını gösterir.

Renk verimliliği, malzemenin istenen renk dalga boylarında yüksek K ve düşük S değerlerine sahip olması ile ilişkilidir. Bu, malzemenin istenilen dalga boylarındaki ışığı etkin bir şekilde absorbe edip, diğer dalga boylarında ise saçılımı minimize ettiğini gösterir.

Analiz:

Yüksek K/S değeri, malzemenin o dalga boyunda yüksek renk verimliliğine sahip olduğunu gösterir.

Farklı dalga boylarında K/S değerleri hesaplanarak, malzemenin renk verimliliği spektral olarak analiz edilir.

Boya ve kaplamalarda istenen rengin elde edilmesi için K/S değerlerinin optimize edilmesi gerekmektedir (Asl ve Rozati, 2017).

2.11 Beyaz dut (*Morus alba* L.)



Şekil 2. 3. Beyaz dut (*Morus alba* L.) (Google)

Beyaz dut (*Morus alba* L.), Moraceae familyasından gelen ve Asya kökenli bir ağaç türüdür. Hem meyvesi hem de yapraklarıyla çeşitli kullanımları olan bu bitki, dünyanın birçok yerinde yetiştirilmektedir (Lochynska ve Oleszak, 2011).

Özellikleri:

- 1.**Yapraklar:** Beyaz dutun yaprakları büyük, yeşil, genellikle oval veya kalp şeklindedir. Yapraklar, ipek böcekleri tarafından besin kaynağı olarak kullanılır.
- 2.**Meyveler:** Dut meyvesi genellikle beyaz, bazen pembe veya kırmızımsı olabilir. Tatlı bir lezzeti vardır ve taze, kurutulmuş veya işlenmiş olarak tüketilebilir.
- 3.**Ağaç Yapısı:** Beyaz dut ağacı, 10-20 metreye kadar boylanabilir. Genellikle geniş ve yuvarlak bir taç yapısına sahiptir.
- 4.**Kök Sistemi:** Güçlü bir kök sistemine sahiptir, bu da onu erozyon kontrolü için uygun hale getirir.
- 5.**Çiçekler:** Küçük, yeşilimsi ve tek evcikli çiçekleri vardır. Çiçekler genellikle yapraklarla aynı dönemde açar.

Yetiştği Yerler:

Beyaz dut, genellikle ılıman ve subtropikal iklimlerde yetişir. Orta Asya ve Çin kökenli olmasına rağmen, bu bitki artık dünya genelinde yaygın olarak bulunur (Spoor, 2001). Beyaz dutun yetiştiği yerler:

- 1.**Asya:** Özellikle Çin, Japonya, Kore ve Hindistan'da yaygın olarak yetiştirilir.
- 2.**Avrupa:** Akdeniz iklimine sahip bölgelerde, özellikle İtalya, Yunanistan ve İspanya'da bulunur.
- 3.**Amerika:** Kuzey Amerika'da, özellikle ABD'nin güney ve doğu bölgelerinde yetiştirilir.
- 4.**Afrika:** Güney ve kuzey Afrika'da, özellikle sulama imkanlarının olduğu bölgelerde yetiştirilir.
- 5.**Türkiye:** Türkiye'nin hemen her bölgesinde, özellikle Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde yaygın olarak yetişir.

2.11.1Kullanım Alanları:

- 1.**Meyve:** Taze veya kurutulmuş olarak tüketilebilir. Ayrıca reçel, pekmez ve şarap yapımında kullanılır.
- 2.**Yaprak:** İpekböceği besiciliğinde kullanılır.
- 3.**Tıbbi Kullanım:** Geleneksel tıpta, yaprakları ve meyveleri çeşitli sağlık sorunları için kullanılır. Özellikle, antioksidan özellikleri ve bağışıklık sistemini güçlendirme potansiyeli nedeniyle değer görür.
- 4.**Ağaç ve Odun:** Dut ağacının odunu dayanıklıdır ve marangozlukta kullanılır.

Beyaz dut (*Morus alba* L.) üzerine yapılan bilimsel çalışmalar, bu bitkinin çeşitli biyolojik ve tıbbi özelliklerini incelemiştir. İşte bazı önemli araştırmalar ve bulgular:

1.Antioksidan Özellikleri: Beyaz dutun yaprakları ve meyveleri, yüksek antioksidan aktiviteye sahip flavonoidler içerir. Bu bileşikler, serbest radikallere karşı koruma sağlayarak hücre hasarını azaltabilir. Bir çalışmada, beyaz dut yapraklarından elde edilen ekstraktların, güçlü antioksidan aktivite gösterdiği ve bu özelliğin yaşlanma karşıtı etkilerde kullanılabileceği belirtilmiştir(Gungor ve Sengul, 2008) .

2.Antidiabetik Etkiler: Beyaz dut yapraklarının kan şekerini düşürücü etkileri de iyi belgelenmiştir. Yapılan araştırmalar, beyaz dut yapraklarının içerdiği DNJ (1-deoksinojirimisin) bileşiğinin, glukoz emilimini inhibe ederek kan şekeri seviyelerini düşürdüğünü göstermiştir. Bir çalışmada, beyaz dut yapraklarının tip 2 diyabetli hastalarda kan şekeri kontrolüne yardımcı olabileceği bulunmuştur (Andallu ve Varadacharyulu, 2002).

3.Kolesterol Düşürücü Etkiler: Beyaz dut yapraklarının, kolesterol seviyelerini düşürmede de etkili olduğu gösterilmiştir. Bir çalışmada, beyaz dut yaprağı ekstraktının, hayvan modellerinde toplam kolesterol ve LDL kolesterol seviyelerini düşürdüğü bulunmuştur. Bu, beyaz dut yapraklarının kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde potansiyel bir rol oynayabileceğini göstermektedir (Hesham ve ark., 2005; El-Beshbishy ve ark., 2006).

4.Antimikrobiyal Etkiler: Beyaz dutun antimikrobiyal özellikleri üzerine yapılan çalışmalar, bu bitkinin çeşitli bakteriyel ve fungal enfeksiyonlara karşı etkili olabileceğini göstermiştir. Bir çalışmada, beyaz dut yaprağı ekstraktının, *E. coli* ve *Staphylococcus aureus* gibi bakterilere karşı güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiği bulunmuştur (Katsube ve ark., 2006).

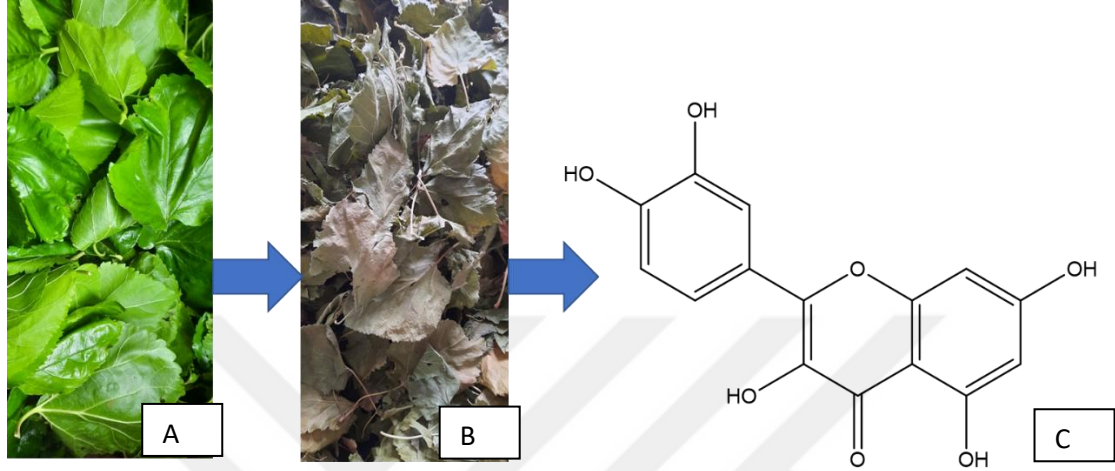
5.Nöroprotektif Etkiler: Beyaz dutun nöroprotektif etkileri de incelenmiştir. Bir araştırmada, beyaz dut meyvesi ekstraktının, Parkinson hastalığı modelinde dopaminerjik nöronları koruyarak nöroprotektif etkiler gösterdiği bulunmuştur. Bu, beyaz dutun nörodejeneratif hastalıkların tedavisinde potansiyel bir rol oynayabileceğini göstermektedir(Rebai ve ark., 2017) .

2.11.2 Çalışmamızda Kullanılan Beyaz Dut Bitkisine Ait Özellikler

Morus alba L. 150 tür içinde en baskınıdır (Srivastava ve ark., 2006). Bu bitki tek evcikli, yaprak döken bir ağaçtır ve yaklaşık 30 m yüksekliğine çıkabilmektedir. Asya, Afrika ve

Avrupa’da yayılış gösterir. Literatürdeki bir çalışmada beyaz dut yaprağı (*Morus alba* L.) ekstraktlarında quercetin olduğu gösterilmiştir (Beecher, 2003).

Çalışmamızda kullanılan beyaz dut yapraklarının yeşil ve kurumuş bitkinin yapısında bulunan quercetin maddesi ise Şekil 2.4.’te görülmektedir.



Quercetin flavonoidlerin özel bir alt sınıfıdır (Okamoto, 2005; Katsube ve ark., 2006). Quercetin sebze ve meyvelerde bulunan başlıca flavonoiddir. Son zamanlarda yapılan in-vitro çalışmalar, quercetin'in genotoksik maddelere karşı koruyucu olduğunu ve antimutajenik olarak kabul edildiğini göstermektedir (Singh ve ark., 2021). Genellikle, her biri en az bir hidroksil içeren, üç karbonlu bir "köprü" aracılığıyla bağlanan ve altı üyeli bir heterosiklik hKAlanın parçası olan iki aromatik hKAladan oluşurlar. Flavonoidler ayrıca aromatik bir hKAlanın heterosiklik hKAlaya bağlantısına ve ayrıca heterosiklik hKAlanın oksidasyon durumuna ve fonksiyonel gruplarına bağlı olarak alt sınıflara ayrılır. Her bir alt sınıf içinde ayrı ayrı bileşikler, spesifik hidroksilasyon ve konjugasyon modelleriyle karakterize edilir (Zhou ve ark., 2007).

2.12 Disk Difüzyon Yöntemi

Disk difüzyon yöntemi (DDM), mikroorganizmaların antimikrobiyal ajanlara duyarlılığını test etmek için yaygın olarak kullanılan bir laboratuvar yöntemidir. Bu yöntem, basitliği, maliyet etkinliği ve yaygın kullanılabilirliği nedeniyle, özellikle klinik mikrobiyolojide tercih edilmektedir (Reller ve ark., 2009). Disk difüzyon yöntemi, Kirby-

Bauer yöntemi olarak da adlandırılmaktadır ve ilk kez 1966 yılında Kirby ve Bauer tarafından standart bir prosedür olarak önerilmiştir (Bauer, 1996).

2.12.1 Yöntemin Prensibi

Disk difüzyon yöntemi, belirli bir antimikrobiyal ajanın emdirildiği disklerin, bakteriyel bir inokulumun yayılmış olduğu bir agar plakasına yerleştirilmesine dayanır. Disklerden agar yüzeyine yayılan antimikrobiyal ajan, hedef mikroorganizmalar üzerinde bir inhibisyon zonu oluşturarak etkinliğini gösterir (Balouiri ve ark., 2016). İnhibisyon zonunun çapı, antimikrobiyal ajanın difüzyon hızı, mikroorganizmanın duyarlılığı ve kullanılan besiyerinin özelliklerine bağlıdır (Wayne, 2010).

2.12.2 Uygulama Prosedürü

1.Mikroorganizma Hazırlığı: Saf bir bakteri kültüründen, standart bir yoğunlukta (örneğin, 0.5 McFarland) bir süspansiyon hazırlanır (Jorgensen & Ferraro, 2009).

2.Besiyeri Seçimi: Muller-Hinton agar, antibiyotik duyarlılık testlerinde sıklıkla tercih edilen standart besiyeridir. Bu besiyerinin homojen yapısı, pH dengesi ve belirli bir iyon konsantrasyonu, sonuçların güvenilirliğini artırır (Wayne, 2010).

3.Disk Yerleştirme: Antibiyotik içeren diskler steril penslerle dikkatlice agar yüzeyine yerleştirilir. Diskler arasındaki mesafenin uygun şekilde ayarlanması, sonuçların doğru yorumlanması için kritiktir (Bauer, 1996).

4.İnkübasyon: Plakalar genellikle 35-37°C'de 16-18 saat inkübe edilir (Balouiri ve ark., 2016).

5.Sonuçların Yorumlanması: İnhibisyon zonu çapları ölçülür ve CLSI ya da EUCAST gibi standartlara göre sonuçlar duyarlı (S), orta duyarlı (I) veya dirençli (R) olarak raporlanır (Wayne, 2010).

2.12.3 Avantaj ve Dezavantajları

Disk difüzyon yöntemi, basit, hızlı ve ekonomik olması gibi avantajlara sahiptir. Ancak, yalnızca yarı kantitatif sonuçlar sağlar ve anaerobik ya da zor üreyen mikroorganizmalar için uygun değildir (Balouiri et al., 2016). Ayrıca, difüzyonun sınırlı olması, lipofilik veya yüksek molekül ağırlıklı antibiyotiklerin etkinliğinin yanlış değerlendirilmesine neden olabilir (Reller ve ark., 2009).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1 Materyal

Boyama işlemleri Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Doğal Boyalar Uygulama ve Araştırma Merkezinde, antibakteriyel testler Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen/Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Araştırma Laboratuvarında, antioksidan testleri Ziraat Fakültesi Araştırma Laboratuvarında, ¹H- ve ¹³C- NMR yapı analizleri BAP Araştırma ve Uygulama Laboratuvarında, Kolon kromatografisi ve TLC çalışmaları Organik Kimya Araştırma Laboratuvarında, LC-MS Iğdır Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Merkezinde yapılmıştır. Ter haslığı analizleri Tübitak BUTAL merkezinde yapılmıştır.

Bu çalışmada, ekstraksiyon için Soxhlet cihazı, buharlaştırma için Rotary Evaporatör, tartım için hassas terazi, renk kodları için Pantone Color Quide (Uluslararası Renk Atlası), haslık işlemlerinin belirlenmesinde haslık analizi cihazları, ortamın pH değerini ölçmek için dijital pH metre, boyamalar için termostatl ısıtıcılar, çeşitli ebatlarda erlenmayer, beher, mezür ve süzme hunisi kullanıldı. Mordan maddeleri olarak Bakır-II-sülfat (CuSO₄, Merck), Demir-II-sülfat (FeSO₄, Merck) ve şap (KAl(SO₄)₂.12H₂O Merck) kullanıldı. Ekstraksiyon ve boyama işlemlerinde için destile su kullanıldı. Çalışmada yün kumaş (9x9 cm, 313 g/m²) ve pamuklu kumaş (10x7 cm, 187 g/m²) Tokat merkez Togo tekstilden satın alındı. Yün iplik Nm (1.4m/g) Ankara Beypazarı HKAl Eğitim Merkezinden temin edildi. Deri (344g/m) Trendyol internet sitesi ipekbazaar satıcısından alındı. Çam ahşap (2.5x2.5x5 cm) ebatlarında Tokat Organize Sanayinden alındı. Polyester Tokat merkez Togo tekstilden temin edildi.

3.1.1 Kullanılan kimyasal maddeler

- | | |
|---|-----------------------------------|
| 1. Bakır (II) Sülfat | Merck (Analitik saflıkta) |
| 2. Demir (II) Sülfat | Merck (Analitik saflıkta) |
| 3. Potasyum alüminyum sülfat dodekahidrat | Merck (Analitik saflıkta) |
| 4. Üre | Sigma Aldrich (Analitik saflıkta) |
| 5. Amonyak | Sigma Aldrich (Analitik saflıkta) |
| 6. Kalsiyum Okzalat | Sigma Aldrich (Analitik saflıkta) |
| 7. Hekzan | Sigma Aldrich (Analitik saflıkta) |
| 8. Etil asetat | Sigma Aldrich (Analitik saflıkta) |
| 9. Petrol Eteri | Sigma Aldrich (Analitik saflıkta) |

10. Kloroform	Sigma Aldrich (Analitik saflıkta)
11. Asetik Asit	Acros
12. Sodyum Hidroksit	Sigma Aldrich (Analitik saflıkta)
13. Etanol	Sigma Aldrich (Analitik saflıkta)
14. Metanol	Sigma Aldrich (Analitik saflıkta)
15. Silikajel	Merck
16. Reşadiye Kili	

3.1.2 Kullanılan cihazlar

1. Soxhlet cihazı
2. SS 6200 Renk Ölçüm Spektroskopisi
3. Termostatlı Isıtıcı IKA C-MAG HP 10
4. UV Lambası
5. Rotary Evaporatör
6. Terazi [WA304 Model, 300g x 0,0001g] (Avery Berkel)
7. pH metre (Mettler Toledo, Model S220-K)
8. Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi (NMR) Bruker Avance DPX-400
9. The LC-MS/MS system consisted of an Agilent 6460 triple-quadrupole mass spectrometer equipped with an electrospray ionization source (Agilent Technologies, CA, USA). An Agilent Poroshell 120 column (4.6x100 mm, 2.7 µm)

3.2 Yöntem

3.2.1 Kullanılan çözeltilerin hazırlanması

Bu çalışmada mordan olarak, Bakır-II-sülfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), Demir-II-sülfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), Gümüş nitrat (AgNO_3), Potasyum alüminyum sülfat dodekahidrat ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$) ve Önal-1 (%3 NH_3 (v/v), %3 üre (g/v) %3 kalsiyum okzal (g/v)) ve Reşadiye kili kullanıldı. Boya banyosunun pH'sını ayarlamak için NaOH (Sodyum hidroksit) ve CH_3COOH (Asetik asit) kullanıldı.

Flotte Oranı

Flotte oranı, boyanacak elyafın ağırlığının boya banyosu hacmine oranı olarak tanımlanır (Önal, 2022).

Boyanacak elyafın ağırlığı (g)

Flotte Oranı: ----- = 1/100

Boya banyosu hacmi (mL)

3.2.2 Boyar madde ekstraksiyonu

Bu çalışmada, doğal boyar madde elde etmek için kullanılan beyaz dut yaprakları (*Morus alba* L.) Tokat ilinden haziran ayında toplandı, güneş görmeyen serin bir ortamda kurutuldu. Kurutulan yapraklar öğütüldü. 25 g'lık numuneler soxhlet cihazında 500 mL distile su kullanılarak renksizliğe kadar reflüks edidi. Bu işlem toplam 5 L renkli ekstrakt oluşuncaya kadar tekrarlandı. Tüm ekstraktlar aynı kapta birleştirildi.



Şekil 3. 1. Soxhlet cihazı ile boyar madde ekstraksiyon işlemi

3.2.3 Boyama Yöntemleri

Boyama işlemleri ön mordanlama, birlikte mordanlama, son mordanlama ve mordansız boyama olmak üzere dört farklı boyama yöntemi kullanılarak yapıldı.

Yün İplik, Yün ve Pamuklu Kumaş Boyama İşlemleri

a) Ön Mordanlama Metoduna Göre Yün İplik, Yün ve Pamuklu Kumaş Boyama

Bu yöntemde numuneler 0,1 M mordan çözeltisi ile 20 dk. kaynatıldı, süzüldü ve durulandı. Ön mordanlaması yapılan numune beher içerisine alınarak flotte oranı 1:100 olan boyar madde ile yünlü kumaş ve yün iplik için 75 °C, pamuklu kumaş için 90 °C 'de 45 dk. kaynatıldı, süzüldü, durulandı ve kurutuldu. Asidik boyamalar CH₃COOH, bazik boyamalar NaOH çözeltileri kullanılarak pH metre yardımı ile pH'ları ayarlandı.

b) Birlikte Mordanlama Metoduna Göre Yün İplik, Yün ve Pamuklu Kumaş Boyama

Bu yöntemde materyal flotte oranına dikkat edilerek boya banyosunun içerisine konuldu. Üzerine 0,1 M 100 mL deki madde miktarına eşdeğer gramda katı mordan ilave edildi, asetik asit kullanılarak pH 4'e sodyum hidroksit kullanılarak pH 8'e ayarlandı ve yünlü kumaş ve yün iplik için 75 °C pamuklu kumaş için 90 °C'de 45 dk. kaynatıldı, soğutuldu, süzüldü, durulandı ve kurutuldu.

c) Son Mordanlama Metoduna Göre Yün İplik, Yünlü ve Pamuklu Kumaş Boyama

Bu yöntemde numuneler beher içerisinde boya banyosunun pH 4 ve pH 8'e ayarlanarak yünlü kumaş ve yün iplik için 75 °C pamuklu kumaş için 90 °C 45 dk. kaynatıldı, süzüldü ve durulandı. Daha sonra mordan çözeltileri ile 20 dakika kaynatıldı, soğutuldu, süzüldü, durulandı ve kurutuldu.

d) Mordansız Boyama Metoduna Göre Yün İplik, Yünlü ve Pamuklu Kumaş Boyama

Bu yöntemde numuneler beher içerisinde boyar madde ile yünlü kumaş ve yün iplik için 75 °C pamuklu kumaş için 90 °C de 1 saat kaynatıldı, soğutuldu, süzüldü, durulandı ve kurutuldu.

Polyester Boyama

a) Ön Mordanlama Yöntemi ile Polyester Boyama

Polyester numuneler 0,1 M çözeltisi ile 20 dk. kaynatıldı, süzüldü ve durulandı. Numune erlenmayer içerisinde boyar madde ile polyester 100 °C'de 30 dk. kaynatıldı, soğutuldu, süzüldü, durulandı ve kurutuldu.

b) Birlikte Mordanlama Yöntemi ile Polyester Boyama

Boya banyosunun pH ayarlamaları yapıldı ve flotte oranına dikkat edilerek 0.1 Molar'a eşdeğer katı mordanla birlikte materyal 100 °C'de 1 saat ısıtıldı, süzüldü, durulandı ve kurutuldu. Bu işlem tüm mordan maddeleri için tekrarlandı.

c) Son Mordanlama Metoduna Göre Polyester Boyama

Numuneler beher içerisinde flotte oranı 1:100 olan boya banyosunda pH'ı 4 ve 8'e ayarlanarak 100 °C 1 saat kaynatıldı, süzüldü, durulandı. Daha sonra Bakır-II-sülfat, Demir-II-sülfat, şap ve Önal-1 mordanı içeren 0.1 M 100 mL mordan çözeltisi ile 30 dk. kaynatıldı, soğutuldu, süzüldü, durulandı ve kurutuldu.

d) Mordansız Boyama Metoduna Göre Polyester Boyama

Numuneler beher içerisinde flotte oranına dikkat edilerek 100 °C'de boya banyosunda 1 saat kaynatıldı, soğutuldu, süzüldü, durulandı ve kurutuldu.

Deri Boyama

Ön Mordanlama Metodu ile Deri Boyama

Numuneler 0,1 M 100 mL mordan çözeltisi ile 20 dk. 40 °C’de kaynatıldı ve süzöldü. Numune beher içerisinde boyarmaddenin pH ayarlamaları yapılarak sıcaklık 40 °C’yi geçmeyecek şekilde 30 dk. kaynatıldı, soğutuldu, süzöldü, durulandı ve kurutuldu.

Birlikte Mordanlama Metodu ile Deri Boyama

Boya banyosunun pH ayarlamaları yapıldı ve flotte oranına dikkat edilerek 0.1 Molar’a eşdeğer katı mordanla birlikte materyal 40 °C’de 30 dk. ısıtıldı, süzöldü, durulandı ve kurutuldu. Bu işlem tüm mordan maddeleri için tekrarlandı.

Son Mordanlama Metoduna Göre Deri Boyama

Bu yöntemde numuneler beher içerisinde flotte oranı 1:100 olan boya banyosunda pH’ı 4 ve 8’ e ayarlanarak 40 °C 30 dk. kaynatıldı, süzöldü, durulandı. Daha sonra bakır-II-sülfat, demir-II-sülfat, şap, gümüş nitrat ve Önal-1 mordanları ile 20 dk. kaynatıldı, soğutuldu, süzöldü, durulandı ve kurutuldu.

Mordansız Boyama Metoduna Göre Deri Boyama

Bu yöntemde numuneler beher içerisinde flotte oranına dikkat edilerek 40 °C’de boya banyosunda 30 dk. kaynatıldı, soğutuldu, süzöldü, durulandı ve kurutuldu.

Çam Ahşap Boyama

Birlikte Mordanlama Metoduna Göre Çam Ahşap Boyama

Çam ahşap boyama işleminde mordan olarak Bakır-II-sülfat, Demir-II-sülfat, şap, gümüş nitrat ve Önal-1 mordanları kullanıldı. Birlikte mordanlamada 200 mL’lik boya banyosuna 0,1 Molar’a eş değer katı mordan ve ahşap numune ilave edildi. Üzerine ağırlık konularak oda sıcaklığında (22 °C) 24 saat bekletildi. Süre bitiminde boyalı ahşap numuneleri deiyonize su ile durulandı ve düz bir zeminde oda sıcaklığında kurutuldu.

3.2.4 . Renk kodları ve renk analizleri

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan pamuklu kumaş, yün kumaş, yün iplik, polyester, deri ve çam ahşabın renk kodları, R G B değerleri spektroskopiden alınıp Uluslararası Renk Atlası (PantoneColor Quide)’na dönüştürölerek belirlendi.

Resim 3.2.2 $L^* a^* b^*$ ve K/S renk verimliliği analizlerinin yapıldığı, Primer Colorsan SS 6200 spektroskopisi verilmiştir.



Şekil 3. 2. Primer Colorsan SS6200 spektroskopisi

3.2.5 Haslık Analizleri

Kuru / Yaş Sürtme Haslığı Analizleri

Premier Colorsan SS 6200A spektrofotometresi ile boyanan materyallerin kuru/yaş sürtme haslıkları tespit edildi. Kuru sürtmede boyalı materyal beyaz kumaşa beş altı kez bastırılarak sürtüldü. Beyaz kumaş spektrofotometreye yerleştirildi ve ölçüm yapıldı. Yaş sürtme haslığında boyanan numune su ile nemlendirildi, beş altı kez beyaz kumaşa bastırılarak sürtüldü. Beyaz kumaş spektrofotometreye yerleştirildi ve ölçüm yapıldı.

Yıkama Haslığı Analizleri

%0,5'lik sabun çözeltisi hazırlandı. Boyanan numuneler flotte oranı 1/50 olacak şekilde 40 °C deki sabun çözeltisinde 20 dk. yıkandı. Yıkanan numuneler musluk suyuyla yıkandı. Yıkanan numunelerdeki renk değişikliği boyalı numunelerle karşılaştırılarak gri ölçek yardımıyla ölçüldü (Önal, 2022).

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan materyallerin %0,5'lik sabun çözeltisiyle yapılan yıkama haslığı deneyleri şekil 3.2.3'de verilmiştir.



Şekil 3. 3.Yıkama haslığı analizi

Işık Haslığı Analizleri

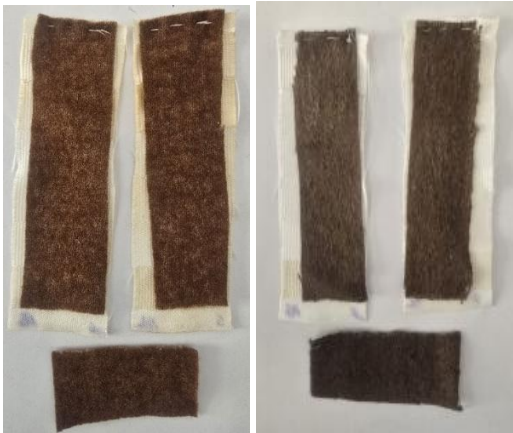
Boyanan numunelerden (1x2) cm ebatlarında kesilip, mukavva kartona yapıştırıldı. Bu numuneler yaz mevsiminde 200 saat kuzey güneş ışığına maruz kaldı ve mavi skala kullanılarak haslık değerleri ölçüldü ve 8 üzerinden haslık değeri belirlendi. Numunelerin solma derecesi, boyanan asıl numunelerle karşılaştırıldı. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan materyallerinin (1x2) cm ebatlarında kesilerek güneş ışığına bırakılarak ölçülen ışık haslığı analizi Şekil 3.2.4'te verilmiştir.



Şekil 3. 4. Işık haslığı

Ter Haslığı Analizleri

K/S değeri yüksek olan pamuklu ve yün kumaş Tübitak Bursa Test ve Analiz Laboratuvarında TS EN ISO 105 E04 standartına göre ter haslığı analizi yapıldı. Beyaz dut yaprağı ekstraksiyonu ile boyanan pamuklu ve yün kumaşın ter haslığını tespit edilme analizler Şekil 3.2.5'te verilmiştir.



Şekil 3. 5. Pamuklu kumaş

3.3. Antioksidan ve Spektral Analiz İçin Ekstraksiyon İşlemleri

- Bitki özütünün öğütülmüş kısımlarından 10 g alınarak, 500 mL kapta 100 mL metanolde 3 gün oda sıcaklığında karıştırıldı. Çözücü uzaklaştırılarak 1mg/mL (numune /etanol) hazırlanarak +4 °C’de saklandı.
- Bitki özütünün öğütülmüş kısımlarından 10 g alınarak, 500 mL kapta 100 mL CHCl₃ ile 3 gün oda sıcaklığında karıştırıldı. Çözücü uzaklaştırılarak 1mg/mL (numune /etanol) hazırlanarak +4 °C’de saklandı.
- Bitki özütünün öğütülmüş kısımlarından 10 g alınarak, 500 mL kapta 100 mL etil asetat 3 gün oda sıcaklığında karıştırıldı. Çözücü uzaklaştırılarak 1mg/ml (numune /etanol) hazırlanarak +4 °C’de saklandı.
- Bitki özütünün öğütülmüş kısımlarından 10 g alınarak, 500 mL kapta 100 mL hekzan ile 3 gün oda sıcaklığında karıştırıldı. Çözücü uzaklaştırılarak 1mg/ml (numune /etanol) hazırlanarak +4 °C’de saklandı.
- Bitki özütünün öğütülmüş kısımlarından 10 g alınarak, 500 mL kapta 100 mL hekzan/etil asetat ile 3 gün oda sıcaklığında karıştırıldı. Çözücü uzaklaştırılarak 1mg/ml (numune /etanol) hazırlanarak +4 °C’de saklandı.
- Bitki özütünün öğütülmüş kısımlarından 10 g alınarak, 500 mL kapta 100 mL etil KAlol ile 3 gün oda sıcaklığında karıştırıldı. Çözücü uzaklaştırılarak 1mg/mL (numune /etanol) hazırlanarak +4 °C’de saklandı.



Şekil 3. 6. Beyaz dut yapraklarının ekstraksiyon işlemleri

3.4. Kolon Kromatografisi için Ekstraksiyon İşlemleri

Ufak parçalara ayrılmış bitkiden 50 g alındı, üzerine 500 mL hekzan eklendi. Karışım 2 gün boyunca 40 °C’de karıştırıldı. Karışım süzüldü, süzülen katı kısım sırasıyla

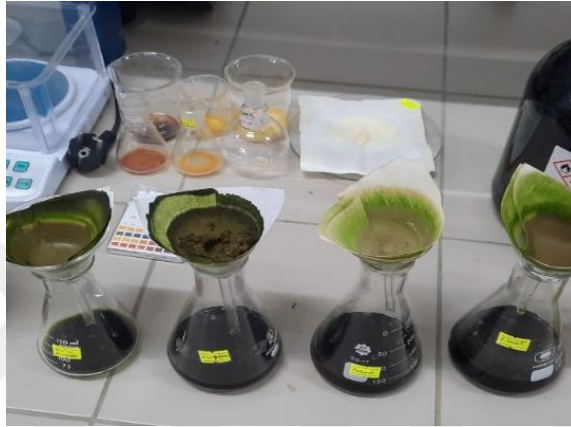
a) Hekzan / Etil asetat 500 mL (%50 / %50) karışımı ile 2 gün karıştırıldı.

b) Etil asetat 400 mL hacimde 2 gün karıştırıldı.

c) Kloroform 300 mL hacimde 2 gün karıştırıldı.

e) Metanol 200 mL hacimde 2 gün karıştırıldı.

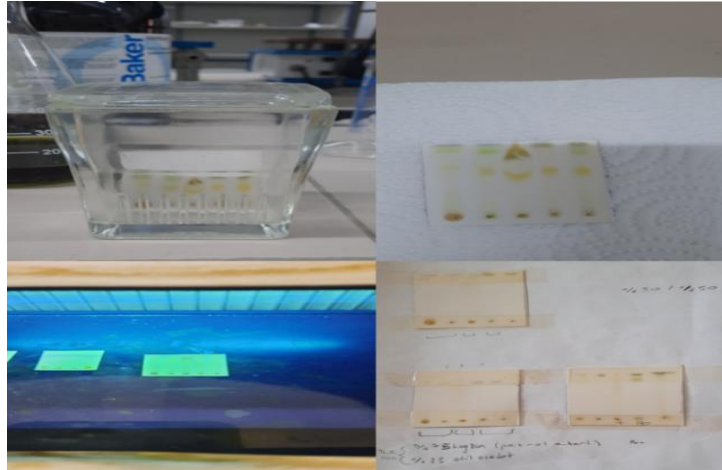
Çözücüler bitki özütünün 10 katı olacak şekilde ayarlandı.



Şekil 3. 7. Elde edilen bitki özütünün süzme aşaması

3.5 İnce Tabaka Kromatografisi (TLC) İle Kolon Kromatografisinde Kullanılacak Solvent Seçimi

İlk önce %50 / %50 kloroform/hekzan çözücü karışımına bakıldı. Daha sonra %75 / %25 hekzan / etil asetat çözücü karışımına bakıldı. Maddeler arası mesafenin en iyi %75 / %25 hekzan / etil asetat olduğu görüldü.



Şekil 3. 8. Ekstraktların TLC incelemeleri

3.6 Kolon kromatografisi ile Yapı Analizi İçin Numune Hazırlama

Kolon kromatografisi için ayırma kolonu sistemi hazırlandı. Ekstre edilen her bir madde için uygun çözücü sistemi İnce tabaka kromatografisi ile belirlenerek, kolonda ayırma işlemi gerçekleştirildi.



