

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ ATIKLARININ
TEKSTİL BOYACILIĞINDA KULLANIM
OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Berrak Buket AVCI

Eylül, 2016

İZMİR

ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ ATIKLARININ TEKSTİL BOYACILIĞINDA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Berrak Buket AVCI

Eylül, 2016

İZMİR

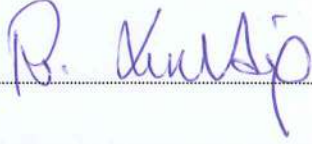
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

BERRAK BUKET AVCI, tarafından **YRD. DOÇ. DR. GÖKHAN ERKAN** yönetiminde hazırlanan **“ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ ATIKLARININ TEKSTİL BOYACILIĞINDA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI”** başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. Gökhan ERKAN

Yönetici



Jüri Üyesi



Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın var olmasında en büyük etken olan, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen ve bana karşı yeri geldiğinde hem bir eğitmen yeri geldiğinde hem de bir abi gibi yaklaşan ve tez çalışması boyunca her zaman destek olan sevgili tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Gökhan ERKAN'a en içten teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca her zaman ellerinden gelen yardımı benimle paylaşmaktan çekinmeyen değerli arkadaşlarım doktora öğrencisi Esra TOPEL ZEREN'e, yüksek lisans öğrencisi Evren SERGİN ve Arzu ÖGE'ye, Araş. Gör. Gülşah Ekin KARTAL ve Araş. Gör. Gizem Ceylan TÜRKOĞLU'na çok teşekkür ederim.

Zeytinyağı üretimi atık ürünlerini temin etmede yardımcı olan TARIŞ Bozdoğan Zeytinyağı İşletmeleri personeli ve Cengiz KIZILDERELİ'ye teşekkür ederim.

Yapılan HPLC analizlerinde yardımcı olan Emine TORGAN'a da teşekkürlerimi sunarım.

Herşeyden önemlisi bütün hayatım boyunca bana sonsuz güvenlerini, desteklerini ve sevgilerini sunan ve her zaman yanımda olan annem Emekli Öğretmen Pervin AVCI ve babam Emekli Öğretmen Hasan AVCI, büyük ablam Çiçek Eylem AVCI ve küçük ablam Billur Bahar AVCI SUBAKAR'a sonsuz saygılarımı, sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunarım.

Berrak Buket AVCI

ZEYTİNYAĞI ÜRETİMİ ATIKLARININ TEKSTİL BOYACILIĞINDA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

ÖZ

Bu tez çalışmasında ki amaç zeytinyağı üretimi atıklarının doğal boyarmadde olarak kullanılması sonucunda karasu ve pirinadan kaynaklı çevre kirliliğini azaltmak, günümüzde kullanılan ve çevre kirliliği yaratan sentetik boyaların kullanımını azaltarak bunların yerine yeniden doğal boyaların kullanımını arttırmaktır. Uluslararası Zeytin Konseyinin verilerine göre 2014/2015 yılı zeytinyağı üretiminde ülkemiz dünya beşincisi olarak yer almaktadır. Ülkemizde yer alan zeytinyağı işletmeleri genellikle küçük işletmeler olmakla beraber üretim sonrası açığa çıkan katı ürünleri (pirina) yakıt olarak değerlendirebilmekte, sıvı atıkları (zeytin karasuyu) değerlendirilememektedir. Zeytinyağı üretim atıklarının miktarının fazla olması ve meydana getirdiği organik kirlilik için önemli bir sorun oluşturmaktadır.

Doğal kaynaklarda birden fazla boyarmadde bulunmaktadır ve farklı kimyasal yapılarda (flavonoid, antrakinin v.b.) olabilmektedir. Boyama sırasında boyama banyosunda bulunan boyarmaddeler pH, sıcaklık, mordan tipi ve mordanlama yöntemine göre difüzyon ve/veya fiksaj sırasında farklı davranış gösterebilmektedir. Farklı tipteki boyarmaddelerin farklı miktarda life bağlanması renk tonunda değişikliklere neden olabilmektedir.