Şekil 3. 9. Beyaz dut yaprağı için uygulanan kolon kromatografisi

3.7 Beyaz Dut Yaprağının LC-MS/MS Analizleri

Numuneler 2 mL'lik efondorfa 50 mg alındı. Üzerine 1 mL metonaol eklenerek çözüldü. Elde edilen ekstrakt 1 mL hekzan ile ekstraksiyon yapıldı. Sonra 10 dk. 9000 rpm de santrifüjlendi. Metanol fazından 100 µL alındı 450 (su) /450 (metanol) olacak şekilde 900 µL ile seyreltildi. Son aşamada ise 0,25 filtre ile filtrelendikten sonra LC ms/ms analizi yapıldı (Çizelge 3.1.).

Enjeksiyon hacmi 5.12 µL

Akış hızı 0.400 mL/dk

Metot süresi 30.00 dk

Çizelge 3. 1. LC MS/MS çözücü sistemi

	Süre	A	B
1	3.00 dk.	%75.0	%25.0
2	12.00 dk.	%50.0	%50.0
3	16.00 dk.	%10.0	%90.0
4	21.00 dk.	%10.0	%90.0
5	24.00 dk.	%97.5	%2.5

3.8 Bakteri Kùltürlerinin Hazırlanması

Stok bakteri suşlarının; Gram-pozitif, *Streptococcus epidermidis* (ATCC®12228), *Staphylococcus aureus* (ATCC® 25923ve Gram-negatifler, *Serratia marcescens* (ATCC® 8100), *Escherichia coli* (ATCC® 25922), *Enterobacter faecalis* (ATCC®23355), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC® 27853) ve *Proteus mirabilis* (ATCC®13315) aktivasyonları için kùltürler Nutrient Broth’a ekimleri yapılarak 36 °C de 18 saat inkübe edildi(10^6 kob / mL). Sterilize edilen (121 °C 15 dk otoklav) ve sonrasında 45-50 °C ye kadar soğutulan Nutrient Agar (LABM) ortamı steril petri kutularına 15’er mL dağıtıldı ve sonra inkübatör içerisinde (37 °C) bir gece kontaminasyon testine tabi tutuldu.

3.8.1 Antibakteriyel Testler

Boyalı tekstil örneklerinin antibakteriyel aktivitelerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen testlerde büyüme ortamı için Muller Hinton Agar (MHA, LAB39) kullanıldı. Muller Hinton Broth (MHB) 5 mL sıvı besi ortamında (18 saat 37 °C) aktifleştirilerek testler için hazırlanan kùltürlerden 100 µL bakteri örnekleri 4–5 mL sıvı besiyerinde süspanse edilerek hazırlandı ve her bir süspansiyon 0,5 Mc Farland standart tûpüne karşı steril serum fizyoloji ile ayar edildi. Her bir bakteri türünün hazırlanan bu kùltürlerinden aseptik şartlarda 0,1 mL alınarak MHA içeren petrilere yayma yöntemi ile aseptik şartlarda ekildi. Sonrasında, ekimi yapılan petrilere mümkün olan eşit aralıklarla yaklaşık 0,3-0,4 cm kare tekstil örnekleri aseptik şartlarda yerleştirildi. Pozitif kontrol amaçlı gram pozitif ve negatif bakterilere etkili standart antibiyotik diskler kullanıldı. Tüm tekstil örneklerinin antibakteriyel deneyleri iki tekrarlı olarak gerçekleştirildi. Hazırlanan deney petrilere 36-37 °C’ de 24 saat, inkübe edilerek inkübasyon sonrasında inhibisyon etkileri gözlemlenerek kaydedildi.

3.9 BULGULAR VE TARTIŞMA

3.9.1. Yaş / Kuru Sûrtme Haslığı Çizelgeleri ve Grafikleri

Bu çalışmada, beyaz dut yaprağından elde edilen boyar madde ile $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, AgNO_3 , $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, Önal-1 (Amonyak+Üre+Kalsiyum Okzal) ve Reşadiye kili mordanlarıyla ön, birlikte ve son mordanlama yöntemleri kullanılarak boyanan pamukluk kumaş, yün kumaş, yün iplik, polyester, deri ve çam ahşap materyallerinin yaş ve kuru sûrtünme haslıkları analizleri yapıldı.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış pamuklu kumaşların farklı pH düzeylerine ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yaş ve kuru sürtme haslık değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3. 2. Beyaz dut yaprağıyla boyanmış pamuklu kumaşın yaş / kuru sürtme haslığı

Pamuklu Kumaş	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO₄	2-3 / 4-5	2 / 4-5	4-5 / 4-5	3-3/ 5	3-4 / 4-5	3-4 / 4-5
FeSO₄	3 / 4-5	3 / 4-5	4-5 / 4-5	4 / 5	3-4 / 4-5	4-5 / 4-5
KAl(SO₄)₂	4 / 4-5	4-5 / 4-5	4 / 4-5	3-4 / 4-5	4-5 / 4-5	4 / 4-5
AgNO₃	3 / 4-5	4 / 4-5	4-5 / 4-5	3 / 4-5	2-3 / 4-5	2-3 / 4-5
Reşadiye Kili	3-4 / 4-5	3 / 4	2-3 / 4	5 / 5	3-4 / 3	3 / 4
Önal-1	-	-	4 / 4	3-4 / 4	-	-
Mordansız	4 / 4					

5: Çok iyi, 4: iyi, 3: Orta, 2: Zayıf, 1: Çok kötü

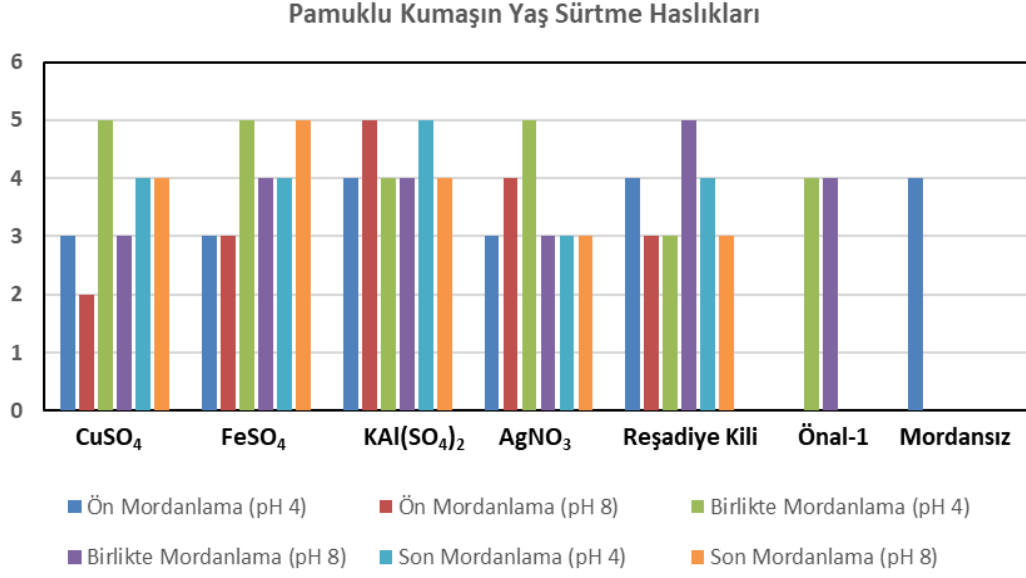
Çizelge 3.2’deki verilere göre beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış pamuklu kumaşların yaş/kuru sürtme haslıkları incelendiğinde en yüksek puanı (5) bakır-II-sülfat, demir-II- sülfat, reşadiye kilinde pH 8’de birlikte mordanlamada kuru sürtme haslığında aldığı görüldü. En düşük haslık puanını (2) bakır-II- sülfat mordanında ön mordanlama yönteminde pH 8’de aldığı tespit edildi.

Pamuklu kumaşın boyanmasında, yaş/kuru sürtme haslıkları mordanlar kendi arasında genel olarak karşılaştırıldığında en iyi değerler şap mordanı kullanılarak yapılan boyamalarda elde edildi, en düşük puanlar ise bakır-II- sülfat ön mordanlama ve gümüş nitrat son mordanlamada tespit edildi.

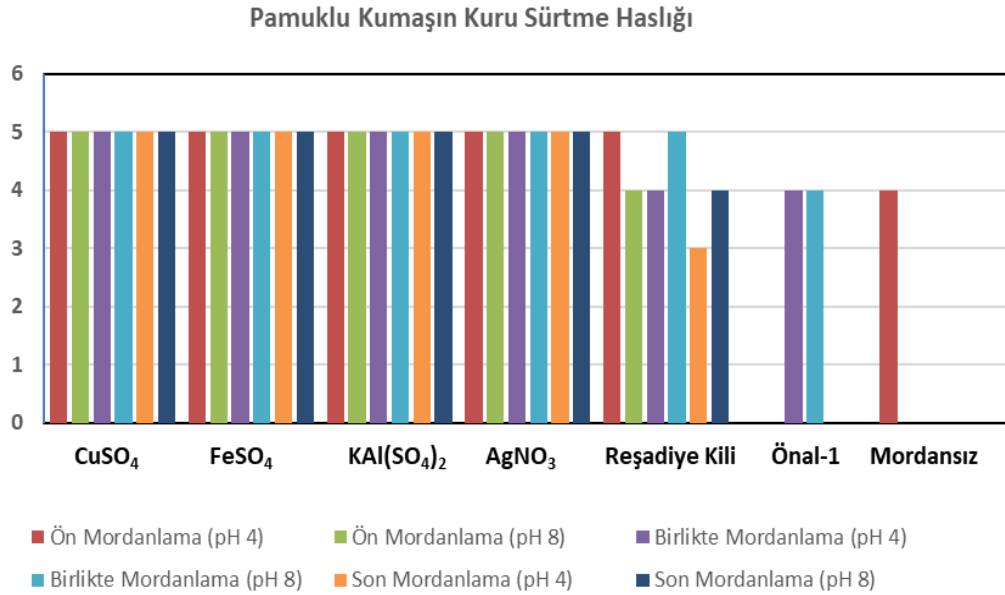
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla pamuklu kumaşların boyanmasında pH’lar kendi aralarında kıyaslandığında en iyi değerlerin dengeli bir dağılım gösterdiği, pH seviyelerinin haslıkları bir miktar etkilediği görülsede kullanılan mordanların daha etkili olduğu anlaşılmıştır.

Mordansız boyamada yaş ve kuru sürtme haslıkları 4/4 olarak tespit edildi. Boyar maddenin elyafla mordan olmadanda kaliteli bir boyama yapabildiği görüldü. Önal ve ark. (Önal ve ark., 2023), *Morus nigra* ile yaptığı doğal boyama çalışmasında bakır-II-sülfat mordanı, demir-II-sülfat ve şap mordanı ile yapılan boyama işlemlerinde yaş ve kuru sürtme haslıkları genel olarak 3-4 / 4 / 4-5 olarak bulunmuştur. Bu veriler *Morus nigra* yapılan boyama çalışmalarında elde edilen yaş ve kuru sürtme haslıklarıyla uyumludur.

Beyaz dut yaprağıyla boyanmış pamuklu kumaşın yaş sürtme haslığı grafiği Şekil 3.10.'da verilmiştir



Şekil 3. 10. Pamuklu kumaş kuru sürtme haslığı grafiği



Şekil 3. 11. Pamuklu kumaş yaş sürtme haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağıyla boyanmış pamuklu kumaşın kuru sürtme haslığı grafiği Şekil 3.11.'de verilmiştir.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşların farklı pH düzeylerine ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yaş ve kuru sürtme haslık değerleri Çizelge 3.3.'te verilmiştir.

Çizelge 3. 3. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşın yaş / kuru sürtme haslıkları

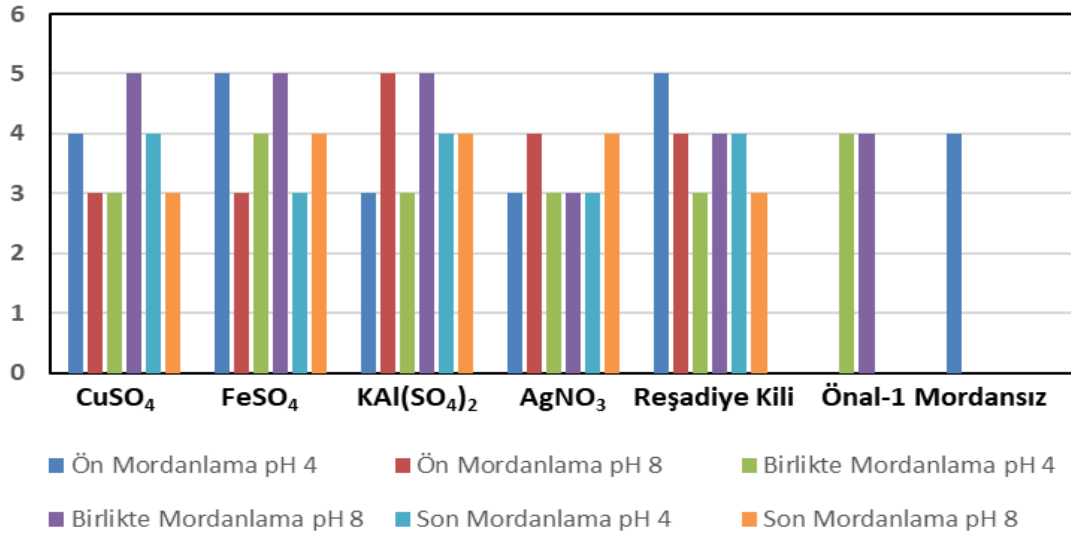
Yün Kumaş	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO ₄	3-4 / 4-5	2-3 / 4-5	3 / 4-5	4-5 / 4-5	4 / 4-5	3 / 4-5
FeSO ₄	4-5 / 4-5	3 / 4-5	4 / 4-5	4-5 / 4-5	3 / 4	3-4 / 4-5
KAl(SO ₄) ₂	3 / 4	4-5 / 4-5	2-3 / 4-5	4-5 / 4-5	4 / 4-5	4 / 4-5
AgNO ₃	2-3 / 4-5	3-4 / 3-4	2-3 / 4	3 / 4	3 / 4	3-4 / 4
Reşadiye Kili	4-5 / 4-5	3-4 / 4-5	3 / 3-4	4 / 4-5	4 / 4	3 / 4-5
Önal-1			4 / 4	3-4 / 4		
Mordansız	3-4 / 3-4					

5: Çok iyi, 4: iyi, 3: Orta, 2: Zayıf, 1: Çok kötü

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşların, farklı mordanlar, farklı mordanlama yöntemleri ve farklı pH'larda yaş ve kuru sürtme haslık değerleri karşılaştırıldı. En iyi sonuçlar (4-5) demir-II-sülfat ve reşadiye kili mordanları kullanılarak elde edildi. Bu iki mordanın hem yaş hem de kuru sürtme haslıklarını yüksek (3/3-4/4/4-5) verdiği belirlendi. Farklı pH'larda yapılan boyamalarda pH8'in pH 4'ten daha başarılı sonuçlar verdiği gözlemlendi. Mordansız boyamada ise yaş ve kuru sürtme haslıklarının orta-iyi (3-4) değerini aldığı gözlemlendi. Sonuç olarak, yün kumaşlarda boyama sonrası yaş ve kuru sürtme haslık performansının artması için doğru mordan seçimi ve uygun pH değerinin belirlenmesinin önemi anlaşılmış oldu.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşların yaş sürtme haslığı grafiği Şekil 3.12.'de verilmiştir.

Yün Kumaşın Yaş Sürtme Haslıkları

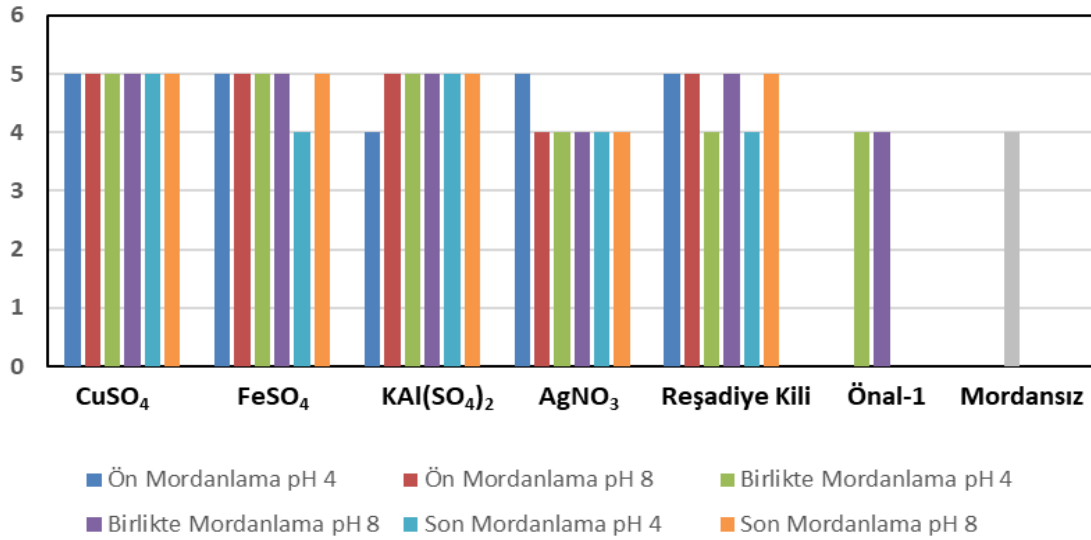


Şekil 3. 12. Yün kumaş yaş sürtme haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşların kuru sürtme haslığı grafiği

Şekil 3.13. 'de verilmiştir.

Yün Kumaşın Kuru Sürtme Haslıkları



Şekil 3. 13. Yün kumaşın kuru sürtme haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün ipliklerin farklı pH düzeylerine ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yaş ve kuru sürtme haslık değerleri Çizelge 3.4.'te verilmiştir.

Çizelge 3. 4. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün ipliğin yaş / kuru sürtme haslıkları

Yün İplik	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO₄	3-4 / 5	2-3/ 4-5	4-5 / 4-5	4 / 5	4-5/ 4-5	4 / 4
FeSO₄	4-5 / 4-5	4-5 / 4-5	4-5 / 4	4-5 / 4	4 / 4	4-5 / 4
KAl(SO₄)₂	4-5/ 4	4-5/ 4	4-5 / 4-5	4-5 / 4	4/4	4/4
AgNO₃	4-5/ 4	4-5/4-5	3-4 / 5	4- 5 / 4	4-5 / 4	3-4/ 4
Önal -1			3 / 3-4	3-4 / 4		
Mordansız	4 / 4-5					

5: Çok iyi, 4: iyi, 3: Orta, 2: Zayıf, 1: Çok kötü

Yün iplik materyalinin boyama sonuçlarına bakıldığında, en yüksek haslık değerinin (5) bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda ön mordanlama yöntemiyle pH 4'te ve birlikte mordanlama yöntemi kullanılarak yapılan boyamalarda hem pH 4 hem de pH 8'de kuru sürtme haslıklarında aldığı görüldü. Ayrıca gümüş nitrat mordanı kullanılarak yapılan boyamalarda birlikte mordanlama yönteminde pH 4'te kuru sürtme haslığında aldığı görüldü. En düşük puanı (3) ise Önal-1 mordanıyla yapılan boyamada pH 8'de yaş sürtme haslığında aldığı belirlendi. Diğer değerlere bakıldığında haslıkların genellikle 4-5 aralığında olduğu tespit edildi.

Mordansız boyamada her iki sürtme haslıklarında iyi sonuçlar elde edildi. Bu durum boyar madde ile mordanın iyi etkileştiğini gösterdi.

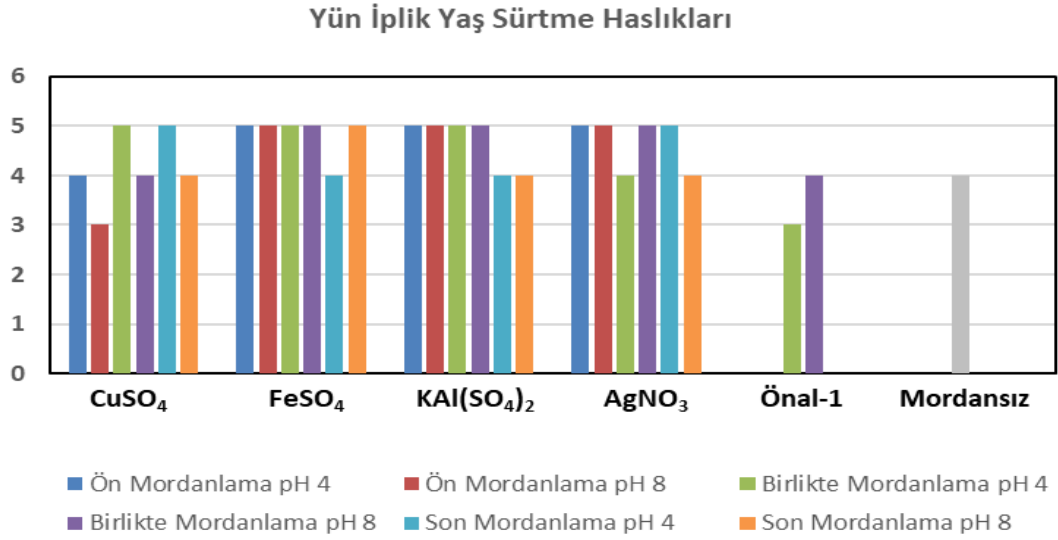
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla yapılan boyamalarda demir-II-sülfat ve şap mordanları yaş ve kuru sürtme haslıkları açısından iyi sonuçlar vermesi, bu mordanlarla oluşan komplekslerin daha kararlı olduğunu gösterdi.

Yün ipliklerin boyanmasında mordanlama yöntemleri karşılaştırıldığında, birlikte ve son mordanlama yöntemlerinin birlikte mordanlama yöntemine üstünlüğü gözlemlendi.

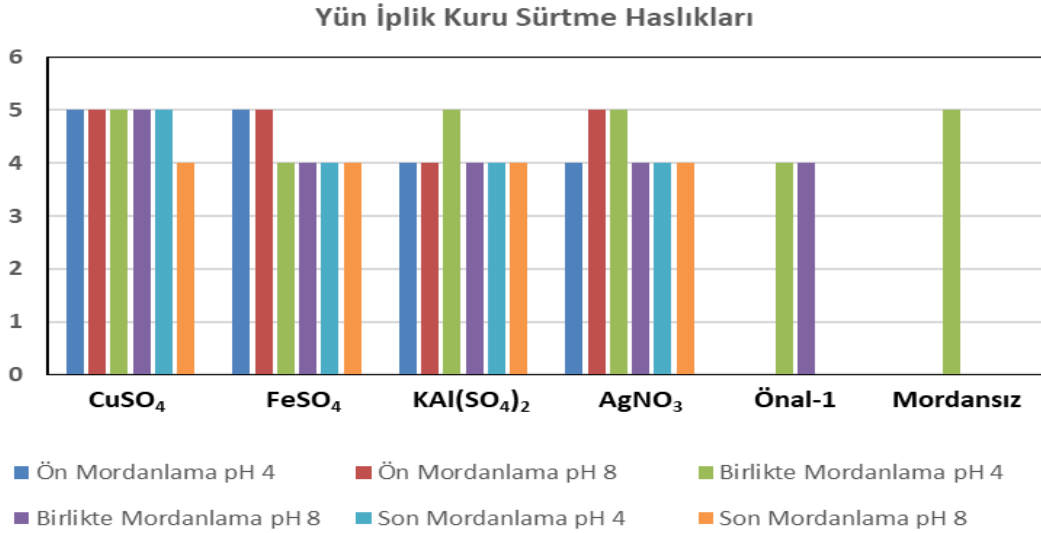
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla yapılan boyamalarda pH'ın etkisi incelendiğinde, yaş ve kuru sürtme haslıkları pH4'te daha yüksek çıkmıştır. Bu da zayıf asidik ortamda boyar madde mordan elyaf etkileşiminin daha iyi olduğu ve daha kararlı bir kompleks oluştuğu sonucunu gösterdi.

Önal ve arkadaşlarının (Önal ve ark.,2023) *Morus nigra* ile yaptığı doğal boyama çalışmasında bakır-II-sülfat mordanı, demir-II-sülfat ve şap mordanı ile yapılan boyama işlemlerinde kuru ve yaş sürtme haslıkları genel 3-4/4/4-5 olarak tespit edilmiştir.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün ipliklerin yaş sürtme haslığı grafiği Şekil 3. 14.'de verilmiştir.



Şekil 3. 14. Yün iplik yaş sürtme haslık grafiği



Şekil 3. 15. Yün iplik kuru sürtme haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyester materyalin farklı pH düzeylerine ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yaş ve kuru sürtme haslık değerleri Çizelge 3.5.'te verilmiştir.

Çizelge 3. 5 Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyesterin yaş / kuru sürtme haslıkları

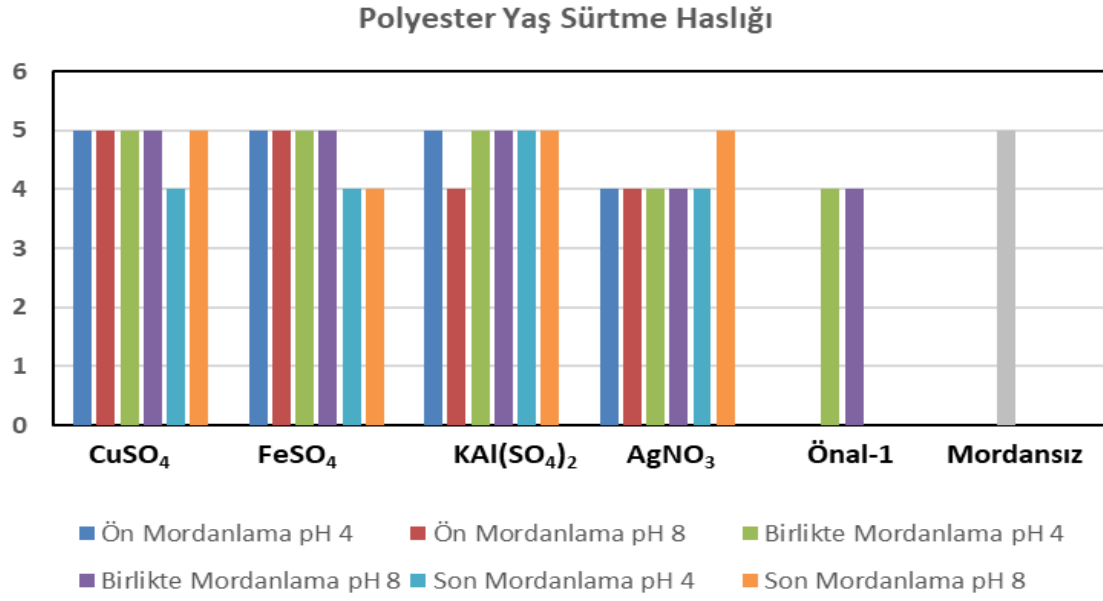
Polyester	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO₄	4-5 / 5	4-5 / 4-5	4-5 / 4-5	4-5 / 4-5	4 / 4-5	4-5 / 4-5
FeSO₄	4-5 / 4-5	4-5 / 4	4-5 / 4-5	4-5 / 4-5	4 / 4-5	4 / 5
KAl(SO₄)₂	4-5 / 4-5	4 / 4-5	4-5 / 4-5	4-5 / 4-5	4-5 / 4-5	4-5 / 4-5
AgNO₃	4 / 4	4 / 4-5	4 / 4-5	4 / 4-5	4 / 4-5	4-5 / 4-5
Önal-1			3-4 / 4	4 / 5		
Mordansız	4-5 / 4-5					

5: Çok iyi, 4: iyi, 3: Orta, 2: Zayıf, 1: Çok kötü

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan polyester materyallerin yaş / kuru sürtme haslıklarına bakıldığında en yüksek puanı (5) bakır-II-sülfat ön mordanlama pH 4'te kuru sürtmede, demir-II-sülfat ile son mordanlamada pH 8'de kuru sürtmede ve Önal-1 pH 8 kuru sürtmede aldığı görüldü. En düşük puan (3-4) Önal-1 mordanı ile pH 4'te yaş sürtme haslığında elde edildi. Mordansız boyamada ise (4-5) puan aldığı belirlendi.

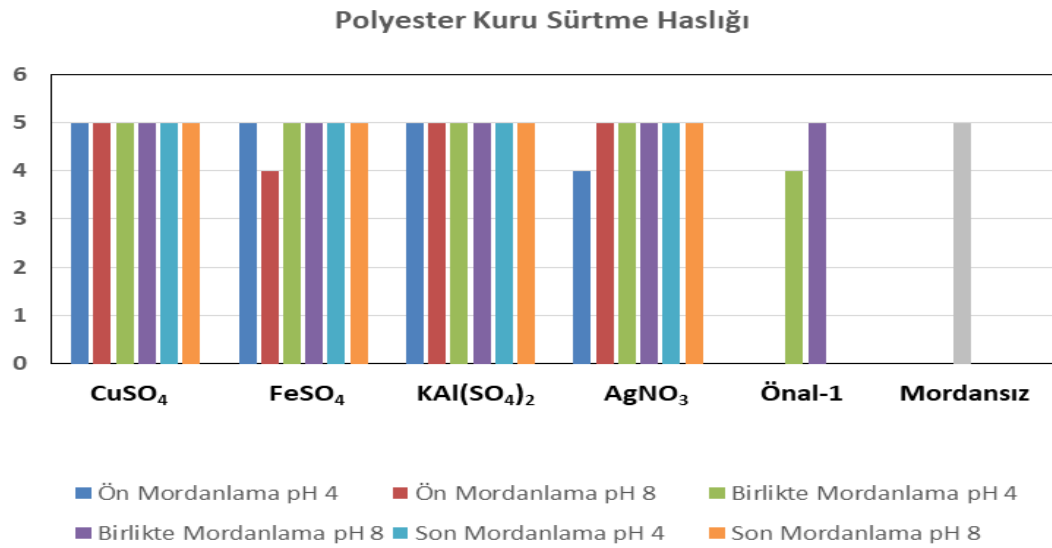
Boyanan polyester materyaller mordanlama yöntemleri bakımından karşılaştırıldığında, ön mordanlama ve birlikte mordanlamada benzer sonuçların elde edildiği gözlemlendi. Son mordanla yönteminde biraz düşüş olduğu görüldü. Bu durum boyama öncesi ve boyama sırasında oluşan metanol ..

Boyanan polyester materyaller pH'ları bakımından kıyaslandığında pH 8'de boyanın life daha güçlü bağlandığı belirlendi. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyester materyallerinin yaş sürtme haslığı Şekil 3. 16.'da verilmiştir.



Şekil 3. 16. Polyester materyalin yaş sürtme haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyester materyallerinin kuru sürtme haslığı grafiği Şekil 3.17.'de verilmiştir.



Şekil 3. 17. Polyester materyalin kuru sürtme haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış deri materyalin farklı pH düzeylerine ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yaş ve kuru sürtme haslık değerleri Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3. 6. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış derinin yaş / kuru sürtme haslıkları

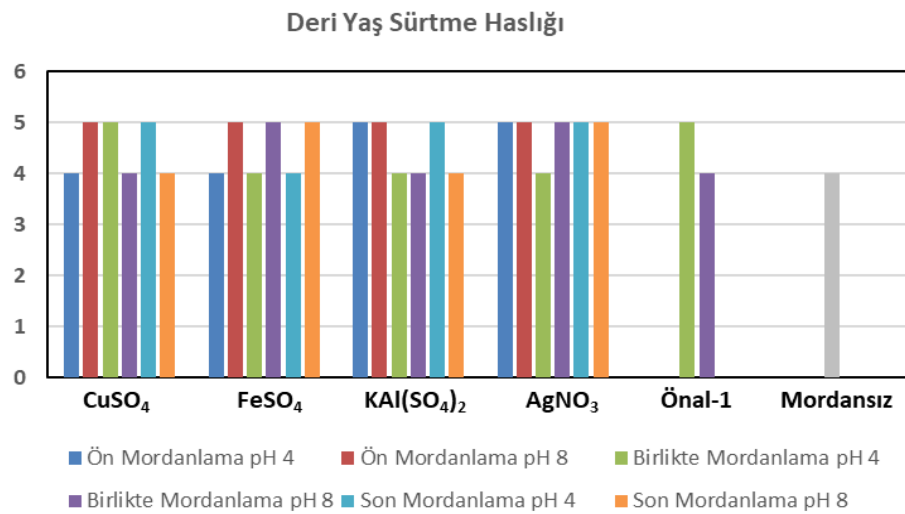
Deri	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO₄	4 / 4	4-5 / 4	4-5 / 4-5	4 / 5	4-5 / 4	4 / 4
FeSO₄	4 / 4	4-5 / 4	4 / 4-5	4-5 / 4	4 / 4	4-5 / 4-5
KAl(SO₄)₂	4-5 / 4	4-5 / 3-4	4 / 4	4 / 4	4 -5/ 4	4-4 / 4
AgNO₃	4-5 / 4	4-5 / 4	4 / 4	4-5 / 4	4-5 / 4	4-5 / 4
Önal-1			4-5 / 5	3-4 / 3-4		
Mordansız	4 / 3-4					

5:Çok iyi, 4: iyi, 3: Orta, 2: Zayıf, 1: Çok kötü

Deri materyal boyama sonuçları incelendiğinde, en yüksek puanı (5) bakır-II-sülfat mordanı ile birlikte mordanlamada pH8’de ve Önal-1 mordanı ile pH 4’te kuru sürtmede aldığı, en düşük puanı (3-4) Önal-1 mordanı pH 8’de hem yaş hem de kuru sürtme haslığında aldığı görüldü. Mordansız boyamada yaş ve kuru sürtme haslıklarına bakıldığında kabul edilebilirdüzeyde olduğu tespit edildi.

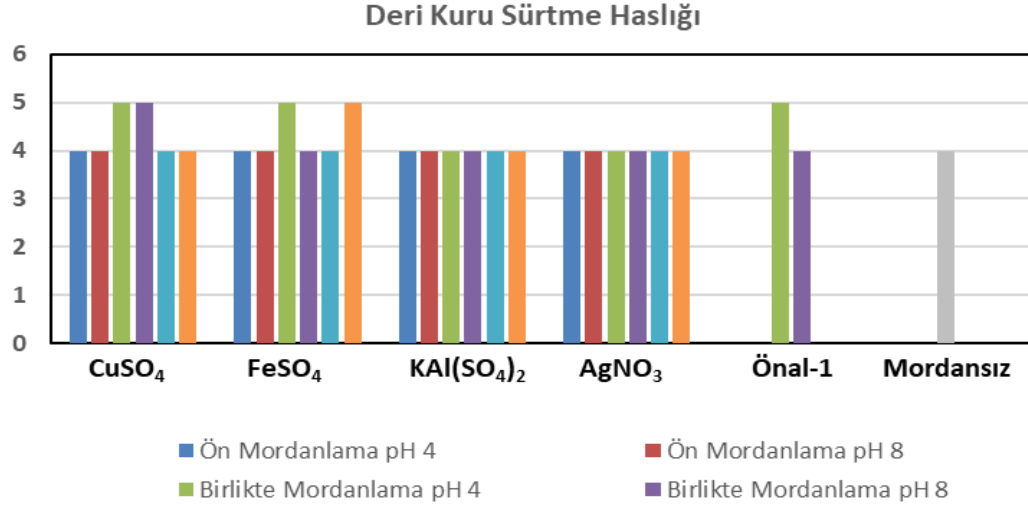
Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile yapılan boyamalarda mordanlama yöntemleri kıyaslandığında ön mordanlama ve birlikte mordanlama yöntemlerinin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlendi. Bu yöntemlerde, boyar maddenin deriye daha iyi tutunduğu belirlendi. Mordanlama yöntemi, mordan türü ve pH deri materyallerinin yaş ve kuru sürtme haslıklarını önemli ölçüde etkilemektedir.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış deri materyallerinin yaş sürtme haslığı Şekil 3. 18.’de verilmiştir.



Şekil 3. 18. Deri materyalin yaş sürtme haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış deri materyallerinin kuru sürtme haslığı grafiği Şekil 3. 19. 'da verilmiştir.



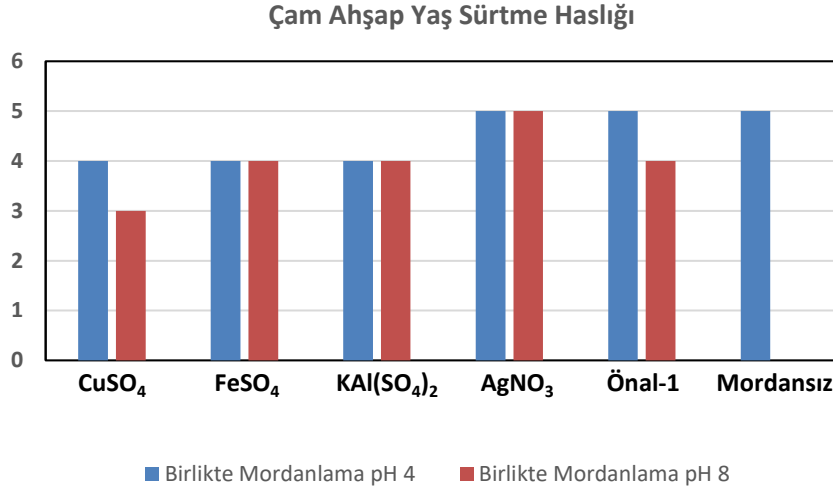
Şekil 3. 19. Deri materyalin kuru sürtme haslığı grafiği

Çizelge 3. 7. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış çam ahşabın yağ / kuru sürtme haslıkları

pH	MORDAN	Sürtme (Yağ/Kuru)
4	CuSO ₄ .5H ₂ O	4-5/4-5
8	CuSO ₄ .5H ₂ O	3 / 5
4	FeSO ₄ .7H ₂ O	3-4 /4-5
8	FeSO ₄ .7H ₂ O	3-4 / 5
4	AlK(SO ₄).12H ₂ O	3-4 /4-5
8	AlK(SO ₄).12H ₂ O	3-4 /4-5
4	AgNO ₃	4-5 / 4-5
8	AgNO ₃	4-5 /4-5
4	Önal-1	4-5 / 4-5
8	Önal-1	3-4 / 3-4
	-	4-5 / 5

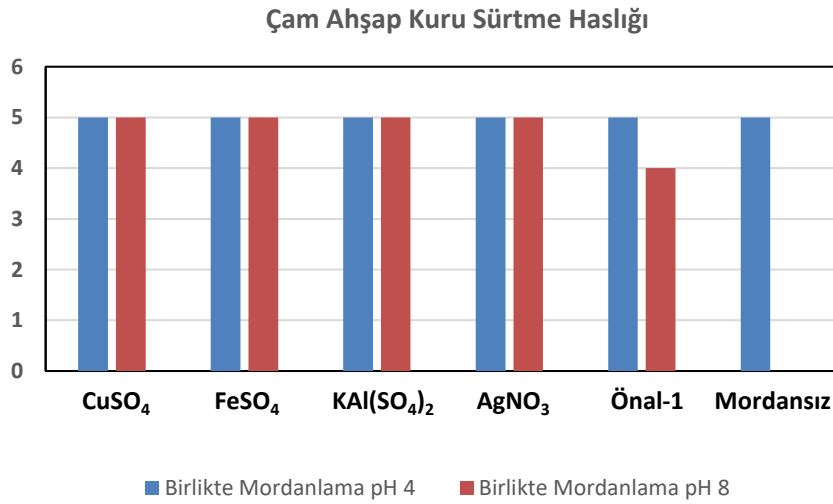
5: Çok iyi, 4: iyi, 3: Orta, 2: Zayıf, 1: Çok kötü

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış çam ahşap materyallerinin yaş sürtme haslığı grafiği Şekil 3.20.'de verilmiştir.



Şekil 3. 20. Çam ahşap materyalin yaş sürtme haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış çam ahşap materyallerinin kuru sürtme haslığı grafiği Şekil 3. 21.'de verilmiştir.



Şekil 3. 21. Çam ahşap materyalin kuru sürtme haslığı grafiği

3.9.2 Işık Haslığı Çizelge ve Grafikleri

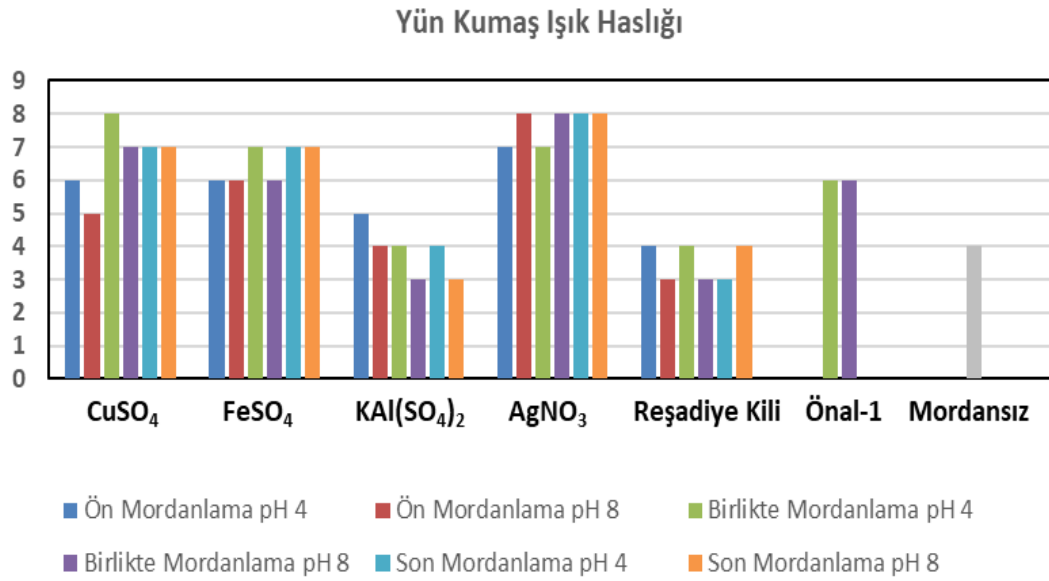
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış pamuklu kumaşların farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak ışık haslık değerleri Çizelge 3.8.'de verilmiştir.

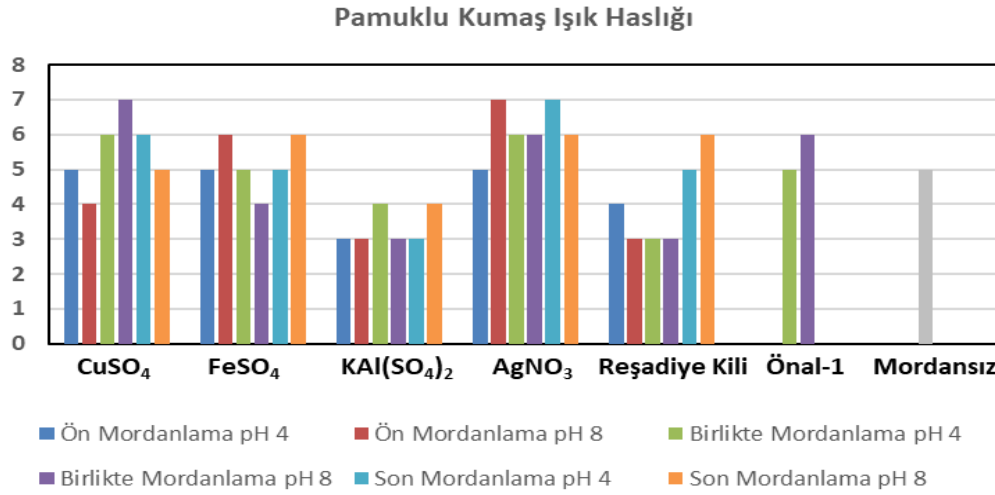
Çizelge 3. 8. Pamuklu kumaşların ışık haslıkları çizelgesi

Pamuklu kumaş	Ön Mordanlama		Bir Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO₄	5	4	6	7	6	5
FeSO₄	5	6	5	4	5	6
KAl(SO₄)₂	3	3	4	3	3	4
AgNO₃	5	7	6	6	7	6
Reşadiye Kili	4	3	3	3	5	6
Önal-1			5	6		
Mordansız			3			

1:en kötü, 4:orta, 8:en iyi

Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak mordanlı ve mordansız yöntemlerle boyanan pamuklu kumaş numunelerinde ışık haslıklarında en iyi sonucu (7) Bakır-II-sülfat ile birlikte mordanlama yöntemi pH 8’de, gümüş nitrat ön mordanlama pH 8 ve son mordanlama yönteminde pH 4’te aldığı görüldü. En düşük değer (3) şap ile ön mordanlamada pH 4 ve 8’de, birlikte mordanlamada pH 8’de ve son mordanlamada pH 4’te aldığı görüldü. Gümüş nitrat ve bakır-II-sülfatta haslıkların daha yüksek olması, boyar madde ile bu mordanların daha kuvvetli bir etkileşim içinde olduğunu gösterdi. Sonuçlar pH bakımından karşılaştırıldığında, pH 8’deki haslıkların pH 4’e göre daha iyi olduğu anlaşıldı. Pamuklu kumaşın pH 8’de yani hafif bazik ortamda daha iyi boyandığı yapılan çalışmamızla doğrulandı (Şekil 3.22.).





Şekil 3. 22. Pamuklu kumaş ışık haslığı grafiği

Mordansız boyama yöntemindeyse bu değerin 4 ve 5 olduğu belirlendi. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşın farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak ışık haslık değerleri Çizelge 3.9.'da verilmiştir.

Çizelge 3. 9. Yün kumaşların ışık haslığı çizelgesi

Yünlü kumaş	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO ₄	6	5	8	7	7	7
FeSO ₄	6	6	7	6	7	7
KAl(SO ₄) ₂	5	4	4	3	4	3
AgNO ₃	7	8	7	8	8	8
Reşadiye Kili	4	3	4	3	3	4
Önal-1			6	6		
Mordansız			4			

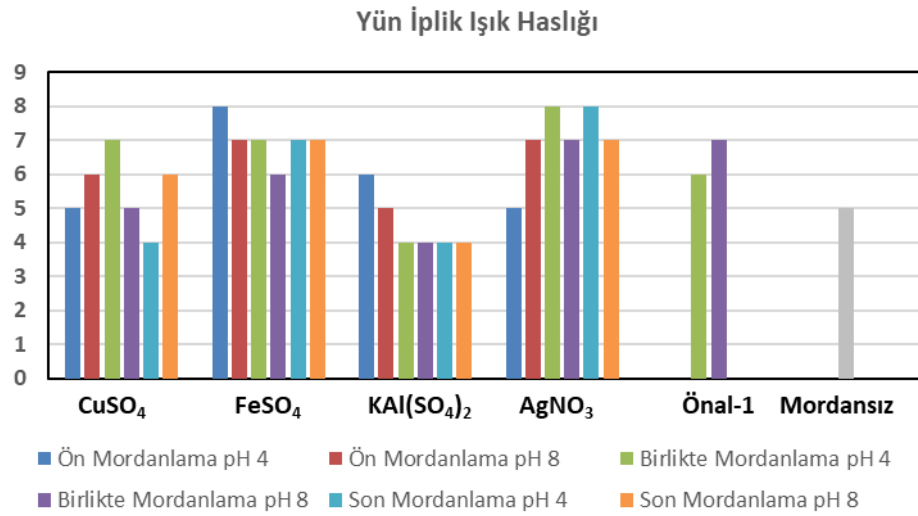
Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak mordanlı ve mordansız yöntemlerle boyanan yün kumaş numunelerinde ışık haslıkları yün kumaş materyalinde en iyi değeri (8) Bakır-II-sülfat ile pH 4'te birlikte mordanlamada, gümüş nitrat ile ön ve birlikte mordanlamada pH 8'de ve son mordanlama pH 4'te ve pH 8'de aldığı görüldü. En düşük değeri (3) şap birlikte ve son mordanlama yöntemlerinde pH 8'de, ayrıca reşadiye kili ön mordanlamada pH 8'de, birlikte mordanlamada pH 8'de ve son mordanlamada pH 4'te aldığı tespit edildi. Buna göre, pH 4'teki haslıkların pH 8'e göre daha iyi çıktığı anlaşıldı (Şekil 3. 23.). Yünün en iyi boyandığı pH 4-5 olduğuna göre, çalışmamızda yünün en iyi ışık

haslığı değerinin bu pH'ta yüksek çıkması da ynn izo-iyonik noktada daha iyi boyandığını doğrulamaktadır.

Demir-II-sülfat ve gümüş nitratin diğerlerine göre yüksek haslığa sahip olması bu mordanlarda oluşturulan kompleks molekülünün daha kararlı olduğunu göstermektedir. Mordansız boyama yöntemi kullanılarak yapılan boyamada ise orta (4) olarak bulundu. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yn ipliklerin farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak ışık haslığ değerleri izelge 3.10.'da verilmiştir. Çizelge 3. 10. Yn iplik materyalinin ışık haslığı izelgesi

Yn iplik	n Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO_4	5	6	7	5	4	6
FeSO_4	8	7	7	6	7	7
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	6	5	4	4	4	4
AgNO_3	5	7	8	7	8	7
Önal-1			6	7		
Mordansız			5			

1:en ktt, 4:orta, 8:en iyi



şekil 3. 23. Yn ipliklerin ışık haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak mordanlı ve mordansız yöntemlerle boyanan yn iplik materyalinde ışık haslığı en iyi değer (8) gümüş nitrat ile n ve son mordanlama yönteminde pH 4'te aldığı tespit edildi. En düşük değer ise (4) bakır-II-sülfat son

mordanlamada pH 4'te, şap mordanı ile birlikte ve son mordanlama yöntemi kullanılarak pH 4 ve pH 8'de aldığı belirlendi.

Yün iplikte, yün kumaşa olduğu gibi en yüksek haslık değerlerini pH 4'te aldığı tespit edildi. Demir-II-sülfat ve gümüş nitrat mordanlarında haslıkların daha yüksek olması, bu mordanlarla boyar madde, mordan ve elyaf arasında daha kuvvetli bir kompleksleşme oluştuğunu göstermiş oldu.

Mordansız boyama yöntemi kullanılarak yapılan boyamada ışıık haslığı (5) orta üstü olarak tespit edildi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyester materyallerinin farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak ışıık haslık değerleri Çizelge 3.11.'de verilmiştir.

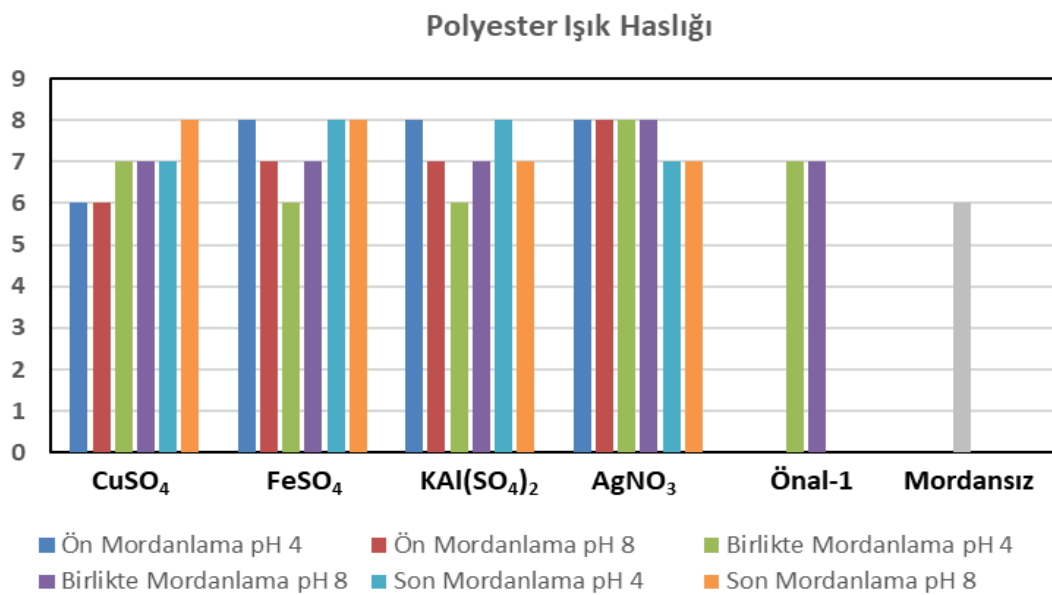
Çizelge 3. 11. Polyester materyallerinin ışıık haslığı çizelgesi

Polyester	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO ₄	6	6	7	7	7	8
FeSO ₄	8	7	6	7	8	8
KAl(SO ₄) ₂	8	7	6	7	8	7
AgNO ₃	8	8	8	8	7	7
Önal-1			7	7		
Mordansız			6			

1-en kötü, 4-orta, 8-en iyi

Şekil 3. 25. Polyester materyalin ışıık haslığı grafiğı

Polyester materyallerinin ışıık haslığı grafiğı Şekil 3. 25.'te verilmiştir.



Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak mordanlı ve mordansız yöntemlerle boyanan polyester materyallerinde ışık haslığında en iyi değeri (8) bakır-II-sülfat ile son mordanlamada pH 8’de, demir-II-sülfat ön mordanlamada pH 4’te ve son mordanlamada pH 4 ve 8’de, şap ile yapılan boyamada son mordanlama pH 4’te ve gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamada ön ve birlikte mordanlama yöntemlerinde pH 4’te ve pH 8’de aldığı görüldü. Polyester için elde edilen en düşük ışık haslığı değeri (6) bakır-II-sülfat ile ön mordanlamada pH 4’te ve 8’de, demir sülfat ve şap mordanlarında ise birlikte mordanlamada pH 4’te aldığı tespit edildi.

Polyesterde renk verimliliğinin düşük olması kalitesiz olduğu anlamına gelmez. Işık haslığının mordansız boyamada 6 çıkması, genel olarak haslık değerlerinin 7-8 puan olması ve diğerlerinin (demir-II-sülfat, şap, gümüş nitrat, Önal-1) sadece bakır-II-sülfat ön mordanlamada pH 4 ve pH 8’de 6 olarak tespit edildiği anlaşıldı. Yani polyester boyamadaki ışık haslığı değerlerinin oldukça iyi sayılabilecek seviyede olduğu belirlendi. Mordansız boyama yöntemi kullanılarak yapılan boyamada ışık haslığı 6 olarak tespit edildi.

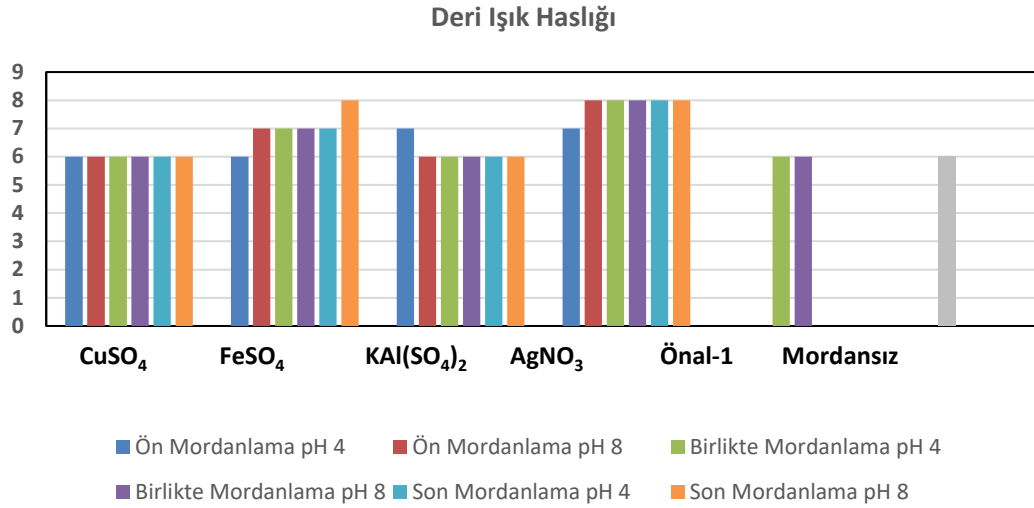
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış derinin farklı pH düzeylerine ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak ışık haslık değerleri çizelge 3.12.’de verilmiştir.

Çizelge 3. 12. Deri materyalin ışık haslığı çizelgesi

Deri	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO₄	6	6	6	6	6	6
FeSO₄	6	7	7	7	7	8
KAl(SO₄)₂	7	6	6	6	6	6
AgNO₃	7	8	8	8	8	8
Önal-1			6	6		
Mordansız			6			

1-en kötü, 4-orta, 8-en iyi

Deri materyallerinin ışık haslığı grafiği Şekil 3. 26.’da verilmiştir.



Şekil 3. 24. Deri materyalinin ışık haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak mordanlı ve mordansız yöntemlerle boyanan deri materyallerinde, ışık haslığında en iyi değer (8) Demir-II-sülfat ile son mordanlamada pH 8’de ve gümüş nitrat ile ön mordanlamada pH 4 haricindeki, tüm mordanlama yöntemleri ve pH değerlerinde aldığı tespit edildi.

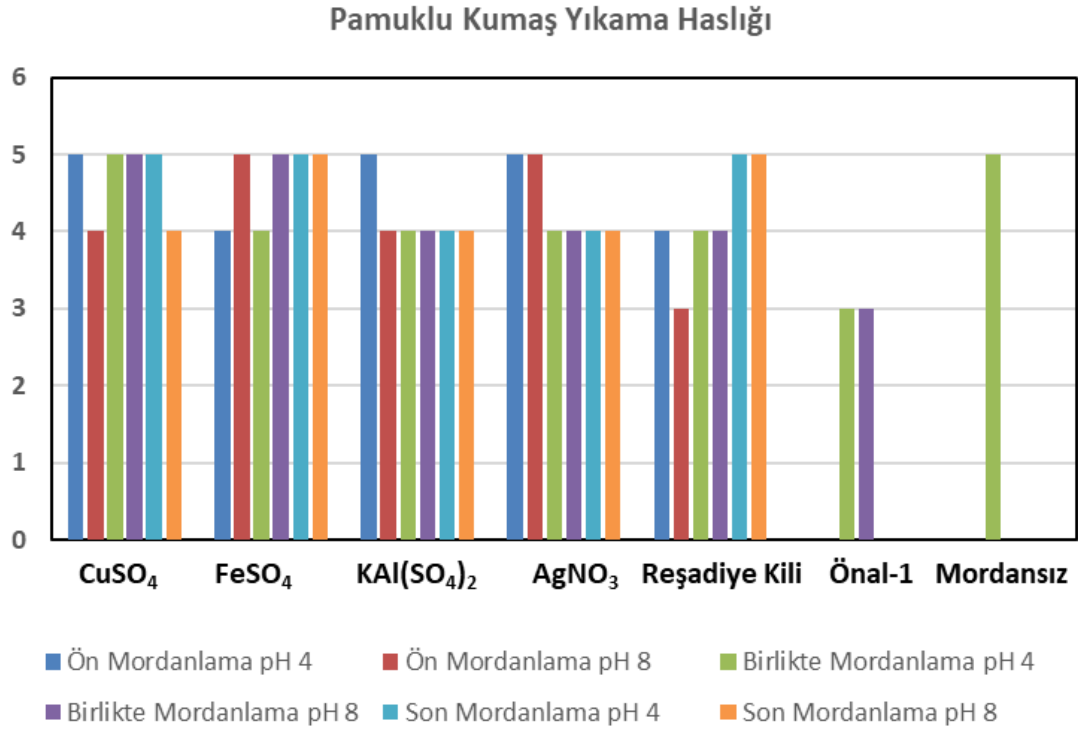
Deri boyamada en iyi sonuç, gümüş nitrat mordanında her iki pH değerinde de 8 dolaylarında iken, ikinci sırada demir-II-sülfatın en iyi haslık değerlerine sahip olduğu, bunu da şap ve bakır-II-sülfat mordanlarının izlediği anlaşıldı.

3.9.3Yıkama Haslığı Çizelge ve Grafikleri

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış pamuklu kumaşların farklı pH’larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yıkama haslık değerleri çizelge 3.13.’de verilmiştir.

Çizelge 3. 13. Pamuklu Kumaş Yıkama Haslıkları

Pamuklu Kumaş	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO ₄	4- 5	3-4	4-5	4-5	4-5	4
FeSO ₄	4	4-5	4	4-5	4-5	5
KAl(SO ₄) ₂	4-5	3-4	4	3-4	4	4
AgNO ₃	4-5	4-5	4	4	3-4	4
Reşadiye Kili	3-4	3	4	4	4-5	5
Önal-1			3	3		
Mordansız	4-5					



Şekil 3. 27. Pamuklu kumaş yıkama haslığı grafiği

Pamuklu kumaşların yıkama haslığı grafiği Şekil 3. 27.'de verilmiştir.

Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak, mordanlı ve mordansız yöntemleriyle boyanan pamuklu kumaşlar için yıkama haslıkları, Demir-II-sülfat ile son mordanlamada pH 8'de ve reşadiye kili ile son mordanlamada pH 8'de en iyi değeri (5) aldığı belirlendi. En düşük değerin (3) ise reşadiye kili ile ön mordanlamada pH 8'de, Önal-1 mordanı ile birlikte mordanlamada pH 4'te ve 8'de aldığı görüldü.

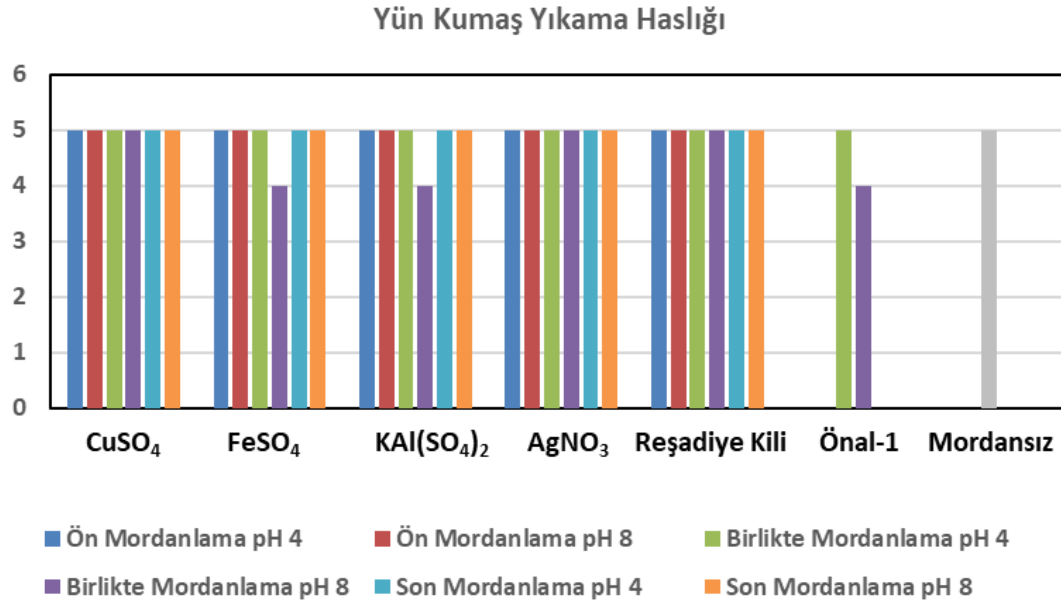
Tüm mordanlar ve mordanlama yöntemlerinde (şap ve Önal-1 hariç) haslık değerleri birbirine yakın (4-5) çıkmıştır. Mordansız boyamada en yüksek değeri (4-5) olarak tespit edildi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşların farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yıkama haslık değerleri çizelge 3.14.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 14. Yün Kumaş Yıkama Haslığı Çizelgesi

Yün Kumaş	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO_4	5	5	5	4-5	5	5
FeSO_4	5	5	5	4	5	5
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	5	5	5	4	5	5
AgNO_3	5	5	5	5	5	5
Reşadiye Kili	5	5	5	4-5	5	4-5
Önal-1			4-5	4		
Mordansız			4-5			

Yün kumaşların yıkama haslığı grafiğı Şekil 3. 28.'de verilmiştir.



Şekil 3. 25. Yün kumaş yıkama haslığı grafiğı

Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak, mordanlı ve mordansız yöntemleriyle boyanan yünlü kumaşlar için yıkama haslıkları Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda birlikte mordanlamada pH 8 haricindeki tüm değerlerde en iyi (5) değeri aldığı görüldü. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamada birlikte mordanlamada pH 8 haricindeki tüm sonuçlara bakıldığında en yüksek (5) değerini aldığı tespit edildi. En düşük değeri (4) Demir-II-sülfat, şap ve Önal-1 mordanı ile birlikte mordanlama yönteminde pH 8'de aldığı görüldü.

Yün kumaşların yıkama haslığında tüm mordan ve mordanlama yöntemlerinde yaklaşık 5 bulunmuş olup çok iyi sonuçlar elde edildi. Mordansız boyama yönteminde (4-5) olarak tespit edildi.

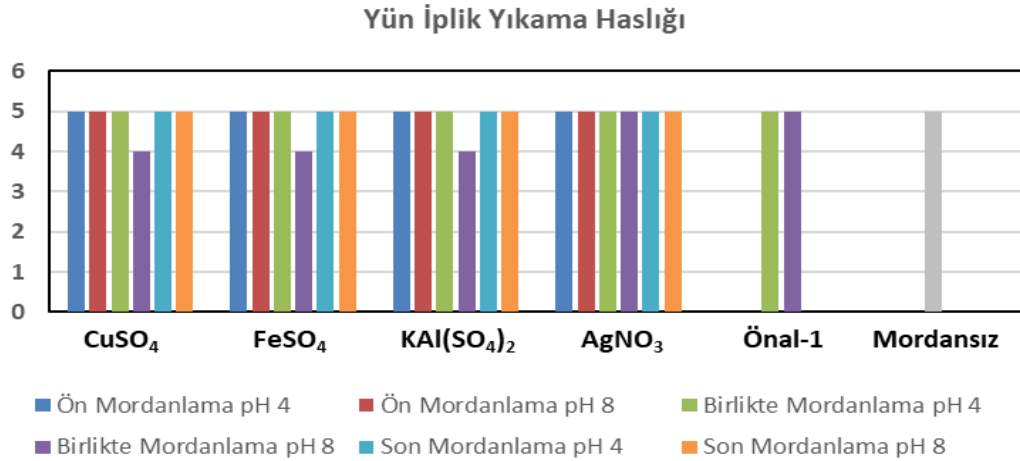
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün ipliklerin farklı pH düzeylerine ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yıkama haslık değerleri Çizelge 3.15.'te verilmiştir.

Çizelge 3. 15. Yün iplik yıkama haslığı çizelgesi

Yün İplik	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO_4	5	5	5	4	5	5
FeSO_4	4	5	5	4	5	4-5
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	5	5	5	4	5	5
AgNO_3	5	5	5	5	5	5
Önal-1			4-5	5		
Mordansız	4-5					

Yün ipliklerin yıkama haslığı grafiği Şekil 3. 29.'da verilmiştir.

Şekil 3. 26. Yün iplik yıkama haslığı grafiği



Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak, mordanlı ve mordansız boyama yöntemleriyle boyanan yün iplikler için yıkama haslıkları, Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda en yüksek değeri (5) ön mordanlama yönteminde pH 4'te ve pH 8'de, birlikte mordanlam yönteminde pH 4'te ve son mordanlam yönteminde pH 4'te ve pH

8’de aldığı görüldü. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda en yüksek değeri (5) ön mordanlamada pH 8’de, birlikte mordanlamada pH 4’te ve son mordanlama pH 4’te aldığı belirlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamada, birlikte mordanlamada pH 8 haricindeki tüm mordanlamada yöntemleri ve pH değerlerinde aldığı görüldü. Gümüş nitrat mordanıyla yapılan boyamaların ön, birlikte ve son mordanlama yöntemlerinin tümünde ve tüm pH değerlerinde 5 olarak tespit edildi. Önal-1 mordanı birlikte mordanlama yönteminde pH 8’de en iyi değeri (5) olarak belirlendi.

Yün iplik yıkama haslığı değerlendirilmesinde mordansız ve mordanlı boyamalarda tüm mordanlar ve pH’larda haslık değerleri birbirine çok yakın (5) olarak bulunmuş olup çok iyi neticeler alındı.