Tez çalışması kapsamında yün ve poliamid kumaşların zeytinyağı üretimi atık suyu ile boyanması üzerine çalışılmıştır. Mordan maddesi olarak demir(II)sülfat, şap, tannik asit ve tartarik asit kullanılmıştır. Yün kumaş ön mordanlama yöntemine göre, poliamid 6.6 kumaş ise hem ön mordanlama hem de birlikte mordanlama yöntemine göre çeşitli konsantrasyonlarda mordanlanmıştır. Ön mordanlama yönteminde farklı mordan süreleri üzerine çalışılmıştır. Kumaşlar daha sonra 1:20 flotte oranında zeytinyağı üretimi atık suyu ile boyanmıştır. Kullanılan karasuyun ve boyanan kumaşların HPLC analizleri yapılmış, içerdikleri organik bileşenler tespit edilmiştir.

Boyanan kumaşların kolorimetrik renk değerlendirilmesi yapılmış, yıkama, yaş/kuru sũrtme, asidik/bazik ter, ışıkve su damlasına karşı renk haslığı testleri uygulanmıştır.

Bu alışmada zeytinyağı ۆretimi atığı karasuyun doğal boyarmadde olarak tekstilde kullanımı ve karasuda bulunan boyarmaddelerin davranışı incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Zeytinyağı ۆretimi atıkları, zeytin karasuyu, doğal boya, mordanlama, HPLC



THE INVESTIGATION OF POSSIBLE USE OF OLIVE OIL PRODUCTION WASTES IN TEXTILE DYEING

ABSTRACT

The aim of this study reduce the environmental pollution of olive oil mill waste water and prina by using as natural dyes at the same time increase the using synthetic dyes that is pollutant which produce ecological pollution and replace them by using natural dyes. According to data of International Olive Oil Council, our country ranks as the fifth world oil production in the 2014/2015 years. In our country, generally olive oil mills are small businesses and they can use the solid waste (prina) as fuel but they can not recycle the liquid waste (olive oil waste water). The greater amount of olive oil production waste is a significant problem and it is important issue for organic pollution.

At the natural resources, there are multiple dyes and they can be possible different chemical structures (flavonoids, anthraquinone, etc.). Dyestuffs in the dyeing bath behave differently according to pH, temperature, the type of mordants and mordanting methods and they can exhibit different behavior in the course of diffusion and/or curing during dyeing. Different quantities of binding fibers of different types of dyestuffs may cause changes in color.

Within the study, wool and polyamide 6.6 fabrics were dyed with olive oil mill waste water in a liquor ratio of 1:20. Ferric sulfate, alum, tannic acid, tartaric acid was used as mordants. Wool fabric was mordanted according to pre-mordanting method. Polyamide 6.6 fabrics was mordanted either pre-mordanting method or meta-mordanting method. This mordant agents were applied by using various concentrations and with different mordant time at mordanting methods. HPLC analysis of the fabric and olive oil mill waste water were investigated to identify organic compounds. The colorimetric assay of dyed samples for colour depth were examined in this work. Fastness properties (washing, light, perspiration, rubbing, water and water spotting) were investigated.

In this work, possible use of olive oil production waste water as a natural dye in textile dye and behavior of each dyes in olive oil mill waste water were studied.

Keywords: Olive oil production wastes, olive waste water, natural dye, mordanting, HPLC



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ.....	iv
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiii
TABLolar LİSTESİ.....	xv

BÖLÜM BİR - GİRİŞ..... 1

1.1 Boyarmaddeler	1
1.1.1 Boyarmaddelerin Tarihçesi.....	1
1.1.2 Boyarmaddelerin Özellikleri	5
1.1.3 Renk ve Boyarmaddelerde Renklilik.....	6
1.1.4 Boyarmaddelerin Sınıflandırılması.....	9
1.1.5 Boyama Özelliklerine Göre Boyarmaddelerin Sınıflandırılması	10
1.1.5.1 Bazık Boyarmaddeler.....	10
1.1.5.2 Asit Boyarmaddeler	11
1.1.5.3 Direkt Boyarmaddeler.....	12
1.1.5.4 Mordan Boyarmaddeleri	13
1.1.5.5 Reaktif Boyarmaddeler	13
1.1.5.6 Küp Boyarmaddeleri.....	14
1.1.5.7 İnkişaf Boyarmaddeleri.....	14
1.1.5.8 Metal Kompleks Boyarmaddeler	14
1.1.5.9 Dispersiyon Boyarmaddeleri	15
1.1.5.10 Pigment Boyarmaddeleri	15
1.1.6 Doğal Boyarmaddeler	16
1.1.7 Doğal Boyarmaddelerin Sınıflandırılması.....	16
1.1.7.1 Flavonoidler	16
1.1.7.2 Kinonlar	22