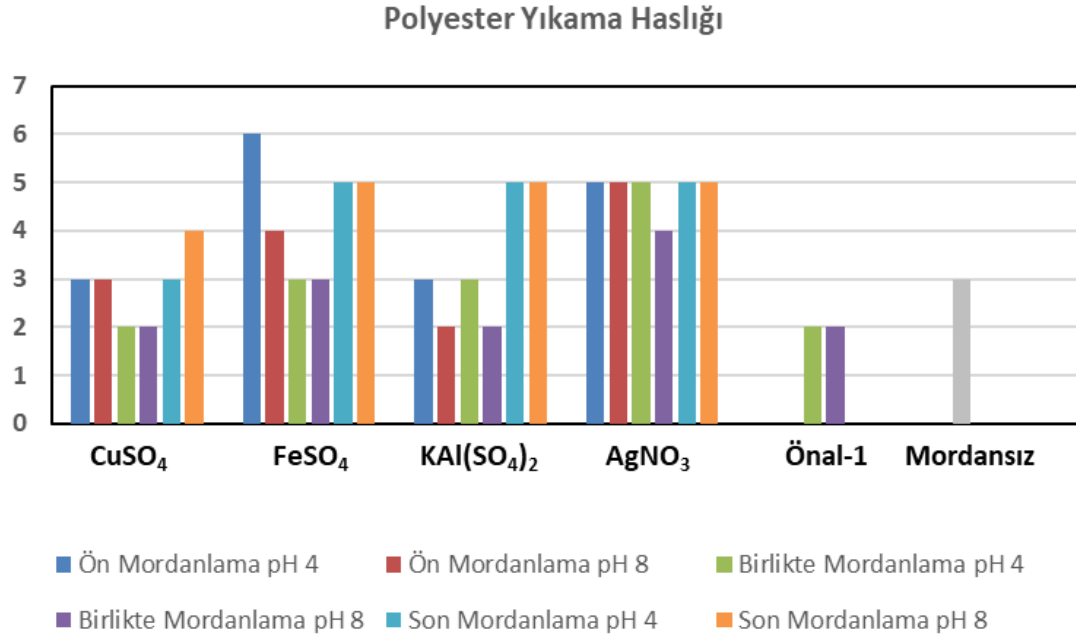
Mordansız boyamada ise (4-5) olarak tespit edildi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyester materyallerinin farklı pH’larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yıkama haslık değerleri Çizelge 3.16.’da verilmiştir.

Çizelge 3. 16. Polyester yıkama haslığı çizelgesi

Polyester	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO₄	2-3	2-3	2	2	3	4
FeSO₄	4-5	4	3	2-3	5	5
KAl(SO₄)₂	2-3	2	2-3	2	4-5	4-5
AgNO₃	5	4-5	5	4	5	4-5
Önal-1			2	2		
Mordansız		3				

Polyester materyallerinin yıkama haslığı grafiği Şekil 3.30.’da verilmiştir.



Şekil 3. 27. Polyester materyallerinin yıkama haslığı grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak, mordanlı ve mordansız boyama yöntemleriyle boyanan polyester numunelerde yıkama haslıklarında en yüksek değer (5) Demir-II-sülfat ile son mordanlama yönteminde pH 4'te ve pH 8'de, ayrıca gümüş nitrat ile ön, birlikte, son mordanlamada pH 4'te elde edildi. En düşük değer (2) bakır-II-sülfat ile birlikte mordanlamada pH 4'te ve pH 8'de şap mordanı ile ön mordanlama ve birlikte mordanlamada pH 8'de, ayrıca Önal-1 mordanı pH 4'te ve pH 8'de elde edildi.

Polyester materyallerinin yıkama haslıklarında bakır-II-sülfat, demir-II-sülfat ve şapta pH 4 ve 8'de orta (3) ve ortanın altında (2) değerleri elde edilirken, en iyi neticenin son mordanlamada demir-II-sülfat, şap ve gümüş nitrat mordanında elde edildiği anlaşıldı. Bu durum diğer pamuklu ve yünlü kumaşlara göre daha spesifik bir sonuç olarak değerlendirildi.

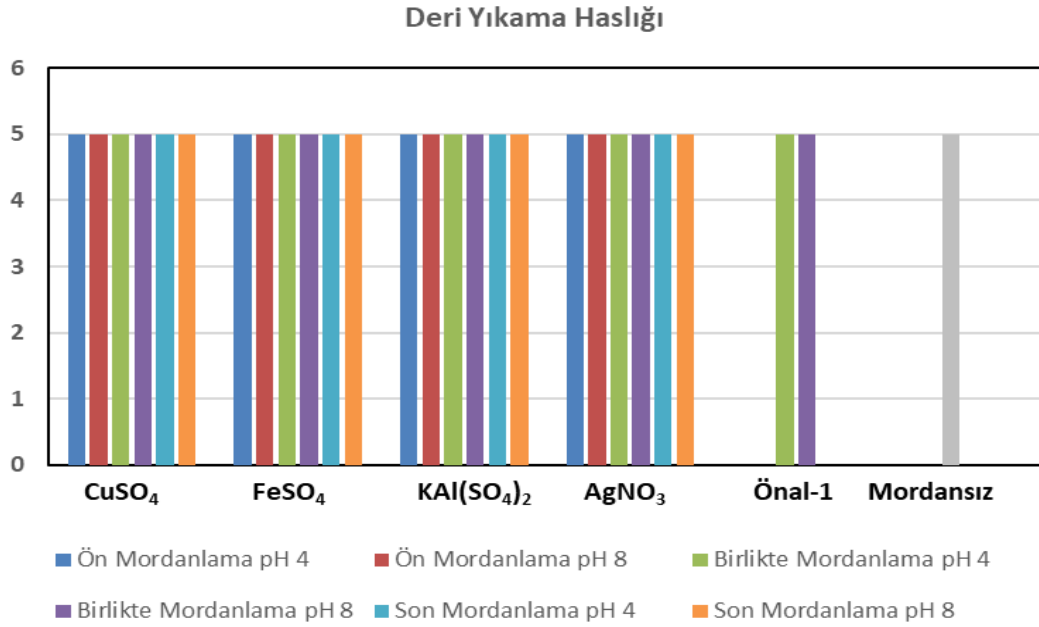
Mordansız boyamada ise (3) aldığı belirlendi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış deri materyallerinin farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yıkama haslık değerleri Çizelge 3.17.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 17. Deri materyalin yıkama haslığı çizelgesi

DERİ	Ön Mordanlama		Birlikte Mordanlama		Son Mordanlama	
	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8	pH 4	pH 8
CuSO ₄	5	5	5	5	5	5
FeSO ₄	5	5	5	5	5	5
KAl(SO ₄) ₂	5	5	5	5	5	5
AgNO ₃	5	5	5	5	5	5
Önal 1			4.-5	4-5		
Mordansız	4-5					

Deri materyallerinin yıkama haslığı grafiğı Çizelge 3.31.'de verilmiştir



Şekil 3. 28. Deri materyallerin yıkama haslığı grafiğı

Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak, mordanlı ve mordansız boyama yöntemleriyle boyanan deri materyallerde en yüksek değer (5) Bakır-II-sülfat, Demir-II-sülfat, şap ve gümüş nitrat mordanları ile yapılan tüm mordanlama yöntemlerinde pH 4'te ve pH 8'de elde edildi. Önal-1 mordanı ile yapılan boyamada (4-5) olarak belirlendi.

Deri materyallerinin yıkama haslığı değerleri tüm mordanlar için (Önal-1 hariç) 5 olarak belirlenmiş olup, tüm boyama yöntemlerinin oldukça başarılı sonuçlar verdiği tespit edildi. Önal-1 mordanı ise (4-5) olarak yine iyi sayılabilecek haslık değerine sahiptir. Deri materyalin böylesine yüksek değerlere sahip olması derinin kimyasal ve fiziksel yapısının

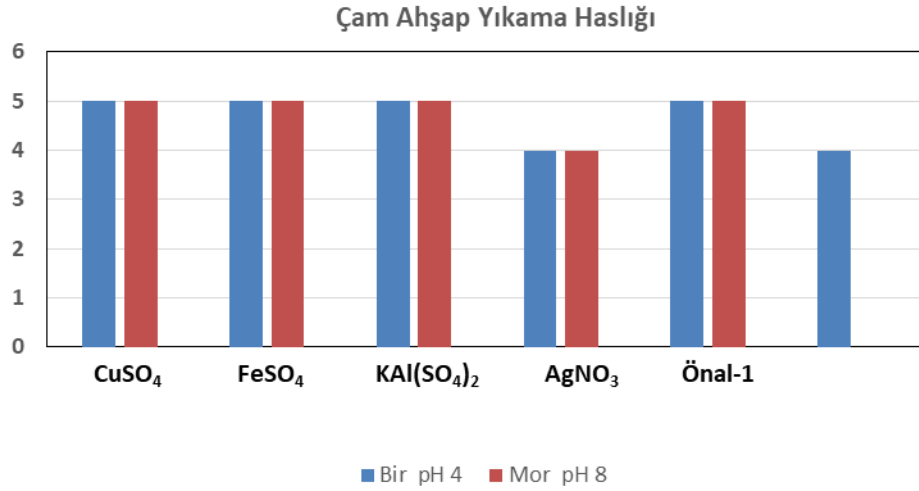
kumaşlara oranla boyayı çok daha iyi bağladığını ve mordan maddeleri ile sağlam bir kompleks oluşturduğunu ortaya koyduğu tespit edildi.

Mordansız boyamada deri materyalin yıkama haslığı (4-5) olarak bulundu.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış çam ahşapların farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak yıkama haslık değerleri Çizelge 3.18.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 18. Çam ahşap yıkama haslığı

Çam Ahşap	Bir	Mor
	PH 4	PH 8
CuSO ₄	5	4/5
Demir-II-sülfat	4/5	4/5
FeSO ₄	5	4/5
KAl(SO ₄) ₂	4	4
Önal-1	5	4/5
Mordansız	4	



Şekil 3. 29. Çam ahşap materyallerinin yıkama haslığı grafiği

Çam ahşap materyallerinin yıkama haslığı grafiği Çizelge 3.32.'de verilmiştir.

Beyaz dut yaprağı ekstraktı kullanılarak, mordanlı ve mordansız boyama yöntemleriyle boyanan çam ahşap materyalde en yüksek değer (5) Bakır-II-sülfat mordanı ile pH 4'te, şap mordanı ile pH 4'te ve Önal-1 mordanı ile pH 4'te elde edildi. En düşük değer (4) gümüş nitrat mordanı ile pH 4'te ve pH 8'de tespit edildi.

Çam ahşap numunelerin pH 4 ve pH 8'deki haslık değerleri 4 ile 5 arasında olup. pH 4'teki boyamaların pH 8'e göre daha iyi netice verdiği tespit edildi, Mordansız boyamada çam ahşap materyalin yıkama haslığı (4) olarak belirlendi.

3.9.4 Ter Haslığı çizelgeleri

Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile yapılan boyamalarda K/S değeri en yüksek olan pamuklu ve yün kumaşlar Tübitak Bütal'a yollandı, elde edilen değerler çizelge ...'da verildi. Son mordanlama yöntemi kullanılarak ve gümüş nitrat mordanı ile yapılan pH 8'de elde edilen boyanan pamuklu kumaşın ter haslığı Çizelge 3.19.'da verilmiştir.

Çizelge 3. 19. Pamuklu kumaşın ter haslığı

			<u>Alkali</u>	<u>Asit</u>
Tere Karşı Renk Haslığı	Lekeleme	Yün	4-5	4-5
		Akrilik	4	4-5
		Poliester	4	4-5
		Naylon	4	4-5
		Pamuk	4	4-5
		Asetat	4	4-5
	Renk Değişimi		3-4	3

Alkali ve asidik ortamlardaki lekelenme değerleri incelendiğinde tüm kumaş türlerinde (yün, akrilik, poliester, naylon, pamuk, asetat) lekeleme puanları asidik ortamda (4-5), alkali ortamda yaklaşık 4 olup; testi yapılan pamuklu kumaşımızın asidik ortamdaki renk değişimi 3, alkali ortamda 3-4 olarak tespit edildi, yani teste tabi tutulan pamuklu kumaşımızın alkali ortamda daha az renk değişimine uğradığı anlaşıldı. alkali ortamlarda lekelenme değerlerinin orta seviyede (3-4) olduğu, asit ortamında bu değerlerin yüksek seviyede (4-5) olduğu gözlemlendi. Renk değişimi verileri incelendiğinde orta seviyede (3-4) olduğu tespit edildi.

Birlikte mordanlama yöntemi kullanılarak ve gümüş nitrat mordanı ile yapılan pH 4'te boyanan yün kumaşın ter haslığı Çizelge 3.20.'da verilmiştir.

Çizelge 3. 20. Yün kumaşın ter haslığı

Tere Karşı Renk Haslığı	Lekeleme		<u>Alkali</u>	<u>Asit</u>
		Yün	4	4
		Akrilik	4	4
		Poliester	3	4
		Naylon	3-4	4-5
		Pamuk	3	4
		Asetat	3-4	4-5
	Renk Değişimi	3-4 (Y)	3-4 (Y)	
(Y): Daha sarı				

Yün kumaşın ter haslığı değeri, hem alkali hem de asidik ortamda (4) olarak tespit edildi. Bu durum, yün kumaşın boyayı daha iyi tutarak ter gibi dış etkenlere karşı dayanıklılık sağladığı anlaşıldı. Renk değişimi açısından değerlendirildiğinde, yün kumaşın 4 değerini aldığı tespit edildi. Genel olarak, bu sonuçlar, yün kumaşın hem boyama kalitesi hem de kullanım koşullarına dayanıklılığı açısından tercih edilebilir bir materyal olduğunu anlaşıldı.

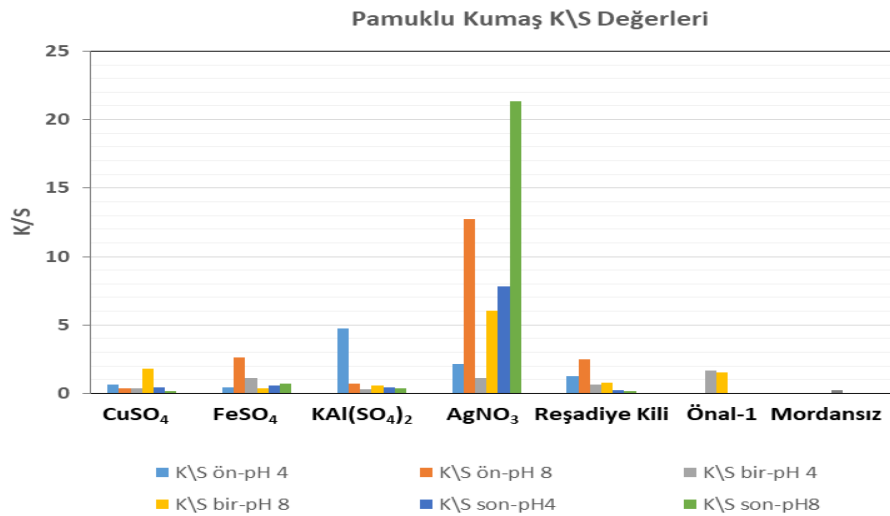
3.9.5 Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış materyallerin K/S çizelge ve grafikleri

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış pamuklu kumaşların farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak K/S değerleri çizelge 3.21. 'de verilmiştir.

Çizelge 3. 21. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış pamuklu kumaşların K/S değerleri

Mordan	pH	K/S ön	K/S bir	K/S son
CuSO ₄ .5H ₂ O	4	0,67283	0,38256	0,41497
CuSO ₄ .5H ₂ O	8	0,38256	1,77491	0,20059
FeSO ₄ .7H ₂ O	4	0,46794	1,10352	0,59504
FeSO ₄ .7H ₂ O	8	2,65398	0,3721	0,72558
KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	4	4,71942	0,29202	0,42774
KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	8	0,72294	0,54397	0,36693
AgNO ₃	4	2,173	1,12425	7,84669
AgNO ₃	8	12,7169	6,04827	21,3326
Reşadiye kili	4	1,28089	0,65101	0,23172
Reşadiye kili	8	2,46808	0,80813	0,17166
Önal-1	4		1,65404	
Önal-1	8		1,51784	
Mordansız	-	0,24202		

Pamuklu kumaşların K/S değerleri grafiği Şekil 3.33. 'de verilmiştir.



Şekil 3. 30. Pamuklu kumaşın K/S değerleri grafiği

Beyaz dut yaprağı ile boyanmış pamuklu kumaşlarda en yüksek K/S değeri (21.33) AgNO_3 mordanı ile pH 8’de yapılan son mordanlama yöntemi ile elde edilirken, en düşük K/S değeri (0.17) Reşadiye kili mordanı ile son mordanlama yöntemi pH 8’de elde edildi. Farklı mordanlar kullanılarak beyaz dut yaprağı ile boyanmış pamuklu kumaşlarda sırası ile AgNO_3 mordanı ile son mordanlamada (21.33), ön mordanlamada (12.71) ve birlikte mordanlamada (6.04) pH 8’de en yüksek K/S değerleri elde edildi.

Bu sonuçlara göre pamuklu kumaşta en yüksek K/S değerleri pH 8’de çıkmış olup bu pH ‘ta pamuklu kumaşın çok daha verimli boyandığı anlaşılmıştır. En yüksek K/S değerlerini sıralayacak olursak $\text{AgNO}_3 > \text{Şap} > \text{Reşadiye kili}$ şeklinde sıralanmaktadır.

Mordansız boyamada K/S değeri 0,24 olup bu sonuç boyar madde ve pamuklu kumaş arasındaki etkileşimin zayıf olduğunu göstermektedir.

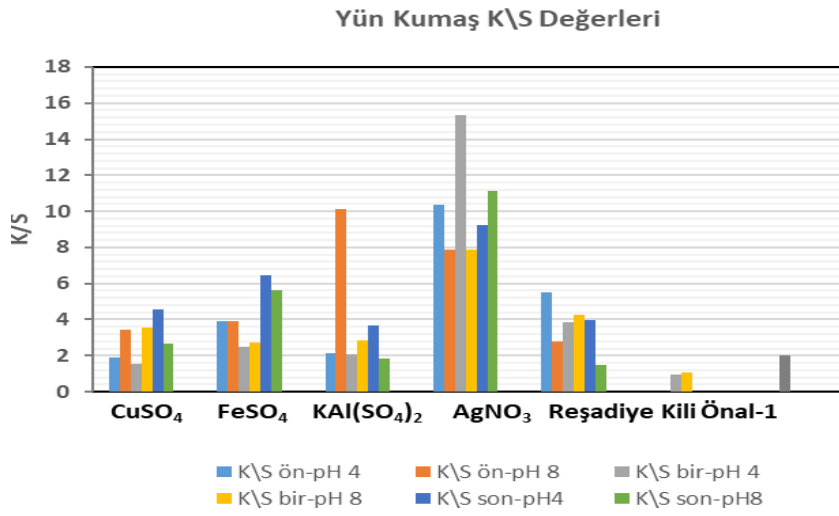
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşların farklı pH’larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak K/S değerleri Çizelge 3.22.’de verilmiştir.

Çizelge 3. 22. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış yün kumaşların K/S değerleri

Mordan	pH	K/S ön	K/S bir	K/S son
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4	1,86927	1,53811	4,546
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	8	3,45057	3,53609	2,6565
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	3,92459	2,50456	6,44116
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8	3,89656	2,70771	5,60835
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4	2,10745	2,08275	3,66254
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	8	10,109	2,85106	1,82663
AgNO_3	4	10,3343	15,3552	9,22858
AgNO_3	8	7,87781	7,86222	11,1565
Reşadiye kili	4	5,53201	3,87345	3,97206
Reşadiye kili	8	2,81483	4,29424	1,51228
Önal-1	4		0,92925	
Önal-1	8		1,0797	
Mordansız	-	2,00782		

Beyaz dut yaprağı ile boyanmış yün kumaşlarda en yüksek K/S değeri (15.35) gümüş nitrat mordanı ile birlikte mordanlama yöntemi pH 4’te, en düşük K/S değerini (0.92) Önal-1 mordanı ile birlikte mordanlama yöntemi pH 4’te elde edildi. Farklı mordanlar kullanılarak beyaz dut yaprağı ile boyanmış yün kumaşlarda sırası ile AgNO_3 mordanı ile birlikte mordanlama yöntemi ile pH 4’te, son mordanlama yöntemi ile pH 8’de, ön mordanlama yöntemi ile pH 4’te elde edildi. Mordanlar açısından en yüksek K/S

değerlerini sıraladığımızda $\text{AgNO}_3 > \text{Şap} > \text{CuSO}_4$ olduğu görülmektedir. Yün molekülü protein menşeli olduğu için yünün en iyi boyandığı pH değerinde (4-5) K/S değerlerinin pH 8'deki değerlere göre daha yüksek çıkması beklenen sonuçtur. Mordanlama yöntemleri yün kumaş boyamada elde ettiğimiz K/S değerleri ön, birlikte ve son mordanlama yöntemleri açısından değerlendirildiğinde ön mordanlama > son mordanlama > birlikte mordanlama olarak sıralayabiliriz. Mordansız boyamada K/S değeri 2,15 olup değer bu şekilde çıkmasının sebebi, boyar maddenin yün kumaşa verimli olarak tutunamaması olarak değerlendirilmektedir. Bu durum mordan kullanımının K/S üzerinde ne denli etkin olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.



Şekil 3. 31. Yün kumaşların K/S değerleri grafiği

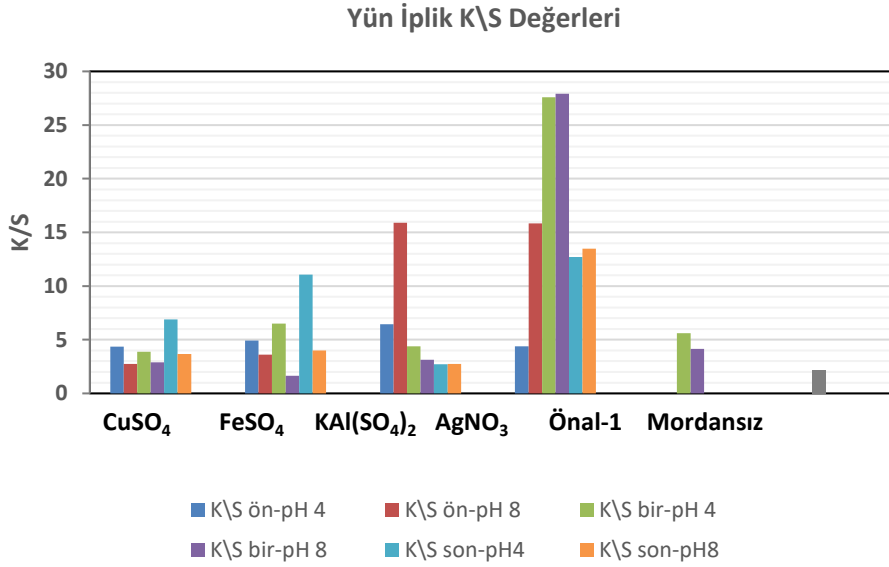
Yün kumaşların K/S değerleri grafiği Şekil 3. 34.'da verilmiştir.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşların farklı pH düzeylerine ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak K/S değerleri Çizelge 3.23'de verilmiştir.

Çizelge 3. 23. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış yün ipliklerin K/S değerleri

Mordan	pH	K/S ön	K/S bir	K/S son
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4	4,36615	3,88729	6,89344
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	8	2,74182	2,90245	3,66254
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	4,91799	6,51843	11,06894
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8	3,60454	1,65404	3,99615
$\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4	6,4521	4,40002	2,70511
$\text{KAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	8	15,90669	3,12654	2,76046
AgNO_3	4	4,37739	27,58018	12,71688
AgNO_3	8	15,84987	27,91038	13,46817
Önal-1	4		5,61695	
Önal-1	8		4,13562	
Mordansız	-	2,14898		

Yün ipliklerin K/S değerleri grafiği Şekil3. 35.'te verilmiştir.



Şekil 3. 32. Yün ipliklerin K/S grafiği

Beyaz dut yaprağı ile boyanmış yün ipliklerin en yüksek K/S değeri (27.91) gümüş nitrat mordanı ile birlikte mordanlama yöntemi pH 8’de, en düşük K/S değeri (1.65) Demir-II-sülfat mordanı ile birlikte mordanlama yönteminde pH 4’te edildi. Farklı mordanlar kullanılarak beyaz dut yaprağı ile boyanmış yün iplik için sırası ile gümüş nitrat mordanı ile birlikte mordanlamada (27.91) pH 8’de, gümüş nitrat mordanı ile birlikte mordanlamada (27.58) pH 8 ve şap mordanı ile ön mordanlama yönteminde (15.90) pH 8’de elde edildi.

Beyaz dut yaprağı ile boyanmış yün ipliklerin K/S değerlerine göre mordan etkinlik sıralaması yapıldığında; AgNO₃ > Şap > FeSO₄ > CuSO₄ olduğu görülmektedir.

Mordanlama yöntemlerinin etkinlik sıralamasına bakacak olursak son mordanlama > ön mordanlama > birlikte mordanlama olarak sıralanmaktadır.

pH etkinliği açısından sıraladığımızda pH 4 > pH 8 olduğu görülmektedir. Bu sonuç yün kumaşa olduğu gibi beklenen bir sonuçtur. Çünkü yün ipliklerde protein menşeli yapılardır.

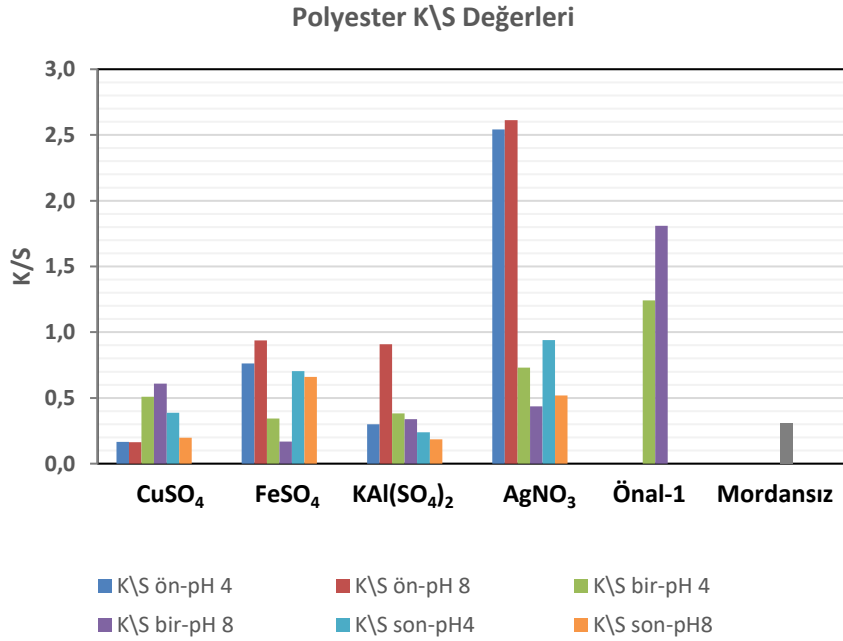
Mordansızda K/S değerinin 2,14 olması boyanma verimliliğinin düşük olduğunu, dolayısıyla mordan kullanımının ne denli önemli olduğunu ortaya çıkarmaktadır.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyester materyalin farklı pH’larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak K/S değerleri çizelge 3. 24.’de verilmiştir.

Çizelge 3. 24. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış polyester materyalin K/S değerleri

Mordan	pH	K/S ön	K/S bir	K/S son
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4	0,16555	0,50846	0,38693
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	8	0,16428	0,60753	0,19605
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	0,76228	0,34267	0,70478
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8	0,93696	0,1681	0,65885
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4	0,29901	0,38156	0,23897
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	8	0,90886	0,33908	0,18398
AgNO_3	4	2,54186	0,73088	0,93935
AgNO_3	8	2,61168	0,43554	0,51779
Önal-1	4		1,2426	
Önal-1	8		1,80939	
Mordansız	-	0,31068		

Polyester materyallerinin K/S değerleri grafiği Şekil 3. 36.'da verilmiştir.



Şekil 3. 33. Polyester materyal K/S değerleri grafiği

Beyaz dut yaprağı ile boyanmış polyester materyallerde en yüksek K/S değeri (2.61) gümüş nitrat mordanı ile ön mordanlama pH 8'de, en düşük değeri (0.16) Bakır-II-sülfat mordanı ön mordanlamada pH 8'de elde edildi. Farklı mordanlar kullanılarak beyaz dut

yaprağıyla boyanmış polyester materyalleri sırası ile gümüş nitrat mordanı ile ön mordanlama (2.61) pH 8’de (2.54) pH 4’te ve Önal-1 mordanı birlikte mordanlama yöntemi (1.13) pH 8’de elde edildi.

Beyaz dut yaprağı ile polyester boyamada mordan etkinliği bakımından sıralama yaptığımızda $\text{AgNO}_3 > \text{Önal-1} > \text{Şap} > \text{FeSO}_4 > \text{CuSO}_4$ sonucunu elde ederiz.

pH etkinliği açısından sıraladığımızda pH 8’deki K/S değerlerinin pH4’ten daha büyük olduğu görülmektedir.

Mordanlama yöntemleri bakımından sıraladığımızda ön mordanlama> son mordanlama> bir mordanlama olarak sıralanmaktadır.

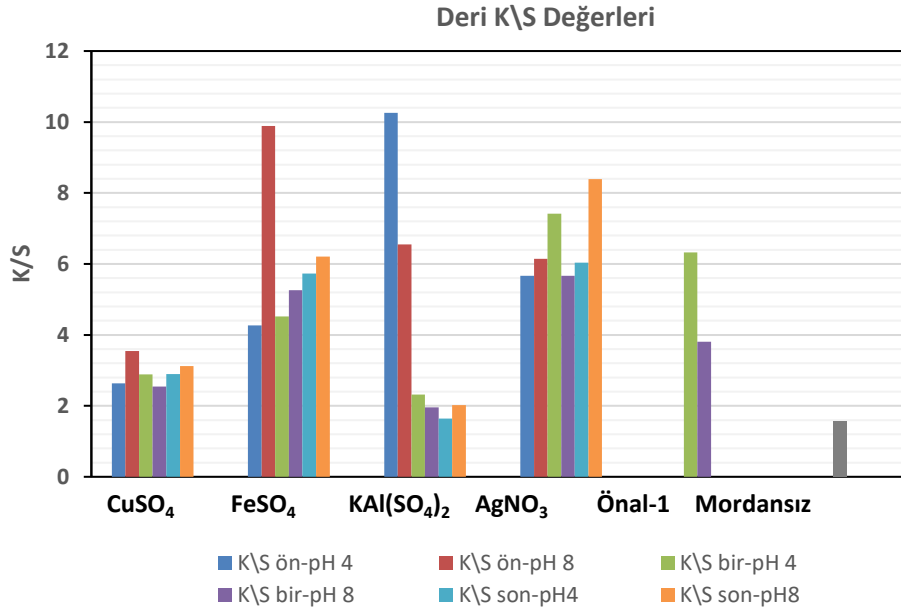
Mordansız boyama yöntemine göre polyester numunelerin boyama işlemlerinde K/S değerinin (0,31) sadece bakır sülfat ön mordanlama pH 4 ve bakır sülfat son mordanlama pH 8’den ve şap pH 4 ön ve son ve şap pH 8 son mordanlama değerlerinden daha yüksek çıktığı; diğer mordan ve mordanlama yöntemlerindeki değerlerinden daha düşük olduğu dikkati çekmektedir. Polyester boyamada da mordan kullanımının K/S değerini arttırdığı net bir şekilde ortaya çıkmıştır.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış deri materyallerinin farklı pH’larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak K/S değerleri Çizelge 3. 25.’de verilmiştir.

Çizelge 3. 25. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanmış deri materyallerinin K/S değerleri

Mordan	pH	K/S ön	K/S bir	K/S son
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4	2,63643	2,88516	2,89667
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	8	3,54403	2,54186	3,12329
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	4,26711	4,51616	5,73079
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8	9,89257	5,25911	6,20845
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4	10,25821	2,31554	1,64153
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	8	6,55205	1,95736	2,02282
AgNO_3	4	5,669	7,41906	6,0385
AgNO_3	8	6,14753	5,669	8,39
Önal-1	4		6,32293	
Önal-1	8		3,80992	
Mordansız	-	1,55644		

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan deri materyallerinin K/S değerleri grafiği Şekil 3.37.’de verilmiştir.



Şekil 3. 34. Deri materyal K/S değerleri grafiği

Beyaz dut yaprağı ile boyanmış deri materyelde en yüksek K/S değeri (10.25) şap mordanı ön mordanlama yönteminde pH 4'te, en düşük K/S değerini (1.64) şap mordanı ile son mordanlama yönteminde pH 4'te elde edildi. Farklı mordanlar kullanılarak beyaz dut yaprağı ile boyanmış deri materyali sırası ile (10.25) şap mordanı ön mordanlama yöntemi pH 4; Demir-II-sülfat mordanı ile ön mordanlamada (9.89) pH 8'de, gümüş nitrat mordanı ile son mordanlama yönteminde (8.39) pH 8'de elde edildi.

Beyaz dut yaprağı ile boyanmış deri materyallerinde sadece birlikte mordanlamada pH 4'teki değerler pH 8'den yüksek çıkarken; ön ve son mordanlamada pH 4'teki değerler pH 8'den daha düşük bulunmuştur. Deri protein meşeli olmasına rağmen tüm mordanlarda pH 4'teki K/S değerlerinin pH 8'e göre daha yüksek çıkması beklenirken bu beklenti sadece birlikte mordanlama yönteminde gerçekleşmiştir.

Bu sonuçlara göre deri boyamada mordan etkinlik sıralaması Şap > FeSO₄ > AgNO₃ > Önal-1 > CuSO₄ olarak sıralanabilir.

pH etkinlik sıralaması olarak ön ve son mordanlamada pH 8 > pH 4 iken, birlikte mordanlamada pH 4 > pH 8 olarak bulunmuştur.

Mordansız boyama yöntemine göre boyanmış deri numunesinin K/S değeri (1.56) bulunması mordansız ortamda renk verimliliğinin oldukça düşük olduğunu ve mordan

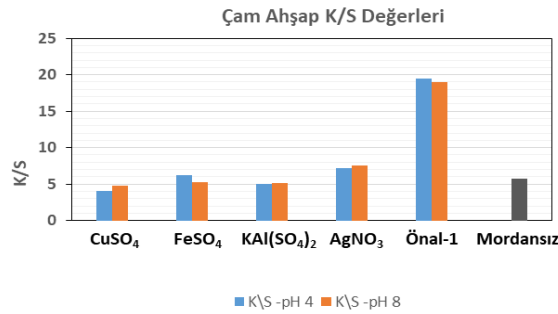
Çizelge 3. 26. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan çam ahşap materyallerinin (K/S) değerleri

pH	Birlikte mordanlama	Mordan	K/S
4	"	CuSO ₄ .5H ₂ O	4,0798
8	"	CuSO ₄ .5H ₂ O	4,7386
4	"	FeSO ₄ .7H ₂ O	6,2496
8	"	FeSO ₄ .7H ₂ O	5,2285
4	"	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	5,0155
8	"	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	5,1164
4	"	AgNO ₃	7,1345
8	"	AgNO ₃	7,5328
4	"	Önal-1	19,5040
8	"	Önal-1	19,0125
-	"	Mordansız	5,7846

Çam ahşap materyal için K/S renk verimliliği sonuçları incelendiğinde Bakır-II-sülfat mordanı için her iki pH'ta orta düzeyde olduğu, Demir-II-sülfat mordanı için pH 4'te biraz daha artmış olduğu görüldü (Çizelge 3.26.). Şap mordanı için her iki pH'da orta seviyede olduğu, gümüş nitrat mordanı için daha yüksek renk verimliliği elde edildiği gözlemlendi. Tüm mordanlar arasında en yüksek K/S değeri Önal-1 mordanı kullanılarak pH 4'te (19,50) elde edildi. Mordansız boyamada düşük verimlilik elde edildi. Beyaz dut yaprağı ile boyanmış çam ahşap numunelerin K/S değerlerinin pH 8'de daha yüksek çıkması ahşabın selülozik yapıda olması ve pH'de daha iyi boyandığının bir göstergesidir. Çam ahşap numunelerin mordanlar bakımından boyanma etkinliğini sıralayacak olursak Önal-1 > AgNO₃ > şap > CuSO₄ şeklinde olduğu görülmektedir.