1.1.7.3 İndigoidler.....	24
1.1.7.4 Karotenoidler	26
1.1.8 Mordanlama ve Mordan Çeşitleri, Mordanlama Yöntemleri	28
1.1.8.1 Mordanlama ve Mordan Çeşitleri	28
1.1.8.2 Mordanlama Yöntemleri.....	34
1.1.9 Doğal Boyamacılıkta Boyama Çeşitleri	35
1.1.9.1 Mordanlı Boyama	35
1.1.9.2 Küp Boyama	35
1.1.9.3 Direkt Boyama	36
1.1.10 Doğal Boyarmaddelerin Avantajları.....	36
1.1.11 Doğal Boyarmaddelerin Dezavantajları	37
1.1.12 Doğal Boyarmaddelerin Analiz Yöntemleri.....	38
1.1.12.1 Kromatografik Yöntemler.....	38
1.1.12.1.1 İnce Tabaka Kromatografisi (TLC).....	38
1.1.12.1.2 Kolon Kromatografisi	39
1.1.12.1.3 Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC).....	39
1.1.12.1.4 Gaz Kromatografisi (GC).....	40
1.1.12.2 Spektroskopik Yöntemler	41
1.1.12.2.1 Ultraviyole ve Görünür Işık Absorbsiyon Spektroskopisi (UV-Vis Spektroskopisi).....	41
1.1.12.2.2 Fourier Dönüşümlü Infrared Spektroskopisi (FT-IR Spektroskopisi)	42
1.1.12.2.3 Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi (N-MR)	42
1.1.12.2.4 Kütle Spektroskopisi (MS).....	43
1.1.12.3 Özel Yöntemler.....	43
1.1.13 Doğal Boyarmaddelerle Yapılan Çalışmalar	44
1.2 Zeytinyağı Üretimi, Zeytinyağı Üretim Atıkları Ve Özellikleri	71
1.2.1 Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Yöntemlerin İncelenmesi	73
1.2.1.1 Geleneksel Yöntem.....	73
1.2.1.2 Sürekli Yöntem	74
1.2.1.2.1 İki Fazlı Üretim Sistemi	74
1.2.1.2.2 Üç Fazlı Üretim Sistemi.....	75

1.2.2 Zeytinyağı Üretiminde Elde Edilen Yan Ürünler	75
1.2.3 Zeytinyağı Yan Ürünlerinin Kimyasal Bileşimi	77
1.2.4 Zeytinyağı Üretimi Atıklarının Çevresel Etkileri	79
1.2.5 Zeytinyağı Üretimi Atıklarının Değerlendirilmesi	79
1.2.6 Zeytinyağı Üretimi Atıklarının Doğal Boyarmadde Olarak Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar	81

BÖLÜM İKİ – MATERYAL VE METOD 84

2.1 Materyal.....	84
2.1.1 Tekstil Materyali ve Kullanılan Kimyasallar	84
2.1.2 Karasu	84
2.2 Metod.....	84
2.2.1 Zeytin Karasuyunun Boyamaya Hazırlanması	84
2.2.2 Mordanlama	84
2.2.3 Boyama	86
2.3 Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler	87
2.3.1 Renk Ölçümü	87
2.3.2 Yıkama Haslığı Testi	88
2.3.3 Ter Haslığı Testi	88
2.3.4 Sürtme Haslığı Testi	88
2.3.5 Işık Haslığı Testi.....	88
2.3.6 Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Testi	89
2.3.7 HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) Analizi.....	89

BÖLÜM ÜÇ – ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA 92

3.1 Boyanmış Yün Kumaşların Analiz Sonuçları	92
3.1.1 Renk Ölçüm Analiz Sonuçları	92
3.1.2 Haslık Testleri Sonuçları	99
3.1.2.1 Yıkama Haslığı Testi	99
3.1.2.2 Ter Haslığı Testi	99