Beyaz dut yağı ile boyanan numunelerde pH 8'deki K/S değerlerinin pH 4'ten daha yüksek olduğu söylenebilir.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan çam ahşap materyallerinin K/S değerleri grafiği Şekil 3. 38.'de verilmiştir.



Şekil 3. 35. Çam ahşap materyalin K/S grafiği

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış pamuklu kumaşların farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak $L^* a^* b^*$ değerleri Çizelge 3.27.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 27. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan pamuklu kumaşın $L^* a^* b^*$ değerleri

Mordan	pH	ÖN MORDANLAMA			BİRLİKTE MORDANLAMA			SON MORDANLAMA		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
CuSO₄.5H₂O	4	80,86	-0,05	19,83	86,70	-0,73	17,74	83,55	-1,60	15,40
CuSO₄.5H₂O	8	86,70	-0,73	17,74	72,66	2,84	29,82	89,59	-1,31	12,56
FeSO₄.7H₂O	4	85,71	0,60	13,86	72,53	2,72	8,48	79,78	2,22	8,76
FeSO₄.7H₂O	8	60,24	5,11	6,79	83,26	1,50	6,68	84,58	4,86	18,26
KAl(SO₄)₂.12H₂O	4	60,56	8,50	16,46	88,05	0,21	10,71	85,17	1,73	11,11
KAl(SO₄)₂.12H₂O	8	80,35	2,76	14,07	85,42	1,27	15,65	86,38	0,80	12,34
AgNO₃	4	58,71	13,37	-0,82	68,87	13,68	5,16	51,11	15,01	11,23
AgNO₃	8	31,63	7,22	-4,07	44,88	16,26	-6,99	27,31	12,14	-3,20
Reşadiye kili	4	76,26	2,85	25,17	82,64	0,97	21,36	89,52	0,07	14,89
Reşadiye kili	8	69,73	3,07	29,53	81,31	1,37	23,36	91,73	-0,18	13,93
Önal-1	4				71,47	-1,51	26,05			
Önal-1	8				73,71	-1,41	27,90			

MORDANSIZ		
L^*	a^*	b^*
88,86	-0,18	11,02

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan pamuklu kumaşların $L^* a^* b^*$ değerleri çizelge 4.55'te verildi. Bu çizelgeye göre, L^* parlaklık değerlerinin orta ve yüksek seviyelerde olduğu gözlemlendi. Parlaklık değerleri genellikle pH değişimine bağlı olarak artar. a^* kırmızı –yeşil eksenini genel olarak nötr ya da kırmızı tonlarında pozitif eğilim gösterir. b^* sarı- mavi eksenini değerleri yüksek yani sarı tonlar ön planda özellikle pH 4'te sarılık daha belirgindir. Bakır-II-sülfat mordanı ile boyamada kumaşta hafif nört veya maviye eğilimli tonlar, Demir-II-sülfatta L^* değeri önemli ölçüde azalmış ve kumaşın daha koyu olduğu, şap mordanında parlaklık orta seviyede ve renklerin daha nört tonlarda olduğu bulundu. Gümüş nitratta L^* değerleri diğerlerine nispeten daha düşük ve daha koyu tonlar elde edildi. Reşadiye kili ile yapılan boyamalarda L^* parlaklık değerleri yüksek, a^* kırmızı-yeşil eksenini genel olarak kırmızı tonlarda b^* mavi-yeşil ekseninde sarı tonlarda olduğu gözlemlendi. Önal-1 mordanında L^* parlaklık değerleri yüksek, a^* kırmızı-yeşil ekseninde

yeşile eğilimli tonlar b^* sarı-mavi eksen değerleri yüksek yani sarı tonlarda olduğu gözlemlendi. Ön mordanlamada daha orta dereceli renkler, birlikte mordanlama yönteminde homojen ve açık tonlar, son mordanlama da ise daha koyu ve doygun renkler elde edildi. Mordansız boyama yönteminde L^* parlaklık değeri yüksek a^* kırmızı-yeşil eksen yeşile kaymış b^* sarı-mavi eksen pozitif eğilim göstermiş sarı tonlarında olduğu görüldü.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün kumaşlarının farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak L^* a^* b^* değerleri çizelge 3.28.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 28. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan yün kumaşlarının L^* a^* b^* değerleri

Mordan	pH	ÖN MORDANLAMA			BİRLİKTE MORDANLAMA			SON MORDANLAMA		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
CuSO₄.5H₂O	4	78,1	0,69	33,9	76,8	-3,79	27,5	54,4	1,32	22,6
CuSO₄.5H₂O	8	69,6	1,12	35,8	60,2	-2,87	24,7	65,6	-4,63	25,9
FeSO₄.7H₂O	4	65,5	5,66	33,6	71,2	3,23	31,4	49,2	0,19	21,5
FeSO₄.7H₂O	8	57,9	5,97	23,6	60,6	1,7	20,2	54,4	4,8	27,5
KAl(SO₄)₂.12H₂O	4	77,2	4,81	36	77,1	4,36	35,6	70,5	3,67	39,8
KAl(SO₄)₂.12H₂O	8	62,6	8,02	51,8	74,7	3,13	42,1	81,8	0,92	40,7
AgNO₃	4	39,6	7,77	19,8	34,8	11,6	21,8	46,1	11,1	27,4
AgNO₃	8	40,1	3,08	15	41,8	6,68	18	45	13,7	31,2
Reşadiye kili	4	63,4	7,57	37,5	66,5	6,24	34,5	67,3	7,28	36,2
Reşadiye kili	8	73,6	2,96	35,1	66,3	4,84	35	80,2	-0,08	30,7
Önal1	4				81	-1	26,8			
Önal-1	8				78,9	-0,63	27			

MORDANSIZ		
L^*	a^*	b^*
75,13	20,90	23,87

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan yün kumaşlarının L^* a^* b^* değerleri çizelge 4.56'da verildi. Buna göre, ön mordanlama yönteminde L^* parlaklık değerleri genel olarak orta seviyede, a^* kırmızı-yeşil ekseninde kırmızı tonlar belirginleşirken, bazı durumlarda nötr tonlar elde edildi. b^* sarı-mavi ekseninde sarı tonlarının baskın olduğu görüldü. Bakır-II-sülfat mordanında pH 4'te orta parlaklık, sarı tonlar çok belirgin, kırmızı etkisi hafif, pH 8'de parlaklık azalmış, sarı tonu artmış, kırmızılığın hafif yükselmiş

olduğu gözlemlendi. Demir-II-sülfat mordanında pH 4'te düşük parlaklık, kırmızı ve sarı tonlarının belirgin olduğu, pH 8'de daha koyu, kırmızı etkisinin olduğu, sarı tonların düştüğü gözlemlendi. Şap mordanında pH 4'te parlaklık yüksek, kırmızımsılığın artmış ve sarı tonlarının baskın olduğu gözlemlendi. Gümüş nitrat pH 4'te parlaklığın çok düştüğü, kırmızı etkisinin baskın olduğu, sarı tonun orta düzeyde olduğu görüldü. pH 8'de parlaklık düşük, kırmızı etkisi azalmış, sarı tonunun hafiflemiş olduğu görüldü. Birlikte mordanlama yönteminde L* parlaklık değerlerinin daha yüksek olduğu gözlemlendi, kırmızı-yeşil ekseninde kırmızı tonların hafif baskın olduğu, sarı-mavi ekseninde sarı tonlarda düşüş olduğu gözlemlendi. Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamada pH 4'te parlaklık yüksek, kırmızı etkisi negatif(yeşilimsi), sarı tonunun orta düzeyde olduğu gözlemlendi. pH 8'de parlaklık değerinin azaldığı, kırmızı ve sarı tonlarının dengede olduğu gözlemlendi. pH 8'de renkler daha koyu yeşilimsi tonun sabit kaldığı, sarı tonlarının hafiflediği görüldü. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda pH 4'te parlaklık orta seviyede kırmızı ve sarı tonlarının dengede olduğu görüldü. pH 8'de renkler daha koyu kırmızı ve sarı tonlarının azaldığı gözlemlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamada yüksek parlaklık, kırmızımsılığın hafif ve sarı tonların azaldığı görüldü. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamada pH 4'te parlaklığın çok düşük olduğu kırmızı tonlarının belirgin olduğu, sarı tonların hafif olduğu belirlendi. pH 8'de parlaklığın artmış olduğu sarı tonların azalmış olduğu gözlemlendi. Son mordanlama yönteminde parlaklık değerlerinin düşük seviyelerde olduğu gözlemlendi. Kırmızı tonlarının belirgin hale geldiği, sarı tonların baskın hale geldiği tespit edildi. pH 4'te parlaklığın düşük olduğu, hafif kırmızı, orta düzeyde sarı tonları elde edildi. pH 8'de renklerin daha koyu olduğu, kırmızı ve sarı tonlarının arttığı görüldü. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda pH 4'te parlaklığın çok düşük olduğu, kırmızı tonlarının nötr olduğu sarı tonlarının belirgin olduğu görüldü. pH 8'de renklerin daha koyu ve nötr olduğu gözlemlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamalarda pH 4'te parlaklık değerlerinin orta seviyede olduğu kırmızı ve sarı tonlarının dengede olduğu gözlemlendi. pH 8 'de parlaklık değerinin düşük olduğu kırmızı ve sarı tonlarının pozitif yönde eğilim gösterdiği görüldü. Reşadiye kilinde nispeten daha yüksek parlaklık değerleri elde edildi. pH 4' te kırmızı ve sarı tonlarına eğilim olduğu görüldü. pH 8'de parlaklık değerlerinin son mordanlamada daha da yükseldiği görüldü. Önal-1 mordanı ile yapılan boyamalarda en yüksek parlaklık değerlerine (81,04) ulaşıldı. Kırmızı-yeşil ekseninde yeşilimsi tonun olduğu, sarı-mavi ekseninde sarı tonların baskın olduğu görüldü.

Mordansız boyama yönteminde L^* parlaklık değerinin yüksek olduğu görüldü. a^* değerinin kırmızı tonlarda olduğu b^* değerinin sarı tonlarda olduğu belirlendi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış yün ipliklerinin farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak L^* a^* b^* değerleri çizelge 3.29.'da verilmiştir.

Çizelge 3. 29. Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanan yün ipliğinin L^* a^* b^* değerleri

		ÖN MORDANLAMA			BİRLİKTE MORDANLAMA			SON MORDANLAMA		
Mordan	pH	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
<chem>CuSO4.5H2O</chem>	4	62,83	2,05	31,32	59,8	-5,42	24,98	59,19	3,98	34,16
<chem>CuSO4.5H2O</chem>	8	67,16	-6,13	25,49	64,25	-1,73	25,67	59,98	-0,67	25,6
<chem>FeSO4.7H2O</chem>	4	61,41	11,01	34,66	52,43	3,86	25,96	69,44	1,35	21,65
<chem>FeSO4.7H2O</chem>	8	63,56	-2,05	27,25	69,44	1,35	21,61	61,84	8,72	30,78
<chem>KAl(SO4)2.12H2O</chem>	4	62,51	6,96	37,82	65,56	5,1	36,56	73,9	1,37	36,74
<chem>KAl(SO4)2.12H2O</chem>	8	56,83	6,87	49,95	69,96	2,61	34,56	73,44	2,16	38,97
<chem>AgNO3</chem>	4	65,97	4,89	32,01	28,08	12,54	20,5	41,75	10,86	27,08
<chem>AgNO3</chem>	8	33,41	7,01	18,24	20,69	6,4	9,46	42,89	9,86	28,36
Önal-1	4				54	-5,18	23,29			
Önal-1	8				53,2	-4,34	15,76			

MORDANSIZ		
L^*	a^*	b^*
71,92	2,97	29,24

Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanan yün ipliğinin L^* a^* b^* değerleri çizelge 4.57'de gösterildi. Bu çizelgeye göre, ön mordanlama yöntemi kullanılarak elde edilen renk değerleri incelendiğinde L^* parlaklık değerlerinin orta seviyelerde olduğu görüldü. a^* değeri Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda özellikle pH 8'de yeşil eksenine kaydığı belirlendi. b^* değeri sarı -mavi ekseninde hem pH 4 hem de pH 8'de pozitif yönde eğilim gösterdiği gözlemlendi. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamada L^* değerlerinin orta parlaklıkta olduğu gözlemlendi. a^* değeri pH 4'te kırmızı tonlarda, pH 8'de yeşilimsi tonlarda olduğu belirlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamalarda L^* parlaklık değerlerinin orta düzeyde olduğu a^* kırmızı-yeşil ekseninde hem pH 4 hem de pH 8'de kırmızımsı tonları gösterdiği belirlendi. b^* sarı-mavi ekseninde sarı tonlarının baskın olduğu gözlemlendi. Gümüş nitrat mordanı kullanılarak yapılan boyamada L^* değeri pH 4 te orta pH 8'de parlaklığın düşük olduğu görüldü. a^* her iki pH 'ta kırmızıya kaydığı , b^* sarı- mavi ekseninde sarı tonlara kaydığı belirlendi.

Birlikte mordanlama yöntemi ile elde edilen değerlerde Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda L^* parlaklık değerlerinin düştüğü, renklerin daha koyu görüldüğü belirlendi. a^* değerinin her iki pH 'ta negatif değerler aldığı ve yeşil tonlarının baskın olduğunu gözlendi. b^* değerleri pozitif yönde olduğu ve sarı tonlarının baskın olduğu görüldü. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamada L^* parlaklık değerinin orta olduğu gözlendi. Her iki pH 'ta a^* değeri pozitif yönde ve kırmızı tonlarda olduğu belirlendi. b^* değerlerinde sarı tonlarının baskın olduğu belirlendi. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamada L^* değerinin orta parlaklıkta olduğu, a^* değerinin her iki pH'ta kırmızı tonlarda olduğu görüldü. b^* değeri yine her iki pH'ta sarı-yeşil ekseninde pozitif yönde ve sarı tonlarının baskın olduğu görüldü. Önal-1 mordanı ile yapılan boyamada L^* parlaklık değerinin düşük olduğu, a^* kırmızı-yeşil eksenin negatif değer aldığı yani yeşil tonunun baskın olduğu gözlendi. b^* sarı-mavi eksenin pozitif yönde olduğu saptandı.

Son mordanlama yöntemi ile yapılan boyamada Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda L^* parlaklık değerlerinin düşük olduğu gözlendi. a^* kırmızı-yeşil eksenini pH 4'te pozitif yani kırmızı tonlarda pH 8'de eksi yani yeşil tonlarda olduğu görüldü. b^* sarı-mavi ekseninde sarı tonların baskın olduğu gözlendi. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamada L^* parlaklık değerlerinin her iki pH'ta orta düzeyde olduğu belirlendi. a^* kırmızı-yeşil eksenini pozitif kırmızı tonlarda olduğu gözlendi. b^* sarı-mavi ekseninde baskın sarı tonlarında olduğu gözlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamalarda L^* parlaklık değerlerinin her iki pH'ta yüksek olduğu tespit edildi. a^* değerleri her iki pH'ta kırmızı tonlarda olduğu gözlendi. b^* sarı-mavi eksenin pozitif olduğu yani sarı tonlarda olduğu bulundu. Mordansız boyama yöntemiyle yapılan boyamada L^* parlaklık değeri yüksek, a^* değeri pozitif yönde, kırmızı tonlarında, b^* değeri pozitif yönde, baskın sarı tonlarında olduğu gözlendi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyester materyallerinin farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak L^* a^* b^* değerleri çizelge 3. 30.'da verilmiştir.

Çizelge 3. 30. Dut yaprağı ekstraktı ile boyanan polyester materyalin L^* a^* b^* değerleri

Mordan	pH	ÖN MORDANLAMA			BİRLİKTE MORDANLAMA			SON MORDANLAMA		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
CuSO₄.5H₂O	4	86,66	-0,10	8,04	79,02	0,10	9,81	84,13	-0,07	10,73
CuSO₄.5H₂O	8	86,62	0,51	8,23	81,24	0,39	16,94	90,19	-0,88	5,27
FeSO₄.7H₂O	4	75,72	1,59	14,95	84,29	0,41	8,14	85,19	3,72	22,55
FeSO₄.7H₂O	8	74,36	2,80	15,86	89,98	-0,33	4,17	84,80	3,78	21,05
KAl(SO₄)₂.12H₂O	4	89,58	-0,15	5,80	87,57	-0,27	11,91	91,36	-0,30	3,94
KAl(SO₄)₂.12H₂O	8	74,04	1,95	14,74	88,68	-0,17	15,16	85,48	0,25	8,34
AgNO₃	4	56,44	7,33	16,66	71,56	2,89	8,51	67,93	5,57	10,85
AgNO₃	8	62,62	5,57	23,04	78,18	3,58	8,07	73,86	6,74	10,63
Önal-1	4				78,52	-1,34	8,30			
Önal-1	8				71,29	-0,83	15,24			

MORDANSIZ		
L^*	a^*	b^*
87,18	0,12	10,56

Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile boyanan polyester materyallerinin L^* a^* b^* değerleri çizelge 4.58 gösterildi. Ön mordanlama yöntemi kullanılarak yapılan boyamalarda Bakır-II-sülfat mordanında L^* parlaklık değerlerinin yüksek olduğu her iki pH değerinde de gözlemlendi. a^* değerinin pH 4'te negatif yani yeşil olduğu gözlemlendi. pH 8'de a^* değerinin pozitif olduğu yani kırmızıya kaydığı belirlendi. b^* değeri her iki pH'ta pozitif yönde olduğu yani sarı tonun baskın olduğu belirlendi. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamada L^* değeri yüksek, a^* ve b^* değerleri her iki pH'da pozitif yönde, kırmızı ve sarı bileşenlerinin baskın olduğu gözlemlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamalarda L^* parlaklık değeri pH 4'te yüksek seviyelerde pH 8'de parlaklık değerinin bir miktar azaldığı gözlemlendi. a^* değeri pH 4'te yeşil tonunun baskın olduğu, pH 8'de kırmızı tonunun baskın olduğu görüldü. Her iki pH'ta özellikle pH 8'de sarı tonlarının baskın olduğu gözlemlendi. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamalarda L^* parlaklık değerlerinde azalma gözlemlendi. a^* değeri her iki pH'ta pozitif eğilimli, b^* değerinin her iki pH'da sarı tonlarının baskın olduğu belirlendi. Birlikte mordanlama yöntemiyle elde edilen boyamalarda tüm mordan çeşitlerinde ve pH 'larda parlaklık değerlerinin yüksek görüldü. Bakır-II-sülfat

mordanı ile yapılan boyamalarda her iki pH'ta kırmızı-yeşil eksen pozitif yönde nötre yakın, b^* değerleri yine her iki pH'ta pozitif yönde sarı ton baskınlığı gözlemlendi. Demir-II-sülfatta a^* değeri pH 4'te pozitif yönde nötr, pH 8'de negatif yönde maviye nötr olduğu gözlemlendi. b^* parlaklık değerlerinin yüksek olduğu belirlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamalarda a^* değeri her iki pH'ta negatif yönde, b^* değerleri her iki pH'ta pozitif yönde sarı tonlarında olduğu gözlemlendi. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamalarda a^* kırmızı-yeşil eksenin pozitif yönde değer aldığı gözlemlendi. b^* değerlerine bakıldığında yine her iki pH'ta sarı tonlarının hakim olduğu gözlemlendi. Önal-1 mordanı ile yapılan boyamalarda, her iki pH değerinde kırmızı-yeşil eksenin negatif yönde, yeşil tonlarında olduğu gözlemlendi. Son mordanlama yöntemiyle elde edilen boyamalarda L^* parlaklık değerlerinin gümüş nitrat mordanı haricindeki tüm mordan türlerinde parlaklığın yüksek olduğu görüldü. a^* değerinin Bakır-II-sülfat mordanıyla elde edilen boyamalarda her iki pH'ta negatif değer aldığı gözlemlendi. b^* değerinin her iki pH'ta özellikle pH 4'te sarı tonlarında olduğu görüldü. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda a^* değerinin her iki pH'ta negatif yönde olduğu, b^* değerinin pozitif yönde olduğu belirlendi. Şap mordanı ile elde edilen boyamalarda a^* değerinin pH 4'te negatif, pH 8'de pozitif değerde olduğu gözlemlendi. b^* değerinin her iki pH'da pozitif yönde olduğu özellikle pH 8'de daha baskın sarı tonu olduğu gözlemlendi. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamalarda, her iki pH'ta a^* kırmızı-yeşil eksenin pozitif olduğu yani kırmızı tona kaydığı gözlemlendi. b^* değerleri yine her iki pH'ta pozitif yönde ve sarı tonlarında olduğu belirlendi. Mordansız boyama yöntemiyle yapılan boyamada L^* parlaklık değerinin yüksek olduğu, a^* değerinin pozitif nötr olduğu, b^* değerinin de pozitif eksene kaydığı ve sarı tonlarının hâkim olduğu gözlemlendi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış polyester materyallerinin farklı pH'larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak L^* a^* b^* değerleri çizelge 3. 31.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 31. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan deri materyalin L^* a^* b^* değerleri

Mordan	pH	ÖN MORDANLAMA			BİRLİKTE MORDANLAMA			SON MORDANLAMA		
		L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4	61,42	10,36	24,59	60,99	5,78	23,75	59,01	10,43	23,31
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	8	56,53	10,87	23,97	63,39	6,42	24,62	55,30	9,36	19,73
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	48,01	3,75	14,35	41,74	-2,06	5,42	38,39	-0,21	6,54
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8	30,36	-0,64	5,19	35,71	-2,17	0,43	37,18	-0,08	6,48
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4	32,96	8,61	11,05	66,44	12,09	27,64	74,14	7,20	29,25
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	8	56,58	10,22	35,63	64,14	11,14	22,53	69,11	7,80	26,97
AgNO_3	4	42,61	5,15	13,39	36,97	2,14	9,69	41,35	2,73	11,65
AgNO_3	8	42,00	1,80	12,78	41,08	2,53	10,50	39,34	6,49	16,02
Önal-1	4				49,21	6,22	23,98			
Önal-1	8				55,33	7,92	22,61			
MORDANSIZ										
L^*	a^*	b^*								
73,51	9,74	29,18								

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan deri materyallerinin L^* a^* b^* değerleri çizelge 4.59'da verildi. Tüm mordanlama yöntemi ve mordan çeşitlerinde L^* değerinin şap mordanı haricindeki tüm mordan çeşitlerinde orta ve düşük parlaklıkta olduğu gözlemlendi. Şap mordanında L^* değerinin diğerlerine oranla maksimum seviyede olduğu gözlemlendi. Ön mordanlama yöntemi Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda pH 4 ve pH 8'de a^* değerlerinin pozitif yönde olduğu, b^* değerlerine bakıldığında sarı tonların hakim olduğu gözlemlendi. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda a^* değerinin pH 4'te pozitif yani kırmızı, pH 8'de negatif yani yeşilimsi olduğu gözlemlendi. b^* değerlerine bakıldığında her iki pH'da pozitif yönde olduğu belirlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamalarda a^* değeri pozitif yönde yani kırmızı tonlarda, b^* değerlerine bakıldığında pozitif yönde yani sarı tonlarının baskın olduğu gözlemlendi. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamalarda her iki pH'da a^* değerleri pozitif yönde yani kırmızı, b^* değerleri yine her iki pH'da pozitif değer aldığı yani sarı tonlarında olduğu belirlendi. Birlikte mordanlama yöntemi kullanılarak yapılan boyamalarda, Bakır-II-sülfat mordanı ile elde edilen bulgulara bakıldığında her iki pH'da a^* değerlerinin pozitif yönde olduğu belirlendi. b^* değerlerine bakıldığında sarı tonların baskın olduğu gözlemlendi. Demir-II-sülfat mordanı kullanılarak yapılan boyamalarda her iki pH 'da rengin yeşile kaydığı, b^* değerlerine bakıldığında ise pH 4'te daha yüksek olmakla beraber sarı tonlarında olduğu belirlendi. Şap mordanı kullanılarak yapılan boyamalarda a^* değerleri kırmızı rengin en baskın olduğu mordan türü olarak belirlendi. b^* değerine bakıldığında her iki pH'ta sarı tonların belirgin hale geldiği belirlendi. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamalarda

her iki pH’da kırmızı-yeşil eksenin pozitif yönde yani kırmızı tonların hakim olduğu gözlemlendi. b^* değerleri yine her iki pH’da pozitif yönde yani sarı tonlarda olduğu belirlendi. Önal-1 mordanı ile yapılan boyamalarda her iki pH’da kırmızı tonlarda olduğu, b^* değerlerine bakıldığında diğerlerine oranla daha baskın bir sarılık gözlemlendi. Son mordanlama yöntemi kullanılarak yapılan boyamalarda, Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan çalışmalarda her iki pH’da a^* değeri artarak kırmızılığın belirginleştiği gözlemlendi. b^* değerlerine bakıldığında sarı tonlarının baskın olduğu anlaşıldı. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda a^* değerlerine bakıldığında negatif değer aldığı rengin yeşile kaydığı tespit edildi. b^* değerleri yine her iki pH’da pozitif değer almış olduğu görüldü. Şap mordanı ile yapılan boyamalarda elde edilen bulgulara bakıldığında a^* değerinin her iki pH’da pozitif yönde olduğu, b^* değerlerine bakıldığında ise en yüksek sarı tonun elde edildiği gözlemlendi. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamalarda her iki pH’da a^* kırmızı-yeşil eksenin pozitif yönde değer aldığı, yine her iki pH’da sarı-yeşil eksenin pozitif yönde değer aldığı sarı tonları elde edildi. Önal-1 mordanı ile yapılan boyamalarda elde edilen sonuçlara bakıldığında a^* değerinin her iki pH’da pozitif olduğu, b^* değerinin yine her iki pH’da sarılığın baskın olduğu gözlemlendi. Mordansız boyama yöntemi kullanılarak yapılan boyamalarda L^* parlaklık yüksek, a^* değeri pozitif yönde, b^* değeri yüksek yani kırmızı ve sarı renklerin baskın olduğu belirlendi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanmış çam ahşaplarının farklı pH’larda ve farklı mordanlama yöntemlerine bağlı olarak $L^* a^* b^*$ değerleri Çizelge 3. 32.’de verilmiştir.

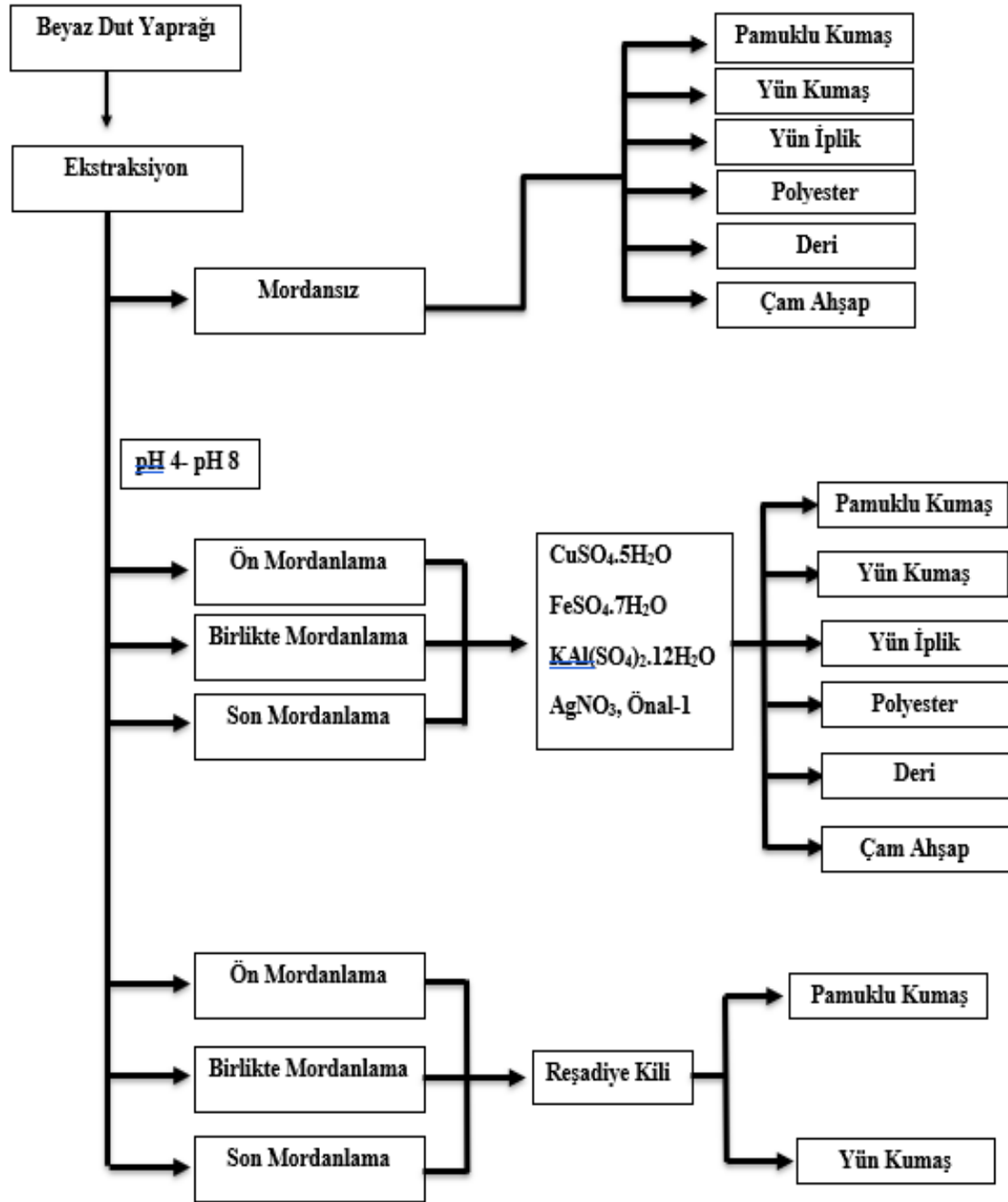
Çizelge 3. 32. Beyaz dut yağrağı ekstraktıyla boyanan çam ahşap materyallerinin $L^* a^* b^*$

Mordan	pH	L^*	a^*	b^*
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	4	68,4281	5,7653	37,4338
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	8	62,7787	4,0355	35,2429
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	4	53,2723	4,1804	26,8216
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	8	53,8472	3,4666	24,1779
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	4	71,1226	11,2237	44,9690
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$	8	69,3872	8,2383	44,3893
AgNO_3	4	48,0083	11,1197	25,0771
AgNO_3	8	44,9737	10,7022	22,1813
Önal-1	4	28,5204	3,6194	14,9820
Önal-1	8	26,9118	3,4006	12,3531
Mordansız	4	69,7084	11,0101	45,7620

Çizelge 3. 33. Beyaz dut yaprağının antioksidan sonuçları

	TEKRAR	FRAP ($\mu\text{mol TE/g fw}$)	ORTALAMA	STANDART SAPMA
Metanol	1	83,66	100,76	13
	2	115,16		
	3	103,44		
Hekzan	1	437,51	436,29	3,98
	2	430,92		
	3	440,44		
Etanol	1	232,38	240,93	6,11
	2	244,1		
	3	246,3		
Hekzan-EtilAsetat	1	405,27	406,98	3,5
	2	411,87		
	3	403,81		
Kloroform	1	420,66	423,83	6,11
	2	432,38		
	3	418,46		
EtilAsetat	1	373,04	383,05	7,81
	2	384,03		
	3	392,09		

Çizelge 3.33.'de beyaz dut yaprağı bitkisinin FRAP testiyle elde edilen 6 farklı ekstraktının antioksidan test sonucu görülmektedir. Çizelgeyi incelediğimizde FRAP test sonucuna göre en iyi ekstrakstın sonucu hekzan (436.29 $\mu\text{mol TE/g fw}$) ekstrakstı olduğu tespit edildi. Hekzan ekstraktından sonra sırasıyla Hekzan EtilAsetat (406,98 $\mu\text{mol TE/g fw}$), kloform (423.83) ve etil asetat (383.05 $\mu\text{mol TE/g fw}$) ekstraktların oldukça aktif olduğu görüldü. En az akitviteyi de sırasıyla etanol (240.9 $\mu\text{mol TE/g fw}$) ve metanol (100,76 $\mu\text{mol TE/g fw}$) olduğu belirlendi. Bitkinin apolar çözücülerde daha aktif olarak çalıştığı ölçülen FRAP testi ile tespit edildi. FRAP testi üç tekrarlı olarak trolox eşdeğeri hesaplanıp bulundu. Bu bitkinin antioksidan test sonucunun litratürdeki sonuçlar ile uyumlu olduğu görüldü.