3.1.2.3 Işık Haslığı Testi	100
3.1.2.4 Sürtme Haslığı Testi	101
3.1.2.5 Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Testi.....	101
3.2 Boyanmış Poliamid 6.6 Kumaşların Analiz Sonuçları.....	110
3.2.1 Renk Ölçüm Analiz Sonuçları	110
3.2.1.1 Ön Mordanlama Yöntemine Göre Mordanlanan Poliamid 6.6 Kumaşların Renk Ölçüm Analiz Sonuçları.....	110
3.2.1.2 Birlikte Mordanlama Yöntemine Göre Mordanlanan Poliamid 6.6 Kumaşların Renk Ölçüm Analiz Sonuçları.....	112
3.2.2 Haslık Testleri Sonuçları	118
3.2.2.1 Ön Mordanlama Yöntemi İle Boyanan Poliamid 6.6 Kumaşların Haslık Testleri Sonuçları.....	118
3.2.2.1.1 Yıkama Haslığı Testi.....	118
3.2.2.1.2 Ter Haslığı Testi.....	119
3.2.2.1.3 Işık Haslığı Testi	127
3.2.2.1.4 Sürtme Haslık Testi.....	127
3.2.2.1.5 Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Testi.....	128
3.2.2.2 Birlikte Mordanlama Yöntemi İle Boyanan Poliamid 6.6 Kumaşların Haslık Testleri Sonuçları.....	129
3.2.2.2.1 Yıkama Haslığı Testi.....	132
3.2.2.2.2 Ter Haslığı Testi.....	132
3.2.2.2.3 Işık Haslığı Testi	134
3.2.2.2.4 Sürtme Haslığı Testi.....	134
3.2.2.2.5 Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Testi.....	135
3.3 HPLC Analizleri.....	135
BÖLÜM DÖRT - SONUÇLAR	143
KAYNAKLAR	146
EKLER.....	160

EK-1 : Ön Mordanlama Yöntemine Göre Boyanmış Yün Kumaşların Renk Kataloğu.....	160
EK-2 : Ön Mordanlama Yöntemine Göre Boyanmış Poliamid 6.6 Kumaşların Renk Kataloğu.....	170
EK-3 : Birlikte Mordanlama Yöntemine Göre Boyanmış Poliamid 6.6 Kumaşların Renk Kataloğu.....	176



ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 Mureks ve purpura	2
Şekil 1.2 Koşnil ve kermes böceği	3
Şekil 1.3 Kök boya bitkisi	3
Şekil 1.4 Elektromanyetik spektrum ve görünür bölge	6
Şekil 1.5 Kromofor ve oksokrom gruplar	8
Şekil 1.6 Kromojen bileşikler	8
Şekil 1.7 Bazik boyarmaddelerin elyaf ile bağ oluşturma reaksiyonu	11
Şekil 1.8 Asidik boyarmaddelerin elyaf ile bağ oluşturma reaksiyonu	12
Şekil 1.9 Reaktif boyarmaddelerin genel görünümü	14
Şekil 1.10 Flavonoid grubunun genel yapısı	17
Şekil 1.11 Fenil benzopiran yapısı	17
Şekil 1.12 Bazı flavonoidler ve kimyasal yapıları	19
Şekil 1.13 Flavonoidlerin iskelet yapıları	20
Şekil 1.14 Proantosiyanidin yapısı	21
Şekil 1.15 Kinon yapıları	22
Şekil 1.16 Renklendirici özellikleri olan bazı naftakinon ve antrakinon bileşikleri ..	24
Şekil 1.17 İndigo ve indikan yapısı	25
Şekil 1.18 İndigoid boyarmaddelerin molekül yapıları	26
Şekil 1.19 Bazı karotenidler	28
Şekil 1.20 Hidrolize olabilen tanenlerin biyosentezi	31
Şekil 1.21 Kondanse tanenlerin biyosentezi	32
Şekil 1.22 Hidrolize olabilen ve kondanse tanenlerin bazı monomerleri ve β - pentagalloyilglukoz	33
Şekil 1.23 Zeytinden zeytinyağı üretim şeması ve üretim yöntemleri	73
Şekil 2.1 Yün kumaşların ön mordanlama yöntemine göre mordanlama grafiği	85
Şekil 2.2 Poliamid 6.6 kumaşların ön mordanlama yöntemine göre mordanlama grafiği	85
Şekil 2.3 Yün kumaşları boyama grafiği	86
Şekil 2.4 Poliamid (6.6) kumaşları boyama grafiği	87