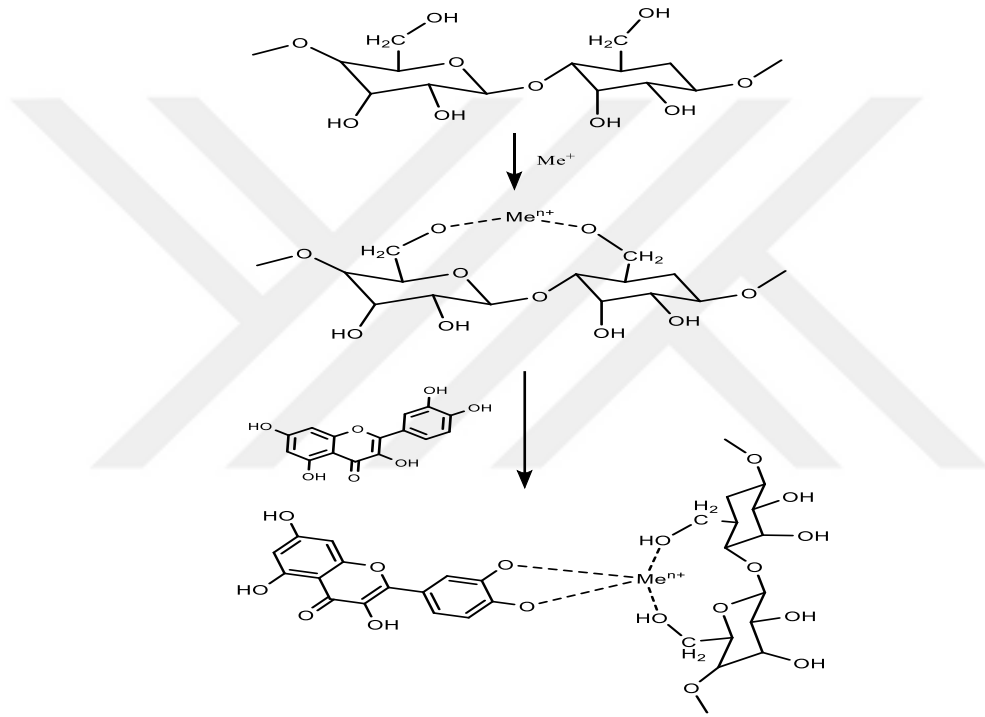
Şekil 3. 36. Boyama işlemlerinde izlenen yol

4. MORDANLAMA MEKANİZMALARI

4.1Ön mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması

Pamuk, selüloz birimlerinden oluşmaktadır. Ön mordanlamada önce metal katyonu selüloz birimindeki –OH grupları ile koordinatif bağ yapmakta; ikinci aşamada quercetin molekülündeki-OH grupları ile koordine kovalent bağ yaparak suda çözünmeyen kompleks molekül oluşmaktadır (Önal, 2022).

Beyaz dut yaprağı ekstraktı ile ön mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması Şekil 4.1.' de görülmektedir.

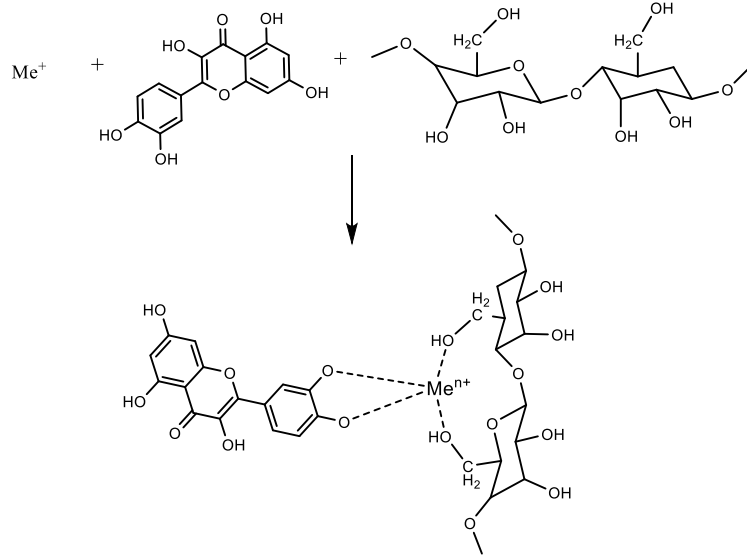


Şekil 4. 1. Pamuklu kumaşın quercetin ile ön mordanlama mekanizması

4.2 Birlikte mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması

Birlikte mordanlama yöntemiyle pamuklu kumaşı boyama işlemi tek basamakta gerçekleşir. İşlem sırası yoktur.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla birlikte mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması Şekil 4.2. da görülmektedir:

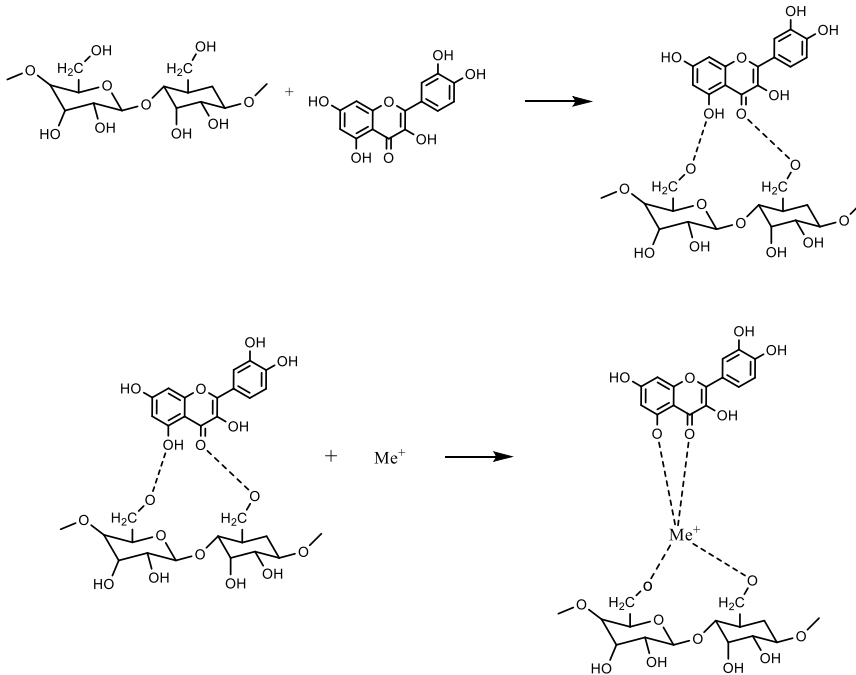


Şekil 4. 2. Pamuklu kumaşın quercetin ile birlikte mordanlama mekanizması

4.3 Son mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması

Son mordanlama yöntemiyle pamuklu kumaş boyama işlemi iki basamakta gerçekleşir. Selülozik elyaf önce boyar madde ile boyanır, daha sonra mordan olarak kullanılan metal katyonu ile mordanlanır. Pamuklu kumaşın esas rengi de son basamaktaki bağlanma ile ortaya çıkar (Önal, 2000).

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla son mordanlama yöntemi ile pamuklu kumaş boyama mekanizması Şekil 4.3'te görülmektedir:

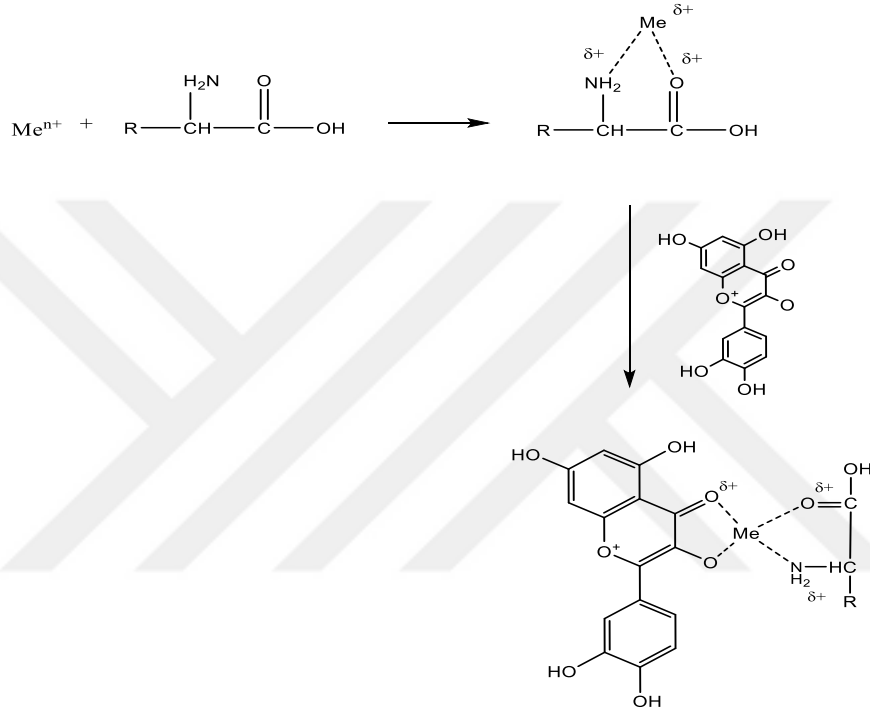


Şekil 4. 3. Pamuklu kumaşın quercetin ile son mordanlama mekanizması

4.4Ön mordanlama yöntemiyle yün kumaş boyama mekanizması

Burada metal katyonu önce yündeki amino asit molekülünün amino ($-\text{NH}_2$) ve karbonil ($-\text{COOH}$) grupları üzerinde koordine kovalent bağ yapmakta; ikinci aşamada boyar madde molekülü quercetinindeki $-\text{OH}$ grupları ile etkileşerek koordinasyonunu tamamlamakta ve suda çözünmeyen kompleks molekül oluşmaktadır (Önal, 2022).

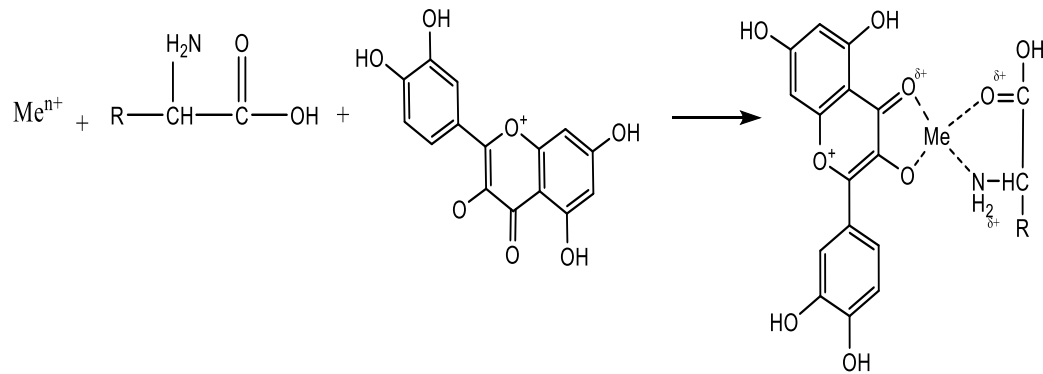
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla ön mordanlama yöntemi ile yün kumaş boyama mekanizması Şekil 4.4' te görülmektedir:



Şekil 4. 4. Yün kumaşın quercetin ile ön mordanlama mekanizması

Birlikte mordanlama yöntemi ile yün kumaş boyama mekanizması

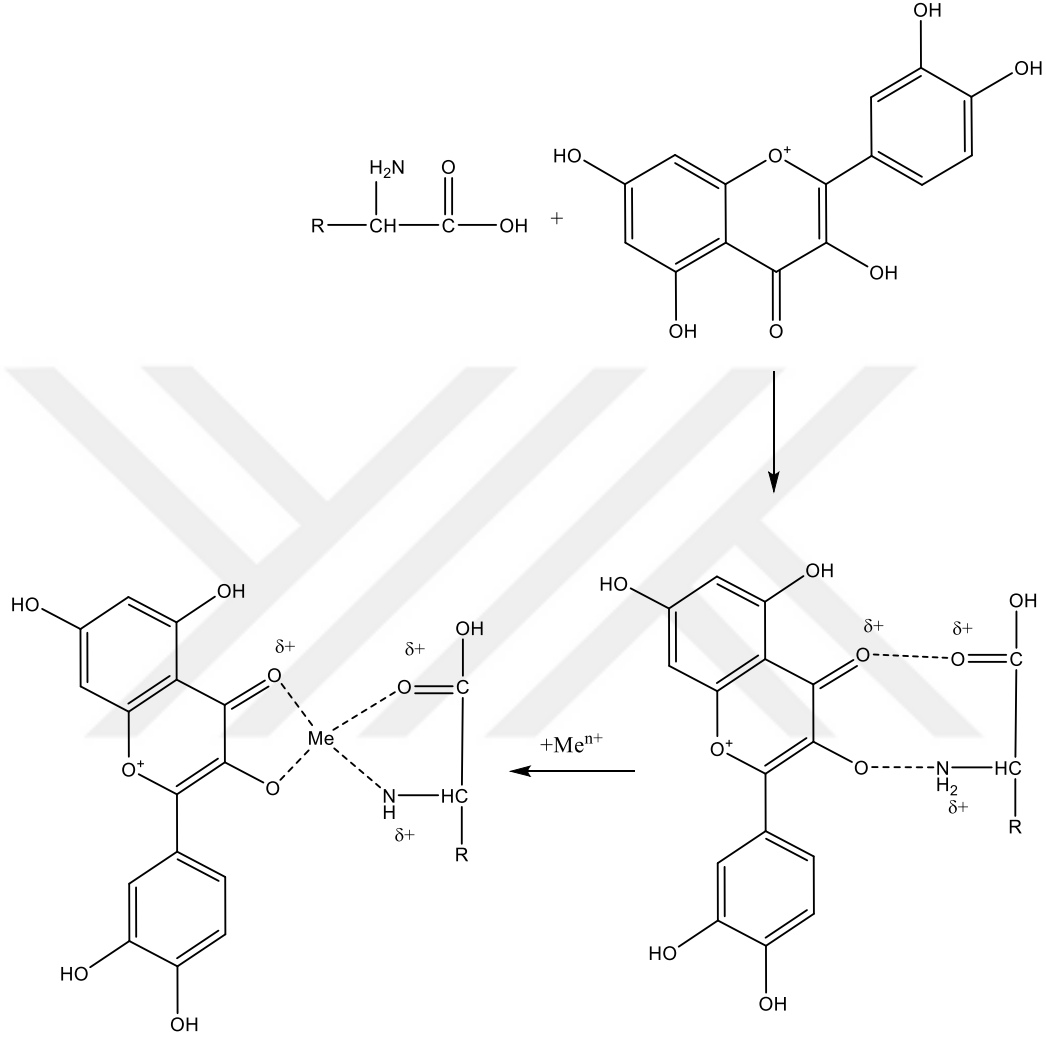
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla birlikte mordanlama yöntemi ile yün kumaş boyama mekanizması Şekil 4.5' te görülmektedir:



Şekil 4. 5. Yün kumaşın quercetin ile birlikte mordanlama mekanizması

4.4.1 Son mordanlama yöntemi ile yün kumaş boyanma mekanizması

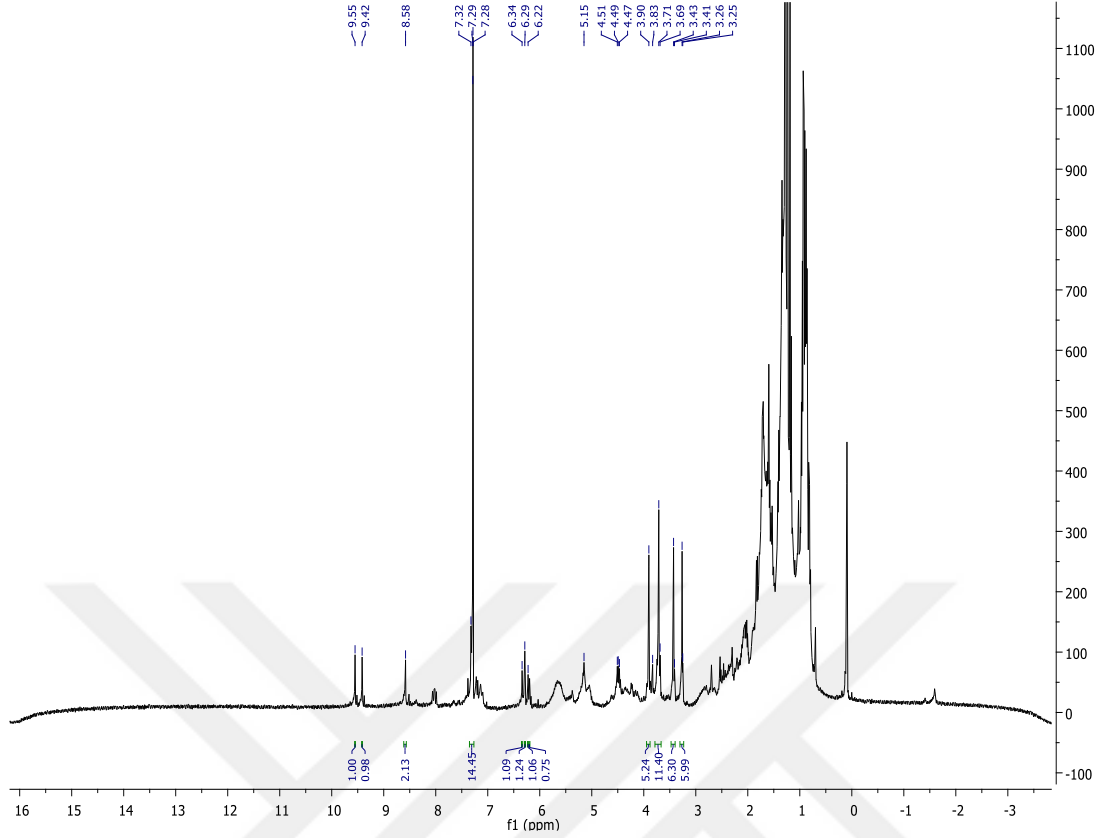
Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla son mordanlama yöntemi ile yün kumaş boyama mekanizması Şekil 4.6' te görülmektedir.



Şekil 4. 6. Yün kumaşın quercetin ile son mordanlama mekanizması

4.5 Beyaz dut yaprağının değişik çözücülerle elde edilen ekstraktlarının ¹H-NMR ve ¹³C-NMR Analiz Sonuçları

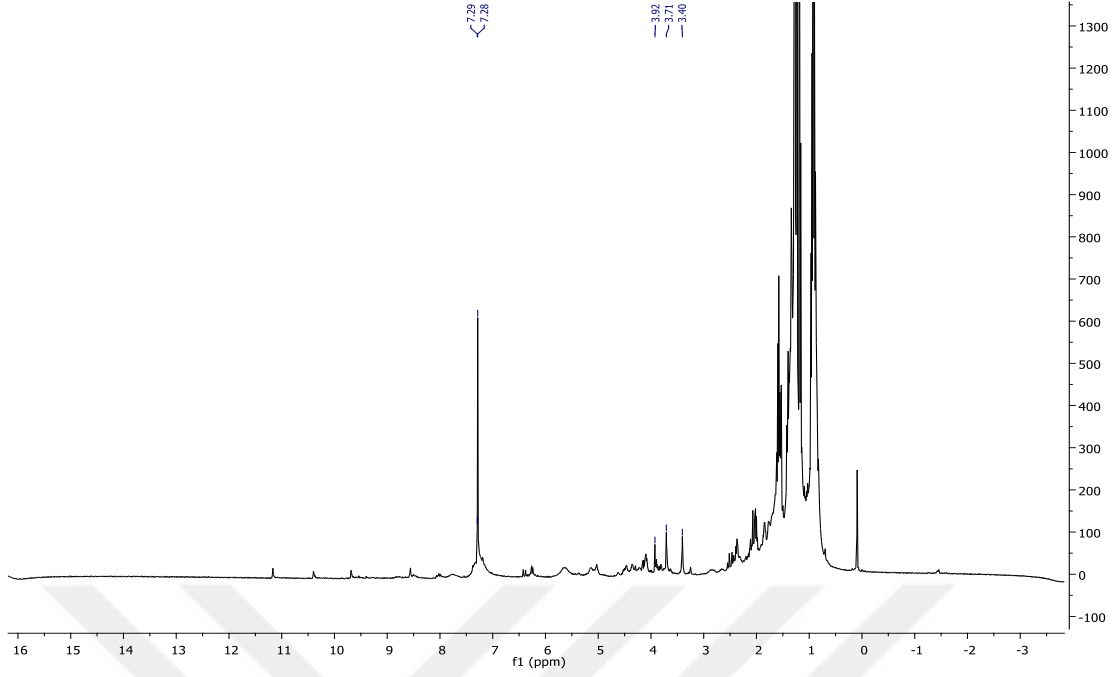
Beyaz dut yaprağının etanol çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ¹H-NMR spektrumu Şekil 4.7'te verilmiştir.



Şekil 4. 7. Beyaz dut yaprağının etanol çözücüsü ekstraktıyla ^1H -NMR spektrumu

Beyaz dut yaprağı rutin, kuersetin ve diğer flavonoid türevleri açısından zengindir. Bu bileşikler, aromatik bölgede (6-8 ppm) ve şeker bölgelerinde (3-5 ppm) belirgin pikler oluşturur. ^1H -NMR spektrumu, beyaz dut yaprağı ekstraktında bulunan bileşiklerin yapısal özelliklerini yansıtmaktadır. Spektrumda 3-5 ppm bölgesinde şeker türevlerine ve glikozit yapılarına işaret eden pikler, 6-8.8 ppm bölgesinde ise flavonoid ve fenolik bileşiklere özgü aromatik proton sinyalleri gözlemlenmiştir. Bu bulgular, beyaz dut yaprağında rutin ve kuersetin gibi flavonoidlerin yanı sıra şeker türevlerinin varlığını desteklemektedir.

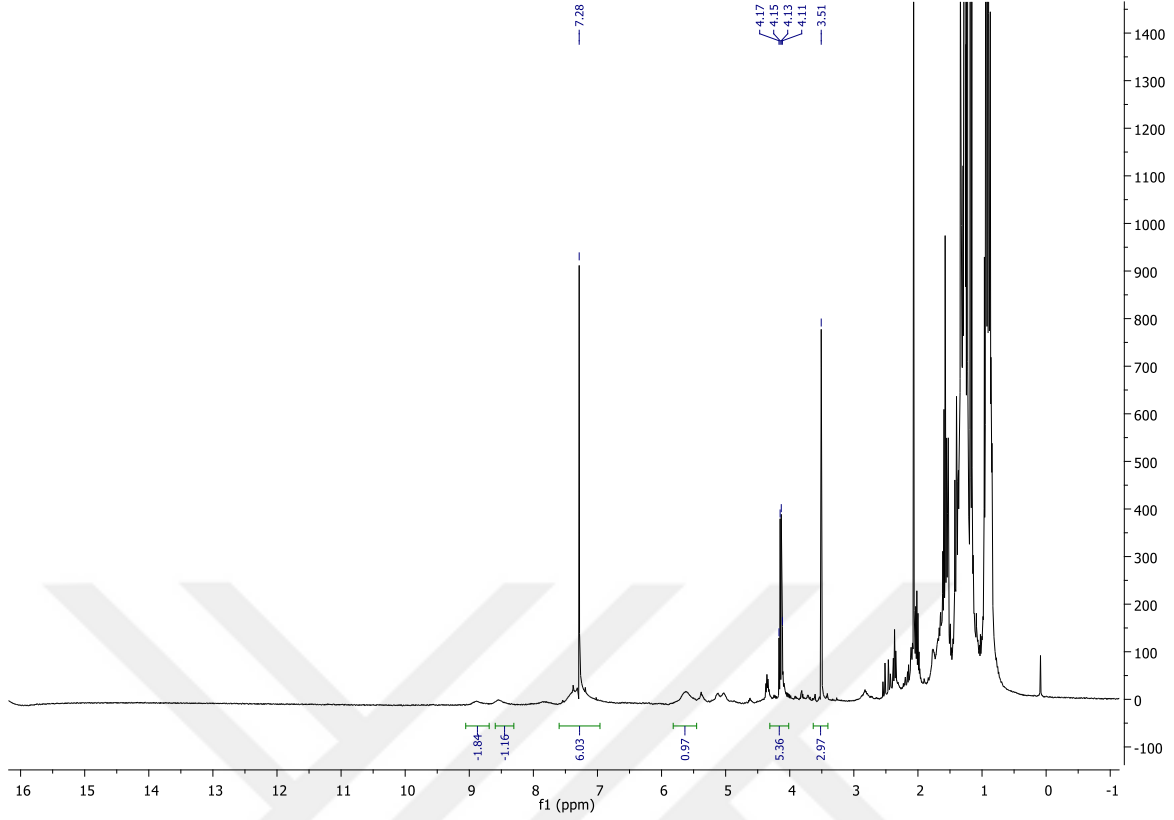
Beyaz dut yaprağının hekzan-etil asetat çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^1H -NMR spektrumu şekil 4.8’te verilmiştir.



Şekil 4. 8. Beyaz dut yaprağının hekzan-etilasetat çözücüsü ekstraktıyla ^1H -NMR spektrumu

Bu ^1H -NMR spektrumunda, 6.0–8.5 ppm aralığında aromatik protonlara ait sinyaller tespit edilmiş olup, bu sinyaller flavonoidler ve fenolik bileşiklerin varlığına işaret etmektedir. 3.0–5.5 ppm aralığında şeker türevlerine ait sinyaller gözlemlenmiş, özellikle 4-5 ppm civarında anomerik protonlara ait bir sinyal kaydedilmiştir. 0.6–3.0 ppm aralığında ise alifatik zincirlerin metil (CH_3) ve metilen (CH_2) gruplarına ait yoğun sinyaller tespit edilmiştir. Ayrıca, 7.0–12.0 ppm aralığında fenolik hidroksil grupları veya karboksilik asit protonlarına ait zayıf sinyaller gözlemlenmiştir. Bu sonuçlar, beyaz dut yaprağı ekstraktının flavonoidler, fenolik asitler, şeker türevleri ve alifatik bileşikler gibi biyolojik olarak aktif bileşenler içerdiğini göstermektedir.

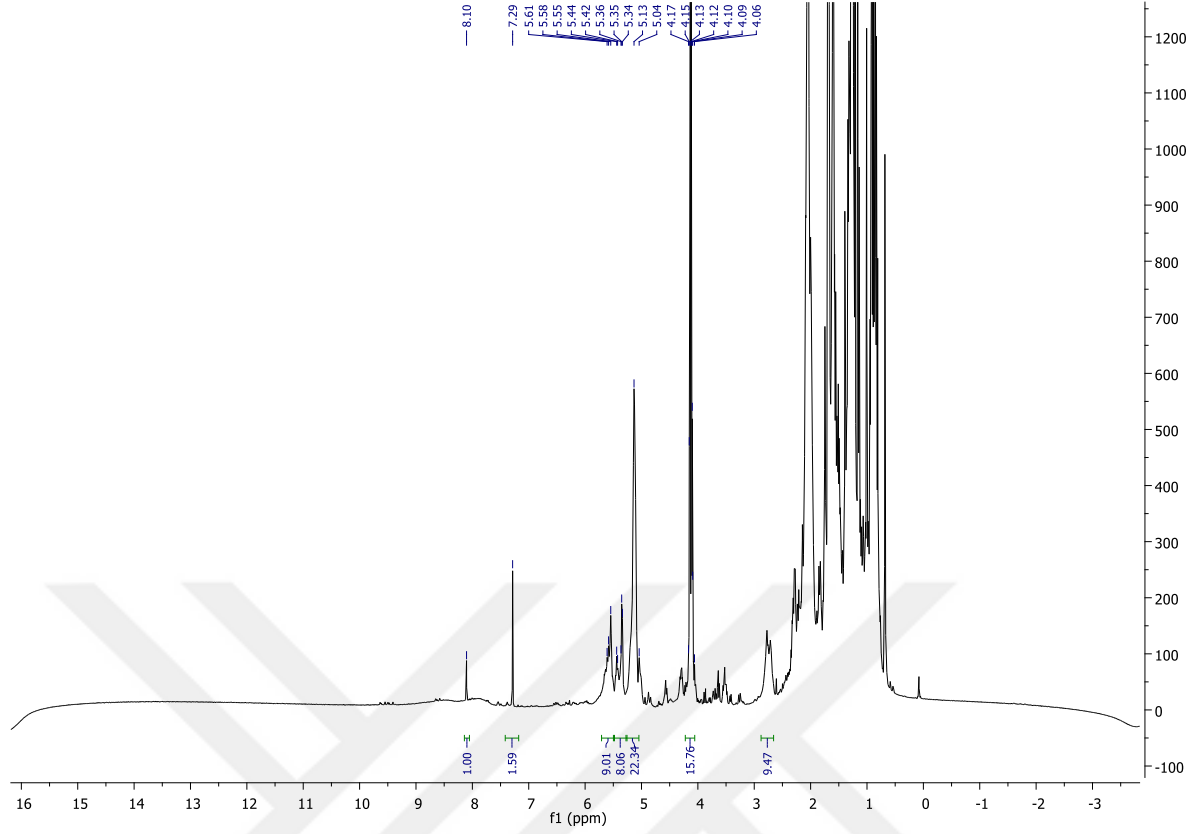
Beyaz dut yaprağının metanol çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^1H -NMR spektrumu Şekil 4.9.'da verilmiştir.



Şekil 4. 9. Beyaz dut yaprağının metanol çözücüsü ekstraktıyla yapılan ^1H -NMR spektrumu

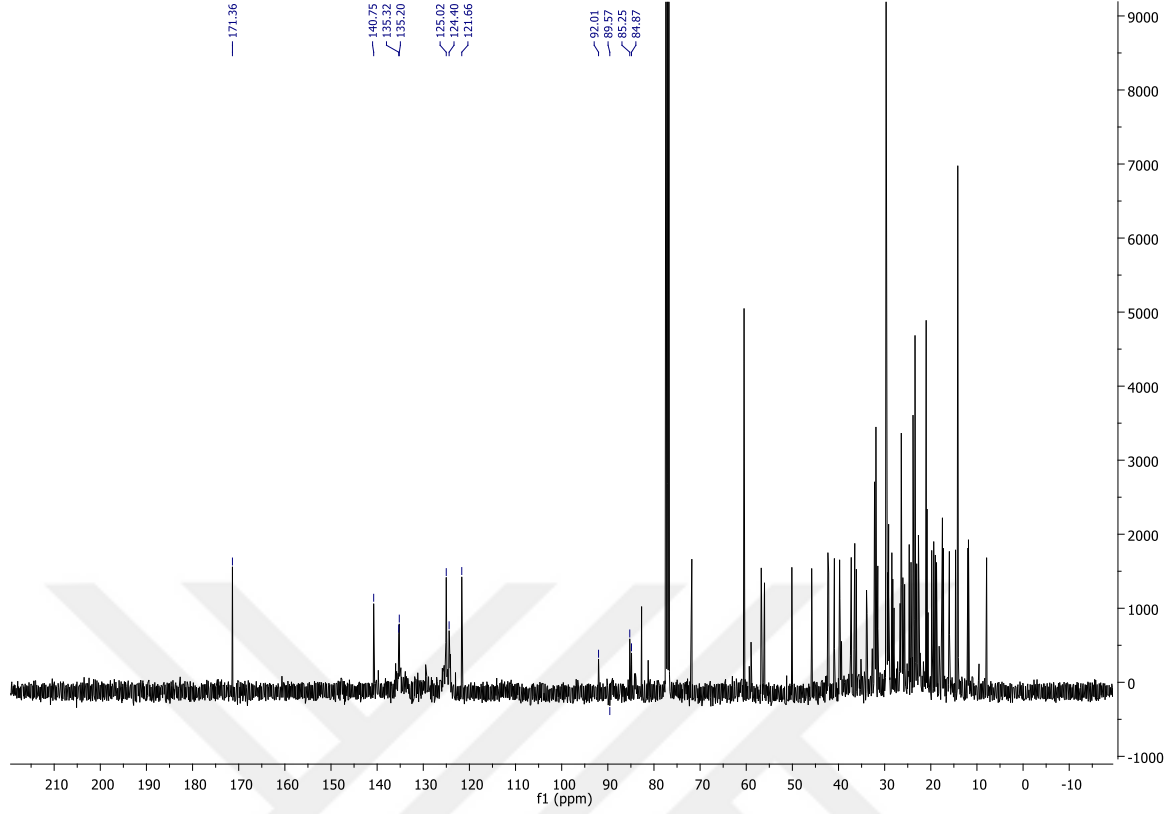
Bu Nükleer Manyetik Rezonans (NMR) spektrumunda, 7.0-8.9 ppm aralığında yer alan aromatik proton sinyalleri, dut yaprağında bulunan polifenolik bileşiklerin (örneğin flavonoidler ve fenolik asitler) varlığını ortaya koymuştur. Ayrıca, 3.0-5.5 ppm aralığında gözlemlenen sinyaller, şeker türevleri ve alkollere işaret etmektedir. 0.8-2.5 ppm aralığında ise doymuş yağ asitlerine ait sinyaller tespit edilmiştir. Analiz sonuçları, dut yaprağının fitokimyasal içeriğinin zengin olduğunu ve çeşitli biyoaktif bileşikleri barındırdığını göstermektedir.