Şekil 2.5 Yün kumaşlardan HPLC analizi için örnek alımı	89
Şekil 2.6 Poliamid kumaşlardan HPLC analizi için örnek alımı	90
Şekil 3.1 Zeytinyağı atık suyu ile boyanan yün kumaşların HPLC kromatogramı..	136
Şekil 3.2 Zeytinyağı atık suyu ile boyanan poliamid 6.6 kumaşların HPLC kromatogramı	137
Şekil 3.3 p-hidroksibenzoik asitin spektrumu (λ_{max} : 256nm)	138
Şekil 3.4 Epikateşin türevinin spektrumu (λ_{max} : 215, 280 nm).....	138
Şekil 3.5 Sinamik asitin spektrumu (λ_{max} : 276 nm).....	139
Şekil 3.6 p-hidroksibenzoik asit türevinin spektrumu (λ_{max} : 255 nm).....	139
Şekil 3.7 Vanilik asidin spektrumu (λ_{max} : 259, 293 nm)	140
Şekil 3.8 Epikateşin ya da türevinin spektrumu (λ_{max} : 217, 277 nm).....	140
Şekil 3.9 Epikateşin türevinin spektrumu (λ_{max} : 215, 277 nm).....	140
Şekil 3.10 Tanımlanamayan bileşenlerin spektrumları.....	141

TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 1.1 Işığın absorblanması ve cisimlerin görünen rengi	7
Tablo 1.2 Bazı flavonoidler.....	18
Tablo 1.3 Zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntemlerin karakteristik özellikleri	75
Tablo 2. 1 HPLC analizi için örnek tartımları.....	90
Tablo 2. 2 HPLC için gradyan elüsyon programı	91
Tablo 3.1 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış olan yün kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat ve şap).....	94
Tablo 3.2 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış olan yün kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: tannik asit ve tartarik asit)	95
Tablo 3.3 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat)	102
Tablo 3.4 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: şap).....	104
Tablo 3.5 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: tannik asit)	106
Tablo 3.6 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: tartarik asit).....	108
Tablo 3.7 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış poliamid 6.6 kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat, şap, tannik asit, tartarik asit).....	115
Tablo 3.8 Zeytin atık suyu ile birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat, şap, tannik asit, tartarik asit).....	117
Tablo 3.9 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat) .	123
Tablo 3.10 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: şap).....	124

Tablo 3.11 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonucu (mordan maddesi: tannik asit).....	125
Tablo 3.12 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonucu (mordan maddesi: tartarik asit)	126
Tablo 3.13 Zeytin atık suyu ile birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonucu (mordan maddesi: demir(II)sülfat ve şap)	130
Tablo 3.14 Zeytin atık suyu ile birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonucu (mordan maddesi: tannik asit ve tartarik asit)	131
Tablo 3.15 Yün ve poliamid 6.6 kumaşlarda yapılan HPLC analizleri sonucunda kromatogramlarda pik veren bileşenler	141

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

Tekstil materyallerini renklendirmek için kullanılan, tekstil yüzeyi ile kimyasal ya da fizikokimyasal tepkimeye girerek yüzeyde renk oluşturan maddelere boyarmadde denilmektedir. Yüzyıllardır tekstil materyalleri renklendirilerek modağa uygun hale getirilmiş ve bu renklendirilmiş ürünler çeşitli amaçlarla kullanılmıştır. Sentetik boyalar keşfedilmeden önce insanlar bu materyalleri renklendirebilmek için bitki ve hayvanlardan elde edilen doğal boyaları kullanmışlardır. Yapılan arkeolojik kazılarda bulunan eşyaların boyanmış olması, doğal boyamacılığın eski çağlarda daha başladığına işaret etmektedir. Ancak doğal boyalar yerini zamanla sürdürülebilir ve kolay üretilebilir olmasından dolayı sentetik boyalara bırakmıştır. 1960'lı yıllardan sonra ekolojik tekstillerin kullanımının artması ile tekrar doğal boyarmaddeler önem kazanmıştır.

1.1 Boyarmaddeler

1.1.1 Boyarmaddelerin Tarihçesi

İnsanoğlu ilk çağlardan itibaren çevresine karşı duyarlı olmuş, yaşadığı alanları süslemeye önem göstermişlerdir. Taş devrinden bu zamana aktarılan birçok yapıtta bu görülebilmektedir. Antik çağlardan bu zamana kadar süsleme içgüdüğü içeren insanlar birçok boya ve boyarmadde bulmuşlardır. İlk çağlarda duvarlara yaptıkları resimlerden, giydikleri kıyafetlere kadar birçok şeyde pigment, boya ve boyarmaddenin izi görülmektedir. Yapılan araştırmalar, İsa'dan yüzyıllarca yıl öncesine ait olduğu düşünülen mağaralarda bulunan resimleri ve eşyaları pigment, boya ve boyarmaddelerin ilk çağlarda daha keşfedildiğinin kanıtı olarak göstermektedir (Başer ve İnanıcı, 1990). Tarihte ilk kullanılan boyarmaddelerin toprak çömleklerin yapımında kullanılan killi toprak, metal oksit ve bitki öz suları olduğu düşünülmektedir (Taşcı, 2010).

Doğada boyar madde içeren birçok bitki ve az sayıda hayvansal kaynak vardır ve bu canlılar geçmiş yüzyıllarda özel olarak yetiştirilmiş ve ülkeler arasında önemli bir ticaret kaynağı olmuştur. Doğal boyarmaddelerin elde edilebilmesi için hayvanların salgı bezlerinden (gland tabakasından), bitkilerin de kök, kabuk, tohum, meyve gibi kısımlarından maya bakterileri gibi organizmalardan basit kimyasal işlemler sonucu elde edilen ekstraktlardan faydalandığı görülmüştür. Tarihsel sürece baktığımız zaman morların, mavilerin, kırmızılarının ve sarıların elde edilışinde çeşitli bitki ve hayvan ekstraktları kullanıldığı keşfedilmiştir. Mor ve eflatun renginin elde edilmesi zor ve pahalı olmasından dolayı eski çağların en çok aranan renklerinden biri olmuştur. Mor rengi elde edilmesi meşakkatli olduğundan toplum tarafından gücün ve yüksek mevkiin simgesi olarak kabul edilmiştir. Bu rengin M.Ö. 1600’lerde purpura veya peliga, mureks adı verilen kabuklu hayvanlardan elde edildiğı bulunmuştur (Şekil 1.1). Bu boyarmadde hayvanın gland tabakasından salgılanır ve sarımsı yeşil renktedir. Güneş ışığı ile mora dönüşmektedir (Başer ve İnanıcı, 1990).



Şekil 1.1 Mureks ve purpura (Anonim, 2014)

Böcek türleri arasında kırmızı boyarmadde içerenler, lak böceğı (*Kerria lacca* Kerr.), Amerikan koşnili (*Dactylopius coccus* Costa.), kermes (*Kermes vermilio* Planchon), ekin koşnil (*Porphyrophora tritici* Bod.), Polonya kermesi (*Porphyrophora polonica* L.) dir (Şekil 1.2). Kırmızı renk elde edilen en önemli bitkisel doğal boyarmadde kaynağı ise Şekil 1.3’te ki kökboya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisinin kökleridir (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Eskiden Anadolu’nun çeşitli yerlerinde yetişen bu bitki Avrupa’da Türk Kırmızısı boyaması olarak bilinmekte ve Osmanlı Devleti’nin dış ticaretinde önemli bir yere sahip olduğu bilinmektedir (Başer ve İnanıcı, 1990).



Şekil 1.2 Köşnil ve kermes böceği



Şekil 1.3 Kök boya bitkisi (Karadağ, 2007)

Turpgiller familyasından olan çivit otunun içinde mavi rengin elde edildiği indigo maddesi bulunmaktadır. Çivit otunun (*Isatis tinctoria* L.) uzun bir fermantasyon süreci sonunda mavinin çeşitli tonlarını sağlayan bir boya verdiği eski çağlardan beri bilinmektedir. Çivit otu orta çağ boyunca Avrupa da en çok kullanılan en önemli boyarmaddelerden biri olmuştur. Boyanan malzeme hava ile oksitlenerek mavi rengine dönüşmektedir. Ancak sentetik indigonun bulunması ve 1897 yılında piyasaya sürülmesiyle önemini kaybetmiştir (Başer ve İnanıcı, 1990).