Beyaz dut yaprağının hekzan çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^1H -NMR spektrumu Şekil 4.10.'de verilmiştir



Şekil 4. 10. Beyaz dut yaprağının hekzan çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ^1H -NMR spektrumu

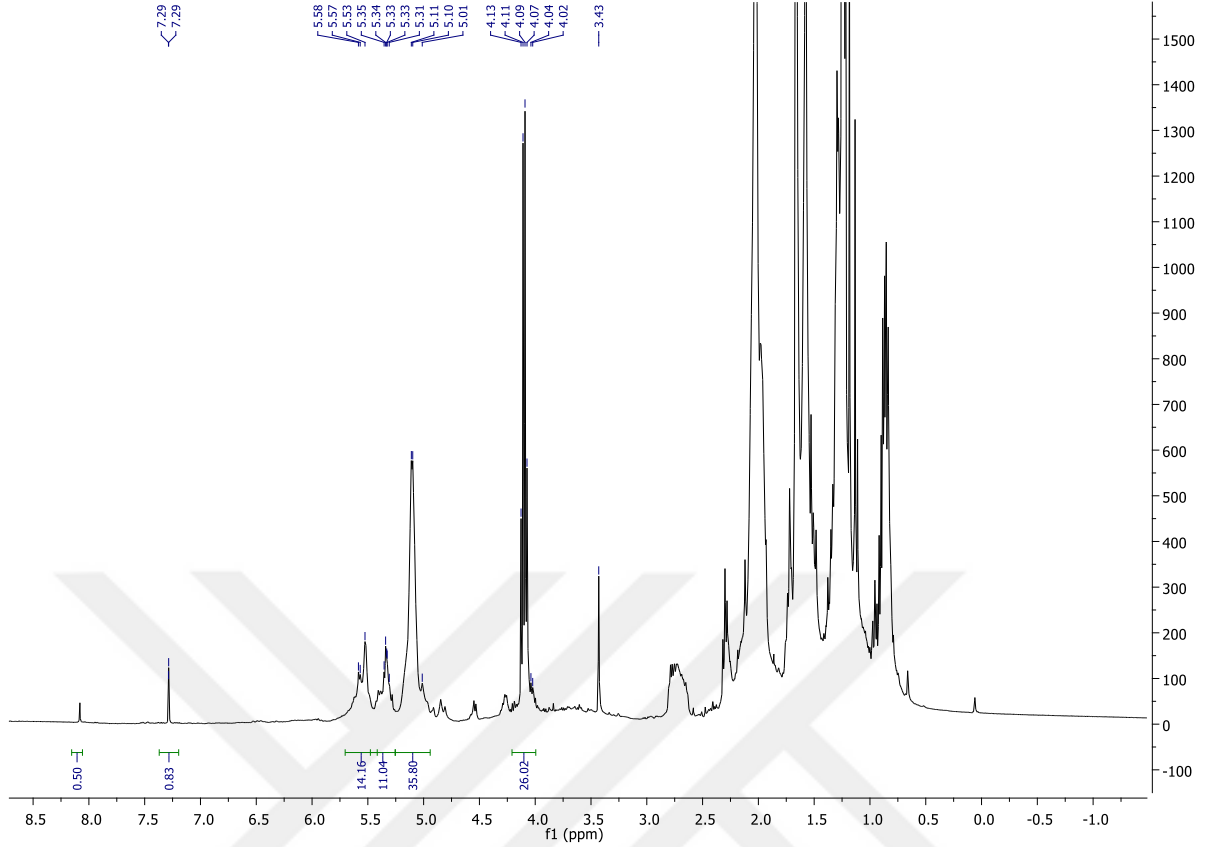
Bu ^1H -NMR spektroskopisindeki 7.2-8.3 ppm aralığındaki sinyaller, flavonoid ve fenolik asitlerin varlığını göstermektedir. 4-4.5 ppm aralığında şeker ve alkol gruplarına, 0.9-2.5 ppm aralığında ise doymuş yağ asitlerine ait sinyaller tespit edilmiştir. Bulgular, dut yaprağının zengin fitokimyasal içeriğini ve biyolojik potansiyelini ortaya koymaktadır. Beyaz dut yaprağının hekzan çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ^{13}C -NMR spektrumu Şekil 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4. 11. Beyaz dut yaprağının hekzan çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ^{13}C -NMR spektrumu

Bu Karbon-13 NMR (^{13}C NMR) spektrumunda 125-140 ppm aralığında aromatik karbonlara ait sinyaller, flavonoid ve fenolik bileşiklerin varlığını işaret etmektedir. 60-90 ppm aralığındaki sinyaller karbonhidrat yapılarındaki anomerik karbonlara işaret etmektedir. 10-50 ppm aralığında ise alifatik karbonların varlığı gözlemlenmiştir. Elde edilen veriler, dut yaprağının zengin bir karbon içerikli biyoaktif bileşikler barındırdığını göstermektedir. Bu sonuçlar, dut yaprağının fitokimyasal özelliklerinin belirlenmesine ve potansiyel kullanım alanlarına katkı sağlamaktadır.

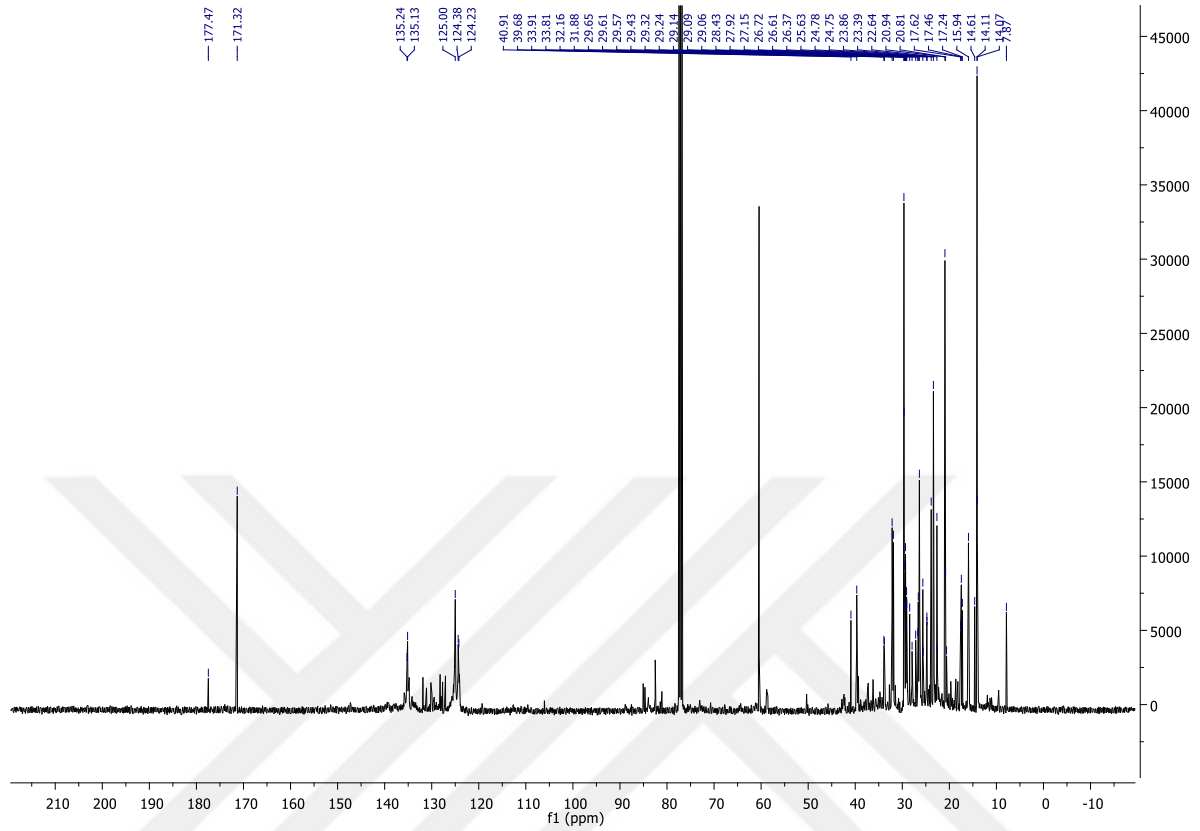
Beyaz dut yaprağının kloroform çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^1H -NMR spektrumu Şekil 4.12.'da verilmiştir.



Şekil 4. 12. Beyaz dut yaprağının kloroform çözücüsü ekstraktıyla elde edile ^1H -NMR spektrumu

NMR Spektrumunda görülen kimyasal kayma değerleri ve pik alanları, beyaz dut yaprağının polifenoller, şekerler, organik asitler ve lipidler gibi biyoaktif bileşenler içerdiğini göstermektedir. NMR analizi, çözelti formundaki ekstraktın 400 MHz frekansında kaydedilmiştir. Kimyasal kayma değerleri (ppm), TMS (tetrametilsilan) referansına göre belirlenmiştir. 7.2-7.0 ppm de aromatik hKAlalara sahip polifenoller, özellikle flavonoidler bu bölgede sinyal vermiştir. 5.8- 5.0 ppm de anomerik protonları temsil eden sinyaller, ekstraktın monosakkarit ve oligosakkaritler içerdiğini göstermektedir. 4.0-4.6 ppm de şeker zincirlerinin hidroksil gruplarına ait sinyaller ve glukoz gibi şekerlerin varlığı tespit edilmiştir. 0.7-2.8 ppm de lipid yapısındaki alifatik zincirlere ait karakteristik pikler bu bölgede görülmektedir. 3.5 ppm civarında yoğun bir sinyal tespit edilmiştir; bu, glukoz ve diğer karbonhidrat türlerinin varlığını işaret etmektedir. 0.8-1.8 ppm aralığında tespit edilen sinyaller, uzun zincirli alifatik yapıdaki lipidlerin varlığını desteklemektedir.

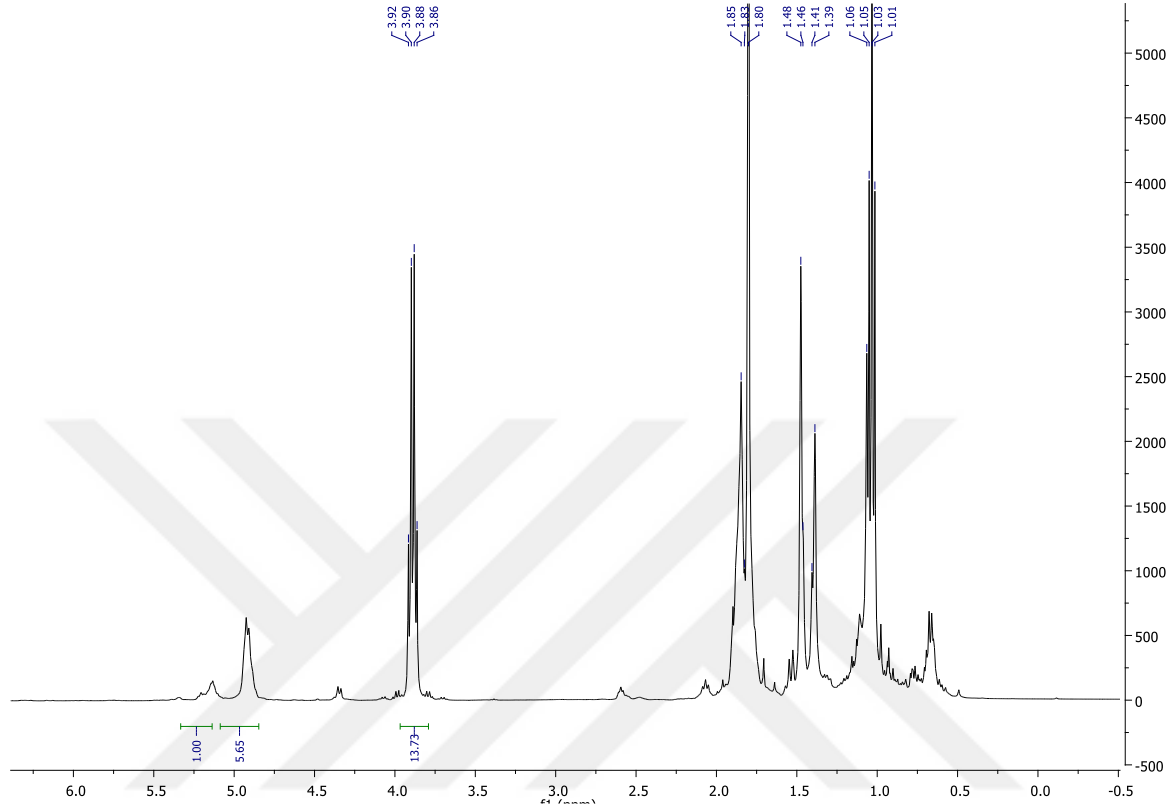
Beyaz dut yaprağının metanol çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^{13}C -NMR spektrumu Şekil 4.13’da verilmiştir.



Şekil 4. 13. Beyaz dut yaprağının metanol çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ^{13}C -NMR spektrumu

Karbon-13 NMR, özellikle organik bileşiklerin karbon atomlarını ve çevresindeki elektron yoğunluğunu ortaya koyar. Beyaz dut yaprakları, biyoaktif bileşenler içermesi sebebiyle farmasötik ve gıda sektöründe dikkat çeken bitkisel materyallerden biridir. Bu çalışmada, dut yaprağı örneğine ait karbon-13 NMR spektrumu analiz edilmiştir. 178–170 ppm de genellikle karbonil karbonları ($\text{C}=\text{O}$) temsil eder. Spektrumda 170 ppm civarında bir pik görülmektedir; bu, ester veya asit gruplarından bir karbonil karbonuna işaret edebilir. 138–124ppm de aromatik karbonların ($\text{C}=\text{C}$) yer aldığı bölgedir. 85–30 ppm deki Sp^3 hibritleşmiş karbon atomlarına ($\text{C}-\text{OH}$ veya $\text{C}-\text{N}$ bağları) işaret eder. Bu aralıkta yoğun piklerin varlığı, dut yaprağında bulunan şeker birimleri veya alifatik KAlollerle uyumludur. 40–15 ppm de alifatik hidrokarbonlara ($\text{C}-\text{H}$) ve metil/milen gruplarına işaret eder. Spektrumda 30 ppm civarındaki yoğun pikler, yağ asitlerinin veya alifatik uzun zincirlerin varlığını gösterebilir.

Beyaz dut yaprağının etil asetat çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^1H -NMR spektrumu Şekil 4.14.'de verilmiştir.

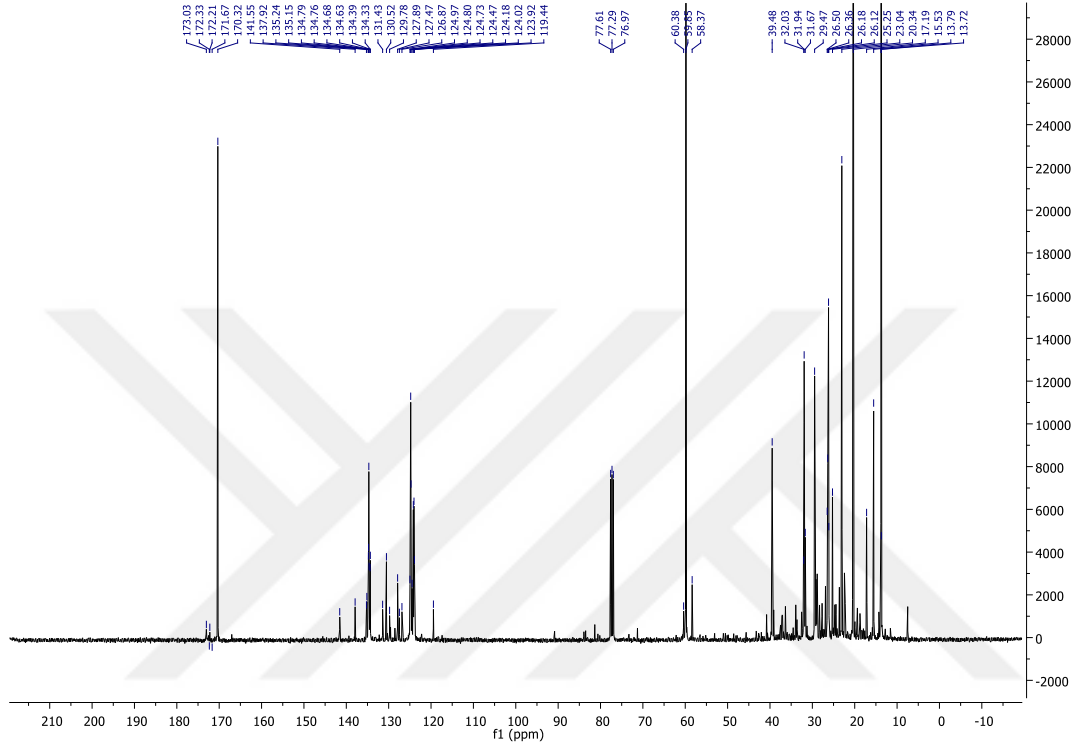


Şekil 4. 14. Beyaz dut yaprağının etil asetat çözücüsü ekstraktıyla elde edilen ^1H -NMR spektrumu

^1H -NMR spektrumdaki 5.5–4.8 ppm deki pikler, genellikle anomerik protonlar veya KAlenik protonlar için karakteristiktir. Bu bölgede görülen pikler, dut yaprağındaki şeker türevlerini veya karbonil bileşiklerle ilişkili protonları işaret etmektedir. 4.2–3.8 ppm deki pikler, genellikle alifatik KAloller (C-OH) veya eterik bağlarla çevrili protonlarla ilişkilidir. Bu, dut yaprağında bulunan flavonoid glikozitlerin varlığına işaret edebilir. 2.6–1.0 ppm deki alifatik metil ve metilen gruplarını (CH_3 , CH_2) temsil eden bu bölgedeki yoğun sinyaller, dut yaprağında bulunan yağ asitlerinin veya lipid türlerinin varlığıyla ilişkilendirilebilir. 1.0–0.5 ppm deki doymuş hidrokarbonların metil gruplarına (CH_3) karşılık gelir. Bu, uzun zincirli doymuş bileşenlerin varlığını destekler. Dut yaprağının kimyasal yapısı flavonoidler ve fenolik asitler içerir. Özellikle 5.4–4.8 ppm bölgesindeki pikler bu bileşiklerle uyumludur. Bitkisel kaynaklı şeker türevlerine işaret eden 3.8–3.6 ppm bölgesindeki pikler, dut yaprağı örneğiyle örtüşmektedir. Alifatik bölgelerdeki

yoğun sinyaller, beyaz dut yaprağında bulunan uzun zincirli yağ asitlerinin varlığını gösterir.

Beyaz dut yaprağının etil asetat çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^{13}C -NMR spektrumu Şekil 4.15’de verilmiştir.



Şekil 4. 15. Beyaz dut yaprağının etil asetat çözücüsüyle elde edilen ekstraktının ^{13}C -NMR spektrumu

^{13}C -NMR analizi D_2O de yapılmıştır. Spektrumdaki piklerin integralleri ve pozisyonları, dut yaprağındaki kimyasal bileşenlerin tanımlanması için referans verilerle karşılaştırılmıştır. 185–170 ppm deki karbonil karbonları ifade eden yoğun pikler, ketonlar, esterler ve karboksilik asitler gibi karbonil gruplarına işaret etmektedir. Dut yaprağı flavonoidleri ve fenolik asitlerinin bu bölgede sinyaller vermesi beklenir. 145–117 ppm Aromatik karbonlar ve $\text{C}=\text{C}$ Çift Bağlar spektrumun bu bölgesi, aromatik hKAlalar ve doymamış karbon atomlarını temsil eder. 125–145 ppm arasında gözlemlenen pikler, flavonoid ve fenolik yapıların aromatik karbonlarını göstermektedir. Dut yaprağının kimyasal bileşenlerinde sıkça bulunan kersetin, rutin gibi bileşiklerin aromatik yapılarına işaret eder. 90–58 ppm Sp^3 Hibritleşmiş Karbonlar - C-OH , C-N için gözlemlenen piklerdir. Şeker türevleri veya glikozit yapılarındaki karbonlara karşılık

gelmektedir. Beyaz dut yaprağı içeriğinde bulunan glikozitler, bu kimyasal kayma aralığında belirgin sinyaller verir. 40–14 ppm alifatik Karbonlar – CH₃, CH₂, CH için görülen yoğun sinyaller, alifatik zincirlerin varlığına işaret etmektedir. Özellikle 20-30 ppm civarındaki pikler, lipidler veya uzun zincirli yağ asitlerini göstermektedir. Beyaz dut yaprağında bulunan bu tür bileşikler, antioksidan özelliklere katkı sağlar.

4.6 LC-MS/MS Analiz Sonuçları

Beyaz dut yaprağının bileşenleri LC-MS/MS ile ayrıştırılmış, tanımlanmış ve nicel analizi yapılmıştır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4. 1. Beyaz dut yaprağı ekstraktının LC MS/MS değerleri verilmiştir.

Bileşik	RT	EB-ETH (mg/gr eks)	EB-H-EA (mg/gr eks)	EB-METH (mg/gr eks)	EB-H (mg/gr eks)	EB-C (mg/gr eks)	EB-EA (mg/gr eks)
Gallic acid	2,721	0,003	ND	ND	ND	ND	ND
Protocatechuic acid	5,35	ND	ND	ND	0,002	0,01	0,01
Chlorogenic acid	6,88	0,001	0,001	0,005	0,011	0,702	0,24
Hydroxybenzaldehyde	7,65	0,001	ND	0,006	0,011	0,011	0,015
Vanillic acid	7,297	0,032	ND	ND	ND	ND	0,189
Caffeic Acid	7,984	0,001	0,001	0,001	0,004	0,039	0,013
Vanillin	8,537	ND	ND	ND	0,003	0,019	0,014
o-coumaric acid	9,902	ND	ND	ND	0,009	ND	0,038
Salicylic Acid	9,042	ND	ND	ND	ND	ND	0,041
Trans-ferulic acid	10,237	0,004	0,004	0,004	0,012	0,009	0,054
Hesperidin	11,859	ND	ND	ND	0,042	0,749	8,365
Coumarin	11,236	ND	ND	ND	ND	ND	0,078
Isoquercitrin	11,781	ND	ND	0,003	0,017	0,325	0,645
Rutin	12,438	ND	ND	ND	ND	0,049	ND
Kaempferol-3-glucoside	13,055	ND	ND	ND	0,004	0,01	ND
Fisetin	13,444	0,002	0,002	0,002	0,003	ND	ND
Trans-cinnamic acid	14,255	ND	ND	ND	0,007	ND	ND
Naringenin	15,277	0,004	0,004	0,004	0,004	ND	ND
Hesperetin	15,832	0,002	0,002	0,002	0,002	ND	ND
Kaempferol	16,186	0,012	0,012	0,012	0,014	0,012	0,015

Bu analizdeki sonuçlara göre, **Hesperidin** özellikle EB-C ve EB-EA ekstraktlarında en yüksek konsantrasyon değerlerini göstermiştir. Özellikle EB-EA'da 8,365 mg/gr eks gibi oldukça dikkat çekici bir sonuç elde edilmiştir. Bu, Hesperidin'in analiz edilen bileşikler arasında öne çıktığını ve bu ekstraktların önemli bir bileşiği olduğunu göstermektedir.

Bunu takiben, izokuersetin, hem EB-C (0,325 mg/gr eks) hem de EB-EA (0,645 mg/gr eks) ekstraktlarında kayda değer bir yoğunluk göstermiştir. Benzer şekilde, Vanilik asit EB-ETH (0,032 mg/gr eks) ve EB-EA (0,189 mg/gr eks) değerleriyle diğer bileşiklere kıyasla anlamlı bir düzeyde bulunmuştur.

Diğer öne çıkan bileşiklerden biri Trans-Sinamik acid olup, EB-EA'da 0,007 mg/gr eks değerine ulaşmıştır. Bunun yanında Kaempferol, EB-C ve EB-EA'da 0,012 mg/gr eks ile belirgin bir sonuç sergilemiştir.

En düşük konsantrasyonlara sahip bileşikler arasında ise o-kumarik asit ve Rutin gibi bileşikler bulunmaktadır. Örneğin, o-coumaric acid yalnızca EB-H'de 0,009 mg/gr eks değerinde bulunmuştur. Rutin ise yalnızca EB-C'de 0,049 mg/gr eks olarak saptanmıştır.

4.7 Beyaz Dut Yaprağı Ekstraktı ile Boyanmış Çeşitli Tekstil Materyallerinin Antibakteriyel Özellikleri

Antimikrobiyal tekstiller konusunda dünyada ilgili sektörlerin bilinçlenmesi ve ticari fırsatların artması dünyada bu alandaki araştırmaların hızını artırdığı gözlemlenmektedir. Endüstride, uygulanabilen antibakteriyel ajanların kumaşa dahil edilmesi yanısıra, doğal maddelerin de gerek değişik renk spektrumları elde edilebilmesi ve sentetik maddelerin yan etkileri gibi nedenlerle tercih edildiğinden, bitkisel kaynaklı araştırmalar önem taşımaktadır. Sadece antimikrobiyal özelliği değil, rengi, dayanıklılığı farklı kamu alanlarında kullanım sağlayabilmektedir. Sağlık sektöründe hastahane personel ve hasta kullanım materyallerinde, askeri ve halkın güncel hayattaki korunaklı giyim eşyalarında tercih edilebilmektedir. Birçok ticari alandaki ar-ge araştırmaları, artık bu tür malzemelere odaklanmıştır. Kumaşları dayanıklılıklarını artırmak, çeşitli renk skalalarının elde edilebilmesi ve olası mikrobiyal kolonizasyonlarını engellemek, haşereden korunma ve istenmeyen kokuların önlenmesi amaçlı bitkisel tarih öncesinden günümüze dek kullanılagelmiştir. Yine örneğin bakır ve klorlu mumların bir karışımı kumaşlarda geçirgenliğini azaltıcı etki, bulaşıcı hastalıklardan korunma amaçlarıyla kullanılmıştır (Samanta ve Konar, 2011).

Benzeri amaçlarla, kimyasal yan etki riskleri az olan daha güvenli doğal antimikrobiyal bileşiklerle işlenmiş tekstil kavramı gündemini gelecekte de koruyacaktır.

4.8 Materyal ve Metod

4.8.1 Bakteri Kùltürlerinn Hazırlanması

Stok bakteri suşlarının; Gram-positive, *Streptococcus epidermidis* (ATCC®12228), *Staphylococcus aureus* (ATCC® 25923 ve Gram-negatifler, *Serratia marcescens* (ATCC® 8100), *Escherichia coli* (ATCC® 25922), *Enterobacter faecalis* (ATCC®23355), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC® 27853) ve *Proteus mirabilis* (ATCC®13315) aktivasyonları için kùltürler Nutrient Broth'a ekimleri yapılarak 36 °C de 18 saat inkübe edildi(10^6 kob / ml). Sterilize edilen (121 °C 15 dk otoklav) ve sonrasında 45-50 °C ye kadar soğutulan Nutrient Agar (LABM) ortamı steril petri kutularına 15'er mL dağıtıldı ve sonra inkübatör içerisinde (37 °C) bir gece kontaminasyon testine tabi tutuldu.

Antibakteriyel Testler

Tekstil materyal örneklerinin antibakteriyel aktivitelerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen testlerde büyüme ortamı için Muller Hilton Agar (MHA, LAB39) kullanıldı. Muller Hinton Broth (MHB) 5 mL sıvı besi ortamında (18 saat 37 °C) aktifleştirilerek testler için hazırlanan kùltürlerden 100 µL bakteri örnekleri 4–5 mL sıvı besiyerinde süspanse edilerek hazırlandı ve her bir süspanسیون 0,5 Mc Farland standart tûpüne karşı steril serum fizyoloji ile ayar edildi. Her bir bakteri türünün hazırlanan bu kùltürlerinden aseptik şartlarda 0,1 mL alınarak MHA içeren petrilere yayma yöntemi ile aseptik şartlarda ekildi. Sonrasında, ekimi yapılan petrilere mümkün olan eşit aralıklarla yaklaşık 0,3-0,4 cm kare tekstil örnekleri aseptik şartlarda yerleştirildi. Pozitif kontrol amaçlı gram pozitif ve negatif bakterilere etkili standart antibiyotik diskler kullanıldı. Tüm tekstil örneklerinin antibakteriyel deneyleri iki tekrarlı olarak gerçekleştirildi. Hazırlanan deney petrilere 36 -37 °C' de 24 saat, inkübe edilerek inkübasyon sonrasında inhibisyon etkileri gözlemlenerek kaydedildi.

Çizelge 4. 2. Beyaz Dut yaprağı ekstraktıyla boyanan yün kumaşlarının antibakteriyel etkileri aşağıda verilmiştir.



	Ag		Fe		Cu		Şap	
Bakteri Türleri	pH							
	4	8	4	8	4	8	4	8
<i>Streptococcus epidermidis</i> (ATCC®12228)	+	+	+	-	+	-	+	+
<i>Staphylococcus aureus</i> (ATCC® 25923)	++	++	++	+	-	++	+	+
<i>Serratia marcescens</i> (ATCC® 8100)	++	++	-	-	-	-	-	-
<i>Enterobacter faecalis</i> (ATCC®23355)	++	++	++	++	+	+	+	+
<i>Proteus mirabilis</i> (ATCC®13315)	++	++	+	+	+	++	+	+
<i>Escherichia coli</i> (ATCC® 25922)	++	++	+	-	+	+	+	+
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (ATCC® 27853)	+	+	-	-	+	+	+	+

Yünlü tekstil malzemelerine uygulanan deney sonuçlarında en etkili antibakteriyel tekstil örnekleri sırasıyla Ag, Cu, Fe ve şap uygulanmışlarda gözlemlendi. En duyarlı bakteri türü olarak *Enterobacter faecalis*, en dirençli bakteri türü ise, Ag uygulamalı yünlü tekstil örneği haricinde, *Serratia marcescens* olarak gözlemlendi (Çizelge 4. 2.).

Çizelge 4. 3. Beyaz Dut yaprağı ekstraktıyla boyanan pamuklu kumaşların antibakteriyel etkileri

	Ag		Fe		Cu		Şap	
Bakteri Türleri	pH							
	4	8	4	8	4	8	4	8
<i>Streptococcus epidermidis(ATCC®12228)</i>	+++	++	-	-	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus (ATCC® 25923)</i>	++	+++	-	+	++	++	+	+
<i>Serratia marcescens (ATCC® 8100)</i>	+	++	-	-	-	-	-	-
<i>Enterobacter faecalis (ATCC®23355)</i>	++	+++	-	-	-	-	-	-
<i>Proteus mirabilis (ATCC®13315)</i>	++	++	+	+	-	-	-	-
<i>Escherichia coli (ATCC® 25922)</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa (ATCC® 27853)</i>	+++	+++	++	+	++	+	+	++

Beyaz dut yaprağı özütünün Ag, Fe, Cu ve şap ile uygulanan pamuklu tekstil malzeme örneklerinin antibakteriyel testlerinde Ag uygulanmış örneklerde en güçlü etki gözlenirken, Fe ve Cu birbirine benzer etki göstermiştir. En duyarlı bakteriyel tür

Pseudomonas aeruginosa ve ikinciolarak *Staphylococcus aureus* gözlemlendi. En dirençli bakteriyel tür olarak *Escherichia coli* gözlemlendi (Çizelge 4.3.).

Çizelge 4. 4. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan deri materyallerinin antibakteriyel etkileri aşağıda verilmiştir



	Ag		Fe		Cu		Şap	
Bakteri Türleri	pH							
	4	8	4	8	4	8	4	8
<i>Streptococcus epidermidis</i>	++	++	+	+	++	++	++	++
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Serratia marcescens</i>	++	++	-	-	+	-	+	-
<i>Enterobacter faecalis</i>	+++	++	++	++	+	+	+	+
<i>Proteus mirabilis</i>	++	++	+	+	+++	+++	++	++
<i>Escherichia coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	++	++	+	-	++	++	++	++

Deri tekstil malzemelerine uygulanan deney sonuçlarında en etkili antibakteriyel aktivite *Proteus mirabilis*'de Cu örneklerinde büyüme inhibisyonu olarak gözlenirken, ikinci olarak *Enterobacter faecalis* benzer duyarlılık Ag'de gözlemlendi. Genelde Cu ve Ag deri tekstil örneklerinde daha belirgin antibakteriyel etki gözlemlendi (Çizelge 4.4.).

4.8.2 Pantone Color Guide Renk Kodları

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla yapılan ön mordanlama, birlikte mordanlama, son mordanlama yöntemleri kullanılarak ve Bakır-II-sülfat, Demir-II-sülfat, şap, Reşadiye kili, gümüş nitrat, Önal-1 mordanlarıyla ve farklı pH değerlerinde boyanan materyallerin renk kodu, pantone color guide renk atlası ile belirlendi (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4. 5. Boyanan materyallerin pantone color quide renk kodları

	Mordan	pH	ÖN MORDANLAMA	BİRLİKTE MORDANLAMA	SON MORDANLAMA
Pamuk Kumaş	CuSO ₄ .5H ₂ O	4	13-0715	15-1132	13-0513
	CuSO ₄ .5H ₂ O	8	12-0806	16-1133	12-0408
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4	13-1006	17-1028	13-0907
	FeSO ₄ .7H ₂ O	8	16-3800	13-1107	13-1010
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	4	17-1223	13-3405	12-0605
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	8	13-1009	12-0910	12-0703
	AgNO ₃	4	17-1605	15-1607	17-1516
	AgNO ₃	8	19-1606	18-3211	19-3316
	Reşadiye kili	4	14-1116	13-0915	12-0806
	Reşadiye kili	8	15-1132	13-0915	11-0510
	ÖNAL-1	4	-	14-0721	-
	ÖNAL-1	8	-	14-0626	-
	Mordansız	-	12-0804		
Yün kumaş	CuSO ₄ .5H ₂ O	4	14-0935	14-0627	17-0929
	CuSO ₄ .5H ₂ O	8	15-0730	16-0726	16-0532
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4	15-0927	15-1132	18-0724
	FeSO ₄ .7H ₂ O	8	17-1320	16-1118	17-1028
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	4	14-1038	14-1038	15-1132
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	8	16-0946	14-1036	14-0827
	AgNO ₃	4	18-0928	18-1033	18-0933
	AgNO ₃	8	18-0820	18-1018	18-0933
	Reşadiye kili	4	17-1047	15-0927	15-0927
	Reşadiye kili	8	14-1031	15-0927	13-0922
	ÖNAL-1	4	-	14-0925	-
	ÖNAL-1	8	-	14-0925	-
	Mordansız	-	14-1025		
Yün iplik	CuSO ₄ .5H ₂ O	4	16-1126	17-0535	16-1133
	CuSO ₄ .5H ₂ O	8	15-0525	16-0726	16-0726
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4	17-1045	17-1028	18-0830
	FeSO ₄ .7H ₂ O	8	16-0726	15-0719	17-1045
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	4	17-1047	16-1139	14-1031
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	8	17-0949	15-1132	14-1031
	AgNO ₃	4	16-1326	18-1028	18-0933
	AgNO ₃	8	19-0815	19-0712	18-0937
	ÖNAL-1	4	-	18-0525	-
	ÖNAL-1	8	-	17-0620	-
	Mordansız	-	14-1025		

Çizelge 4. 5. (Devamı) Boyanan materyallerin pantone color quide renk kodları

	Mordan	pH	ÖN MORDANLAMA	BİRLİKTE MORDANLAMA	SON MORDANLAMA
Polyester	CuSO ₄ .5H ₂ O	4	12-5202	14-1107	12-0110
	CuSO ₄ .5H ₂ O	8	12-5202	13-0613	Kas.01
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4	14-1112	12-0105	12-0807
	FeSO ₄ .7H ₂ O	8	14-1112	Kas.01	13-0814
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	4	11-48011	12-0804	11-4301
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	8	15-1216	12-0806	12-5202
	AgNO ₃	4	17-1319	15-1306	16-1210
	AgNO ₃	8	15-1040	13-0403	14-1307
	ÖNAL-1	4	-	14-0105	-
	ÖNAL-1	8	-	15-0513	-
	Mordansız	-	12-0703		
Deri	CuSO ₄ .5H ₂ O	4	16-1333	15-1040	17-1328
	CuSO ₄ .5H ₂ O	8	17-1328	15-1040	17-1038
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4	17-1314	18-0515	19-0510
	FeSO ₄ .7H ₂ O	8	19-0414	19-5004	19-0403
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	4	19-1012	15-1425	14-1038
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	8	17-1129	15-1425	15-1225
	AgNO ₃	4	18-1130	19-0820	18-0820
	AgNO ₃	8	18-0820	18-0527	18-0928
	ÖNAL-1	4	-	17-0935	-
	ÖNAL-1	8	-	17-1038	-
	Mordansız	-	14-1127		
Çam ahşap	CuSO ₄ .5H ₂ O	4	15-1132		
	CuSO ₄ .5H ₂ O	8	16-1133		
	FeSO ₄ .7H ₂ O	4	17-1028		
	FeSO ₄ .7H ₂ O	8	17-1028		
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	4	14-1041		
	KAl(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	8	16-0947		
	AgNO ₃	4	17-1044		
	AgNO ₃	8	18-0933		
	Önal-1	4	19-0814		
	Önal-1	8	19-0815		
	Mordansız	-	15-1142		

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada beyaz dut yaprağı ekstraktı ile pamuklu kumaş, yün kumaş, yün iplik, polyester, deri ve çam ahşap numuneleri, bakır-II- sülfat pentahidrat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), demir-II- sülfat hepta hidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), potasyum alüminyum sülfat dodekahidrat ($\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), gümüş nitrat (AgNO_3), Reşadiye kili ve Önal-1(%3 NH_3 (v/v,) %3 üre(g/v) %3 kalsiyum okzalat (g/v)) mordanları kullanılarak, ön mordanlama, birlikte mordanlama,son mordanlama ve mordansız boyama yöntemleriyle, pH 4 ve pH 8’de boyama işlemleri gerçekleştirildi.

Yapılan deneysel çalışmada, beyaz dut yaprağının soxhlet cihazı ile eksatraksiyonu sonunda total boyar madde miktarı %4 olarak tespit edildi.

Boyamalarda 33’er tane pamuklu ve yün kumaş, 27’şer tane yün iplik, polyester ve deri materyal ve 11 tane çam ahşap materyalin boyama işlemi yapıldı.

Boyanan pamuklu kumaşlar için renk tonları genel olarak; bej, açık krem, sarı, altın rengi, kahverengi ve toprak tonları, gri ve yeşilimsi tonlar, açık turuncu ve hardal sarısı olarak elde edildi. Yün kumaşların boyanmasında renk tonları genel olarak; açık bej, krem, sarımsı bej, zeytin yeşili, açık yeşil, kahverengi, toprak tonları, grimsi kahve tonları elde edildi. Boyanan yün ipliklerin renk tonları; hafif bej, gümüş grisi, açık gri,anatrasiit, açık kahverengi, taş rengi, krem, açık yeşil olarak elde edildi. Polyester materyallerin boyanmasında renk tonları genel olarak; bej, krem, altın sarısı, koyu kahverengi, toprak tonları, grimsi beyaz olarak tespit edildi. Deri materyallerin boyanmasında genel olarak; açık kahverengi, tarçın tonları, çok koyu kahverengi, siyah renk tonları elde edildi. Çam ahşap materyallerin boyanmasında siyahımsı koyu gri, koyu kahverengi, açık kahverengi, açık gri, yeşil renk tonları elde edildi.

Boyama işlemleri ile elde edilen renkli pamuklu kumaşların, yün kumaşların ve yün ipliklerin, polyester, deri ve çam ahşap materyallerin ışık haslıkları, yıkama haslıkları, kuru/yaş sürtme haslıkları, ve ter haslıkları değerlendirildi. Bu materyallerin K/S renk verimliliği, $L^* a^* b^*$ değerleri değerlendirildi.

Pamuklu kumaşlarda ışık haslığında en iyi sonucu (7) Bakır-II-sülfat birlikte mordanlama yönteminde pH 8, gümüş nitrat ön mordanlamada pH 8 ve son mordanlamada pH 4’te aldığı görüldü. Başka bir literatür çalışmasında (Önal ve ark., 2023) elde edilen değerlerden daha yüksek değerler elde edildi.

Yün kumaşlarda ışık haslığı en iyi değeri (8) Bakır-II-sülfat pH 4 birlikte mordanlama yönteminde, gümüş nitrat ön ve birlikte mordanlama yönteminde pH 8'de ve son mordanlamada pH 4 ve 8'de aldığı görüldü.

Yün ipliklerde ışık haslığı en iyi değeri (8) gümüş nitrat ön ve son mordanlama yönteminde pH 4'te aldığı tespit edildi.

Polyester materyalinde ışık haslığı en iyi değeri (8) Bakır-II-sülfat son mordanlama yönteminde pH 8'de, Demir-II-sülfat ön mordanlamada pH 4 ve son mordanlamada pH 4 ve 8'de, şap mordanlama yöntemiyle yapılan boyamada son mordanlamada pH 4'te ve gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamada ön, birlikte mordanlama yöntemlerinde pH 4 ve pH 8'de aldığı görüldü.

Deri materyalinde ışık haslığı en iyi değeri (8) Demir-II-sülfat son mordanlamada pH 8'de ve gümüş nitratin ön mordanlama pH 4 haricindeki tüm mordanlama yöntemlerinde ve pH değerinde aldığı tespit edildi.

Pamuklu kumaşlar için yıkama haslıkları Demir-II-sülfat son mordanlamada pH 8'de ve reşadiye kili son mordanlamada pH 8'de en iyi değeri (5) aldığı belirlendi. Literatür çalışmasıyla karşılaştırıldığında beyaz dut yaprağıyla daha iyi yıkama haslıkları elde edildi (Akpınarlı & Tamdaş, 2019).

Yünlü kumaşlar için yıkama haslıkları Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda birlikte mordanlama pH 8 hariç en iyi (5) değerini aldığı görüldü.

Yün iplikler için en yüksek değeri (5) Bakır-II-sülfat ön mordanlama yöntemi pH 4 ve 8'de birlikte mordanlam yöntemi pH 4'te ve son mordanlam yöntemi pH 4 ve 8'de aldığı görüldü. Demir-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda en yüksek değeri (5) ön mordanlama pH 8, birlikte mordanlama pH 4 ve son mordanlama pH 4'te aldığını belirlendi. Şap mordanı ile yapılan boyamada birlikte mordanlama pH 8 hariç tüm mordanlama ve pH değerlerinde aldığı görüldü. Gümüş nitrat mordanıyla yapılan boyamaların ön, birlikte ve son mordanlama yöntemlerinin tümünde ve tüm pH değerlerinde aldığı tespit edildi. Önal-1 mordanı birlikte mordanlama yönteminde pH 8'de en iyi değeri (5) aldığı görüldü.

Polyester materyalinin yıkama haslıklarında en yüksek değeri (5) Demir-II-sülfat son mordanlama yönteminde pH 4 ve 8'de ayrıca gümüş nitrat ön, birlikte, son mordanlama pH 4 değerlerinde aldığı tespit edildi.

Deri materyalde en yüksek değeri (5) Bakır-II-sülfat, Demir-II-sülfat, şap ve gümüş nitrat mordanı ile yapılan tüm mordanlama yöntemlerinde pH 4 ve 8'de aldığı tespit edildi.

Çam ahşap materyalde yıkama haslığında en yüksek değer (5) Bakır-II-sülfat mordanı için pH 4'te, şap mordanı için bakıldığında pH 4'te ve Önal-1 mordanı için pH 4'te aldığı belirlendi.

Pamuklu kumaşlar için kuru/yaş sürtme haslıkları incelendiğinde en yüksek puanı ön mordanlama yönteminde Bakır-II-sülfat pH 8'de yaş sürtme haslığında aldığı görüldü. Birlikte mordanlama metoduna bakıldığında, en yüksek puanı (5) olarak reşadiye kili pH 8'de her iki haslıkta da aldığı görüldü. Genel olarak bakıldığında (4) puan (iyi) olarak değerlendirildi. Son mordanlama metoduyla yapılan boyamalarda en yüksek puanın kuru sürtmelerde pH 4 şapta ve Demir-II-sülfat pH 8'de (4-5) olarak tespit edildi. Yaş sürtmelerde ise en yüksek puan (4-5) Bakır-II-sülfat, Demir-II-sülfat ve şapta mordanlarında pH 4'te aldığı görüldü.

Yün kumaş boyamalarda kuru/yaş sürtme haslıklarına bakıldığında en yüksek puanın (4-5) olduğu tespit edildi. Bakır-II-sülfat pH 4 ve 8'de yaş sürtmelerde ve ön mordanlama metodunda, birlikte mordanlama metodunda pH 4 yaş sürtmede ve pH 8 kuru ve yaş sürtmede aldığı belirlendi. Demir-II-sülfat ön mordanlama pH 4 ve 8'de yaş ve kuruda, birlikte mordanlama pH 4'te kuru sürtmede ve pH 8'de kuru ve yaş sürtmede, son mordanlama metodunda pH 8 yaş sürtme haslığında tespit edildi. Şap ile mordanı ile yapılan mordanlama işlemlerinde ön pH 8 ve birlikte mordanlama pH 4'te kuru sürtmede ve pH 8'de kuru ve yaş sürtmede elde edildi. Ayrıca son mordanlamada pH 4 ve 8'de yaş sürtmelerde tespit edildi. Gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyama işlemlerinde ön mordanlama pH 4'te yaş sürtmede elde edildi. Reşadiye kili ile yapılan mordanlama metodunda ön mordanlamada pH 4'te kuru ve yaş sürtme haslıklarında, birlikte mordanlama ve son mordanlama yöntemlerinde pH 8'de yaş sürtme haslığında elde edildi. Sürtme haslıkları incelenen literatür çalışması sonucuyla benzerlik gösterdiği anlaşıldı (Akpınarlı & Tamdaş, 2019).

Yün iplik materyalinin boyama sonuçlarına bakıldığında kuru/yaş sürtme haslıklarında en yüksek puanın Bakır-II-sülfat mordanı ön mordanlama yönteminde pH 4'te ve birlikte mordanlama yönteminde pH 8'de kuru sürtme haslıklarında ayrıca gümüş nitrat birlikte mordanlamada pH 4'te kuru sürtme haslığında aldığı görüldü.

Polyester materyal boyama yaş/kuru sürtme haslıklarına bakıldığında en yüksek puanı (5) Bakır-II-sülfat ön mordanlamada pH 4'te kuru sürtmede, Demir-II-sülfat son mordanlamada pH 8'de kuru sürtmede ve Önal-1 pH 8'de kuru sürtmede aldığı görüldü.

Deri materyal boyama sonuçları incelendiğinde, kuru/yaş sürtme haslıklarında en yüksek puanın (5) Önal-1 pH 4'te kuru sürtmede aldığı tespit edildi.

Ter haslıkları için K/S değeri en yüksek olan materyaller alındı ve sonuçlarına bakıldı. En yüksek değeri pamuklu kumaş için; kumaş hem lekeleme hem de renk değişimi için yüksek (4-5) ter haslığına sahip olduğu tespit edildi.

Yün kumaş için ter haslığı sonucuna bakıldığında orta düzeyde (3-4) bir haslığa sahip olduğu gözlemlendi.

Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla elde edilen boyama işlemlerinde K/S renk verimlilikleri değerlendirildi. En yüksek değerleri pamuklu kumaşta son mordanlama yönteminde gümüş nitrat mordanı ile boyamada pH 8'de, yün kumaşta gümüş nitrat mordanı son mordanlama yönteminde pH 8'de, yün iplikte gümüş nitrat mordanı birlikte mordanlama yönteminde pH 8'de, polyester materyali için gümüş nitrat mordanı ön mordanlama yönteminde pH 4'te, deri materyali için şap mordanı ön mordanlama yönteminde pH 4'te, çam ahşap materyal için Önal-1 mordanı birlikte mordanlama yönteminde pH 4'te aldığı tespit edildi.

K/S renk verimliliği üzerine mordanlama yöntemleri incelendiğinde; son mordanlama yönteminde en yüksek değerler, kısmen de ön mordanlama yönteminde yüksek değerler elde edilmiştir.

Beyaz dut yaprağının antioksidan kapasitesi incelendiğinde FRAP test sonucuna göre en iyi antioksidan kapasitesinin hekzan ekstraktında olduğu tespit edildi. Diğer literatür bir çalışmada etanol ekstraktları ile bizim test sonuçlarıyla benzerlik gösterdiği tespit edildi (İşbilir ve ark., 2021).

Beyaz dut yaprağının antibakteriyel test sonuçları incelendiğinde pamuklu kumaş ve yün kumaşta en etkili sonucu gümüş nitrat mordanı ile yapılan boyamada gösterdi. Deri materyalde en etkili sonucu Bakır-II-sülfat mordanı ile yapılan boyamada gösterdi.

Yapılan yapı metanol, hekzan, etanol, hekzan-etil asetat, kloroform ve etil asetat gibi farklı çözücülerle hazırlanan ekstraktlar, beyaz dut yaprağındaki bileşenlerin yapısına göre ¹H-NMR ve ¹³C-NMR pikleri değişiklik göstermiştir. Ekstrelerden elde edilen ¹H-NMR ve ¹³C-NMR verileri, her bir çözücünün farklı bileşenleri çözdiğünü ortaya koymuştur. Etanol ve etil asetat çözücülerıyla hazırlanan ekstraktlarda, beyaz dut yaprağındaki tüm bileşenlerin varlığı tespit edilmiştir. Diğer çözücülerle hazırlanan ekstraktlarda ise, özellikle flavonoidler, fenolik asitler, şeker türevleri ve lipidler gibi bileşenlerin yoğunluğu ve dağılımı farklılık göstermiştir. Hekzan çözücüsüyle hazırlanan

ekstraktlarda, alifatik zincirlerin metil ve metilen gruplarına ait sinyaller 0.9-2.5 ppm aralığında yoğunlaşmıştır. Bu durum, hekzanın daha çok lipid ve yağ asitlerini çözme eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Hekzan-etil asetat çözücüsüyle elde edilen ekstraktlarda, hem aromatik protonlar (6.0–8.5 ppm) hem de şeker türevleri (3.0–5.5 ppm) tespit edilmiştir. Bu, bu çözücünün hem polar hem de apolar bileşenleri çözebildiğini göstermektedir. Kloroform çözücüsüyle hazırlanan ekstraktlarda, özellikle 7.2-7.0 ppm aralığında aromatik halkalara sahip polifenoller ve 5.8-5.0 ppm aralığında anomerik protonlar tespit edilmiştir. Örneğin, metanol çözücüsüyle elde edilen ekstraktlarda 7-8.9 ppm aralığında aromatik proton sinyalleri, flavonoid ve fenolik asitlerin varlığını ortaya koyarken, 3-5.5 ppm aralığında şeker türevlerine ait sinyaller gözlemlenmiştir.

LC-MS sonuçlarına göre beyaz dut yaprağının değişik çözücü ekstrelerine göre yapısında hesperdin, Isoquercitrin, cVanillic acid, Trans-cinnamic acid, Kaempferol, rutin gibi bileşikler bulundu. Beyaz dut yaprağı ekstresinin LC-MS analiz sonuçları literatür çalışmalarıyla benzerlik gösterdiği anlaşıldı (Mahesh ve ark., 2017).

Beyaz dut yaprağı ekstraksiyonuyla yapılan antibakteriyel test sonuçları beyaz dut yaprağı özütünün Ag, Fe, Cu ve şap ile uygulanan pamuklu tekstil malzeme örneklerinin antibakteriyel testlerinde Ag uygulanmış örneklerde en güçlü etki gözlemlendi, En dirençli bakteriyel tür olarak *Escherichia coli* gözlemlendi. Yünlü tekstil malzemelerine uygulanan deney sonuçlarında en etkili antibakteriyel tekstil örnekleri sırasıyla Ag, Cu, Fe ve şap uygulanmışlarda gözlemlendi. En duyarlı bakteri türü olarak *Enterobacter faecalis*, en dirençli bakteri türü ise, Ag uygulamalı yünlü tekstil örneği haricinde, *Serratia marcescens* olarak gözlemlendi. Bu sonuçlar bakteri türleri baz alındığında literatür çalışmasıyla benzer etkiler gösterdi (Ganiyusufoğlu, 2024).

Bu çalışmada kullanılan Reşadiye kili, ilk kez kullanım amacı dışında mordan olarak kullanıldı. Reşadiye bentonitinin kimyasal yapısında bulunan alümina, demir oksit, kalsiyum oksit, magnezyum oksit gibi bileşenleriyle hem mordan olarak kullanılabileceği hem de çözünürlüğü artırarak boyamaya katkı sağlayabileceği sonucuna varıldı.

Tüm bu veriler ışığında dünyada bol miktarda yetişen beyaz dut yaprağı doğal tekstil boyamacılığında boyar madde kaynağı olarak kullanılabileceği, bu vesile ile dut yetiştiricilerinin ek bir gelire sahip olabilecekleri sonucuna varılmıştır.

6. KAYNAKÇA

- 105-B02, I. (2013). Textiles—Tests for Colour Fastness—Part B02: Colour Fastness to Artificial Light: Xenon Arc Fading Lamp Test, International Organization for Standardization.
- Agoston, G. A. 2013. Color theory and its application in art and designSpringer.
- Akça, C., K. Duran, 2008. Yün Lifinin Yeni Kullanım Olanakları. Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon, 18(1).
- Akçalı, K., M. O. Bulut, B. Tunçkol, G. Buharalı, 2023. Cotinus coggygia Scop.(Peruka Çalısı) Bitkisinden Elde Edilmiş Bitki Ekstraktı ile Boyanmış Yünlü Kumaş Numunelerinin Boyama Özelliklerinin İncelenmesi. Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 11(1), 369-380.
- Akpınarlı, H. F., & Tambaş, C. (2019). Pamuklu-İpekli Kumaşlara Ekolojik Baskı Uygulaması ve Haslık Düzeylerinin Belirlenmesi. *İdil*, 62(8), 1295-1311.
- Alegbe, E. O., T. O. Uthman, 2024. A review of history, properties, classification, applications and challenges of natural and synthetic dyes. Heliyon, 10(13), e33646.
- Alzain, H., V. Kalimugogo, K. Hussein, M. Karkadan, 2023. A Review of Environmental Impact of Azo Dyes. International Journal Of Engineering Research and General Science, 10 673-689.
- Andallu, B., N. C. Varadacharyulu, 2002. Control of hyperglycemia and retardation of cataract by mulberry (Marus indica L.) leaves in streptozotocin diabetic rats.
- Asl, H. Z., S. M. Rozati, 2017. Effects of HCl and methanol in the precursor on pPhysical properties of spray-deposited nanostructured CuO thin films for solar applications. Journal of Electronic Materials, 46 5020-5027.
- Atav, R., B. Buğdaycı, M. i. Soysal, 2023. Yün Liflerinin Yapısına ve Yapağı Kalitesini Belirleyen Özelliklere Genel Bir Bakış. Muş Alparslan Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 3(1), 40-49.
- Balouiri, M., M. Sadiki, S. K. Ibnsouda, 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. Journal of pHarmaceutical analysis, 6(2), 71-79.
- Bauer, A., 1996. Antibiotic susceptibility testing by a standardized single disc method. Am. J. of Clinc. Path., 45 149-158.
- Beecher, G. R., 2003. Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. The Journal of nutrition, 133(10), 3248S-3254S.
- Benli, H., 2024. Bio-mordants: a review. Environmental Science and Pollution Research, 31 1-58.
- Bishal, A., K. A. Ali, S. Ghosh, P. Parua, B. Bandyopadhyay, S. Mondal, M. Jana, A. Datta, K. K. Das, B. Debnath, 2023. Natural Dyes: Its Origin, Categories and Application on Textile Fabrics in Brief. European Chemical Bulletin, 12(8), 9780-9802.
- Brischke, C., G. Alfredsen, 2023. Biological durability of pine wood. Wood Material Science & Engineering, 18(3), 1050-1064.
- Buğdaycı, B., R. Atav, M. ihsan Soysal, 2023. Yün Liflerinin Yapısına ve Yapağı Kalitesini Belirleyen Özelliklere Genel Bir Bakış. Muş Alparslan University Journal of Agriculture and Nature, 3(1), 40-49.
- Burkinshaw, S. M., N. Kumar, 2009. The mordant dyeing of wool using tannic acid and FeSO4, Part 1: Initial findings. Dyes and Pigments, 80 53-60.
- Cardon, D., 2007. Natural dyes. Sources, tradition, technology and science, 268.
- Cengiz, F., F. Göktepe, 2006. An investigation of the variation in Turkish cotton fibre properties in years 2002 and 2003. Textile and Apparel, 16(1), 271-275.

- D'Adamo, I., M. Gagliarducci, M. Iannilli, V. Mangani, 2024. Fashion Wears Sustainable Leather: A Social and Strategic Analysis Toward Sustainable Production and Consumption Goals. *Sustainability*, 16(22), 9971.
- Dale, D. A., G. Bendo, C. Engelbracht, K. Gordon, M. Regan, L. Armus, J. Cannon, D. Calzetti, B. Draine, G. Helou, 2005. Infrared spectral energy distributions of nearby galaxies. *The Astrophysical Journal*, 633(2), 857.
- Dhanania, Y., D. Singhee, A. Samanta, 2021. Optimization of dyeing process variables for eco-friendly dyeing of cotton fabric with babul bark extract as a natural dye and gallnut extract as a bio-mordant. *Journal of Natural Fibers*, 19 1-18.
- El-Beshbishy, H. A., A. N. B. Singab, J. Sinkkonen, K. Pihlaja, 2006. Hypolipidemic and antioxidant effects of *Morus alba* L.(Egyptian mulberry) root bark fractions supplementation in cholesterol-fed rats. *Life sciences*, 78(23), 2724-2733.
- Elliot, A., 2015. Color and psychological functioning: a review of theoretical and empirical work. *Frontiers in Psychology*, 6 368.
- Eser, F., 2016. Kızılağaç Yapraklarının Tekstil Endüstrisinde Boyarmadde Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi. *Anadolu University Journal of Science and Technology A-Applied Sciences and Engineering*, 17(1), 199-207.
- Ferreira, E., A. Hulme, H. McNab, A. Quye, 2004. The Natural Constituents of Historical Textile Dyes. *Chemical Society reviews*, 33 329-336.
- Gamelas, S., J. Tomé, A. Tomé, L. Lourenço, 2023. Advances in pHotocatalytic degradation of organic pollutants in wastewaters: harnessing the power of pHthalocyanines and pHthalocyanine-containing materials. *RSC Advances*, 13 33957-33993.
- Gungor, N., M. Sengul, 2008. Antioxidant activity, total pHenolic content and selected pHysicochemical properties of white mulberry (*Morus alba* L.) fruits. *International Journal of Food Properties*, 11(1), 44-52.
- Ganiyusufoğlu, A. D. (2024). Bitki ekstraktı kullanılarak sentezlenen Ag nanopartiküller ile yüklü bilayer biyonanolifli kompozitlerin üretilmesi, karakterizasyonu ve antibakteriyel özelliklerinin belirlenmesi.
- Gupta, B. S. 2013. 1 - Manufacture, types and properties of biotextiles for medical applications. *Biotextiles as Medical Implants*, M. W. King, B. S. Gupta and R. Guidoin, Woodhead Publishing: 3-47.
- Haar, S., E. Schrader, B. Gatewood, 2013. Comparison of Aluminum Mordants on the Colorfastness of Natural Dyes on Cotton. *Clothing and Textiles Research Journal*, 31 97-108.
- Han, J. 2016. The historical and chemical investigation of dyes in high status Chinese costume and textiles of the Ming and Qing dynasties (1368-1911), University of Glasgow
- Hesham, A., N. Abdel, S. Jari, P. Kalevi, 2005. Hypolipidemic and antioxidant effect of *Morus alba* L (Egyptian mulberry) root bark fractions supplementation in cholesterol-fed rats. *J Ethnopharmacol*, 78 2724-2733.
- İşbilir, Ş. S., & Çelik, E. (2021). Edirne ilinde yetişen dut ağacı yapraklarının antioksidan ve antidiyabetik aktivitesi üzerine bir çalışma. *Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences*, 7(3), 319-332.
- Jaglarz, A., 2023. Perception of Color in Architecture and Urban Space. *Buildings*, 13(8), 2000.
- Just, A., T. Tera, 2013. Variability of Charring Along the Wooden Wall Studs. *Statybinės Konstrukcijos ir Technologijos*, 2 119-128.

- Kamboj, A., S. Jose, A. Singh, 2022. Antimicrobial Activity of Natural Dyes – A Comprehensive Review. *Journal of Natural Fibers*, 19(13), 5380-5394.
- Katsube, T., N. Imawaka, Y. Kawano, Y. Yamazaki, K. Shiwaku, Y. Yamane, 2006. Antioxidant flavonol glycosides in mulberry (*Morus alba* L.) leaves isolated based on LDL antioxidant activity. *Food chemistry*, 97(1), 25-31.
- Khattak, A., Y. Khalil, Shah, H. Ali, Y. Khan, M. Shah, A. W. Khan, S. Khattak, 2020. Color Psychology in Marketing. *Journal of Business & Tourism*, 4.
- Köpnick, H., M. Schmidt, W. Brüggling, J. Rüter, W. Kaminsky, 2000. Polyesters. *Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry*.
- Kuehni, R., 2003. Color Space and Its Divisions: Color Order From Antiquity to the Present. *PHysics Today*, 56.
- Laing, R. 2009. Assessing fabrics for cold weather apparel: the case of wool. *Textiles for cold weather apparel*, Elsevier: 33-55.
- Lochynska, M., G. Oleszak, 2011. Multi-use of the white mulberry (*Morus alba* L.). *Ecological Questions*, 15.
- Mahesh, D. S., Vidhathri, B. S., Vidyashree, D. N., Narayanaswamy, T. K., Subbarayappa, C. T., & Muthuraju, R. (2017). Biochemical composition and pharmacological properties of mulberry (*Morus* spp.)-a review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(7), 2207-2217
- Mansour, R., 2018. Natural dyes and pigments: Extraction and applications. *Handbook of renewable materials for coloration and finishing*, 9 75-102.
- Mukai, N., K. Kiso, 2005. Measurement of sake color by the Commission International de l'Eclairage (CIE) standard colorimetric system. *Journal of the brewing society of japan*, 100 588-595.
- Nabais, P., C. Brøns, M. Wozniak, 2024. Investigating Organic Colorants Across Time: Interdisciplinary Insights into the use of Madder, Indigo/Woad, and Weld in Historical Written Sources, Archaeological Textiles, and Ancient Polychromy. *Zea Books*.
- Narita, Y., F. Sahraoui, M. Goldstein, K. H. Glassmeier, 2010. Magnetic energy distribution in the four-dimensional frequency and wave vector domain in the solar wind. *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 115(A4).
- Ohno, Y., 2000. CIE Fundamentals for Color Measurements. *International Conference on Digital Printing Technologies*, 16.
- Okamoto, T., 2005. Safety of quercetin for clinical application. *International journal of molecular medicine*, 16(2), 275-278.
- Önal, A. (2022). *Boyar Madde Ve Tekstil Kimyası* (1. Baskı). İstanbul; Bilimkent yayınları, 36-37.
- Önal, A., S. Durdykulyyeva, O. Özbek, S. Nached, 2023. The use of Hibiscus sabdariffa flower extracts in cotton fabric and wool yarn dyeing. *Journal of The Institution of Engineers (India): Series E*, 103(2), 315-321.
- Purves, D., G. Augustine, D. Fitzpatrick, L. Katz, A. LaMantia, J. McNamara, S. Williams, 2001. Neuroscience 2nd edition. sunderland (ma) sinauer associates. Types of Eye Movements and Their Functions.
- Qian, J., Z. Feng, X. Fan, A. Kuzmin, A. S. L. Gomes, P. N. Prasad, 2022. High contrast 3-D optical bioimaging using molecular and nanoprobe optically responsive to IR light. *PHysics Reports*, 962 1-107.
- Qiu, J., J. Xiao, B. Tang, B. Ju, S. Zhang, 2018. Facile synthesis of novel disperse azo dyes with aromatic hydroxyl group. *Dyes and Pigments*, 160.

- Ramage, M. H., H. Burrige, M. Busse-Wicher, G. Fereday, T. Reynolds, D. U. Shah, G. Wu, L. Yu, P. Fleming, D. Densley-Tingley, J. Allwood, P. Dupree, P. F. Linden, O. Scherman, 2017. The wood from the trees: The use of timber in construction. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68 333-359.
- Rather, L. J., M. Shabbir, S. A. Ganie, Q. Zhou, K. Singh, Q. Li 2023. Natural dyes: Green and sustainable alternative for textile colouration. *Sustainable Textile Chemical Processing*, CRC Press: 41-69.
- Rebai, O., M. Belkhir, S. Fattouch, A. Mohamed, 2017. PHytochemicals from mulberry extract (*Morus* sp.): Antioxidant and neuroprotective potentials. *Journal of Applied PHarmaceutical Science*, 7 217-222.
- Reller, L. B., M. Weinstein, J. H. Jorgensen, M. J. Ferraro, 2009. Antimicrobial susceptibility testing: a review of general principles and contemporary practices. *Clinical infectious diseases*, 49(11), 1749-1755.
- Sai Bhavya, K., A. Selvarani, A. V Samrot, M. Javad, P. Thevarkattil, A. VVSS, 2019. Leather processing, its effects on environment and alternatives of chrome tanning. *International Journal of Advanced Research in Engineering and Technology (IJARET)*, 10(6).
- Samanta, A. K., & Konar, A. (2011). Dyeing of textiles with natural dyes. *Natural dyes*, 3(30-56), 212-222.
- Singh, P., Y. Arif, A. Bajguz, S. Hayat, 2021. The role of quercetin in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 166 10-19.
- Spoor, W., 2001. Zohary D, Hopf M. 2000. Domestication of plants in the Old World . 3rd edn . 316pp. New York: Oxford University Press. £19.95 (softback). *Annals of Botany*, 88(4), 666-666.
- Srivastava, S., R. Kapoor, A. Thathola, R. P. Srivastava, 2006. Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba*). *International journal of food sciences and nutrition*, 57(5-6), 305-313.
- Sudha, T. B., P. Thanikaivelan, K. P. Aaron, K. Krishnaraj, B. Chandrasekaran, 2009. Comfort, chemical, mechanical, and structural properties of natural and synthetic leathers used for apparel. *Journal of Applied Polymer Science*, 114(3), 1761-1767.
- Tarelkina, T. V., N. A. Galibina, S. A. Moshnikov, K. M. Nikerova, E. V. Moshkina, N. V. Genikova, 2022. Anatomical and MorpHological Features of Scots Pine Heartwood Formation in Two Forest Types in the Middle Taiga Subzone. *Forests*, 13(1), 91.
- Taşcı, Z. K., N. Çelik, 2018. Pamuk ve Gümüş Elyafı Üretilen İpliklerin Bazı Kalite Parametrelerinin İncelenmesi. *Dünya Multidisipliner Araştırmalar Dergisi*, 2018(2), 62-71.
- Tilley, R., 2003. *Colour and Optical Properties of Materials: An Exploration of the Relationship Between Light, the Optical Properties of Materials and Colour*.
- Tok, D., D. İ. Can, 2023. Deri üzerine ekolojik baskı uygulamaları ve sürtme haslık değerlerinin belirlenmesi. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 10(3), 13-25.
- Tölek, Ş., F. D. Kadem, 2016. An investigation on colour analysis and fastness properties of the denim fabric dyed with a different method. *Textile and Apparel*, 26(2), 198-204.
- Turgut, H. İ., B. Selçuk Elgün, Ö. Yazar, 2024. Wash fastness properties of pre-mordanting cotton fabrics dyed with natural dyes. *Journal of Innovative Engineering and Natural Science*, 4(1), 1-17.

- Wang, H., 2024. Advantages of animal leather over alternatives and its medical applications. *European Polymer Journal* 113153.
- Wayne, P., 2010. Clinical and laboratory Standards Institute (CLSI)(2020) Performance standards for antimicrobial susceptibility testing: Background, Organization, Functions, and Processes. *J Clin Microbiol*, 58(3), 01864-0186419.
- Wegman, E., Y. Said, 2011. Color theory and design. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 3(2), 104-117.
- Zahra, L., 2024. The anatomy, pHysiology and function of all skin layers and the impact of ageing on the skin. *Wound Practice and Research*, 32(1).
- Zhou, A., S. Kikandi, O. A. Sadik, 2007. Electrochemical degradation of quercetin: Isolation and structural elucidation of the degradation products. *Electrochemistry Communications*, 9(9), 2246-2255.



EKLER

EK. 1



1. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan pamuklu kumaşlar



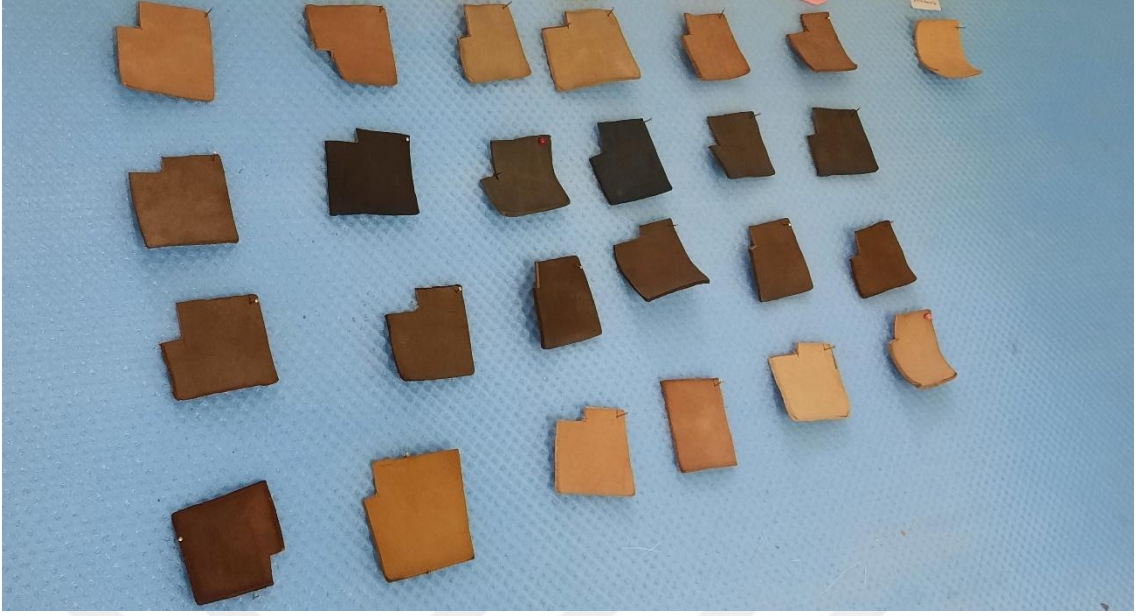
2. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan ynl kumaşlar



3. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan yün iplikler



4. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan polyesterler



5. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan deriler



6. Beyaz dut yaprağı ekstraktıyla boyanan çamahşaplar