En yaygın olarak kullanılmış sarı doğal boyarmadde içeren bitkiler muhabbet çiçeği (*Reseda luteola* L.), boyacı sumağı (*Cotinus coggyria* Scop.), boyacı katırtırnağı (*Genista tinctoria* L.), *Serratula tinctoria* L. ve bazı cehri (*Rhamnus*) türleridir (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Muhabbet çiçeği Romalılar tarafından, safran da Yunanlılar tarafından sarı rengi elde etmek için kullanılmıştır (Başer ve İnanıcı, 1990).

Doğada yeşil renk boyarmadde veren bir bitki veya böcek bulunmamaktadır. Yeşil renk sarı renk veren bitkilerle mavi renk veren bitkilerin birlikte kullanılması

ile elde edilir. Geleneksel olarak uygulanan yeşil renk reçetelerinde genellikle önce indigo ile mavi renge boyama yapılmakta daha sonra mordanlanan elyaf sarı renk veren bir bitki ile ikinci kez boyanarak yeşil renk elde edilmektedir. Turuncu rengin elde edilmesi için genellikle önce sarı renk boyama yapılmakta daha sonra aynı boya banyosunun içerisine bir miktar kök boya ilave edilerek rengin turuncuya dönüşmesi sağlanmaktadır. Kökboyanın miktarı artarsa turuncu rengin koyuluğu da artmaktadır (Karadağ, 2008).

Doğal kökenli boyarmaddelerin elde edilmesi zor ve pahalı olduğu için, 19. yüzyıl sonlarına doğru sentetik boyar maddelerin keşfiyle kullanımları azalmış ve ortadan kalkma tehlikesi ile karşı karşıya kalmıştır (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Sentetik boyarmaddelerin keşfi hem kimyasal yapılarına hem de sentez olanaklarına göre rastlantısal bir şekilde bulunmuştur (Başer ve İnanıcı, 1990). İlk sentetik olarak elde edilen boya 1856 yılında İngiliz kimyacı William Henry Perkin tarafından tesadüfen sentezlenen ve adına mauvein veya perkin menekşesi adı verilen boyadır ve bu durum sentetik boya endüstrisinin başlangıcı kabul edilmiştir (Taşcı, 2010). 1771 yılında P. Woulfe indigo ve nitrik asidin reaksiyonu sonucu pikrik asidi elde etmiş ve bunu ipeğin boyanmasında kullanmıştır. 1862 yılında P. Griess azo boyarmaddelerinin sentezine başlamıştır. 1863'de Cluett, Wood ve Wright tarafından anilin siyahı, 1868'de C. Graebe ve C. Liebermann tarafından sentetik alizarin 1,2-dibromantrokinondan sentezlenmiştir. 1873 yılında kükürtlü boyarmaddeler elde edilmiştir. 1878 yılında A. V. Baeyer indigonun sentezini yapmıştır. 1884'te P. Poettiger kongo kırmızısını, A. G. Green'de primulini elde etmiştir. 1908'de Friedlaender purpurun sentezini gerçekleştirmiştir. (Taşcı, 2010). 1911 yılında indigosoller elde edilmiştir (Başer ve İnanıcı, 1990). 1915 yılında metal kompleks boyar maddeler bulunmuştur. 1927 yılında da tamamen yeni boyarmadde sınıfı olan fitalosiyaninler, 1956 yılında da reaktif boyalar keşfedilmiştir (Başer ve İnanıcı, 1990). Sentetik boyaların sentezlenmeye başlamasıyla üretimi zor ve pahalı olan doğal boyaların yerini sentetik boyalar almaya başlamıştır.

1960'lı yıllarda Amerika'da başlayan ve özellikle 1980'li yıllardan sonra tüm dünyada yaygınlaşan ve 1990'lı yıllarda yoğunlaşan doğanın korunmasına yönelik

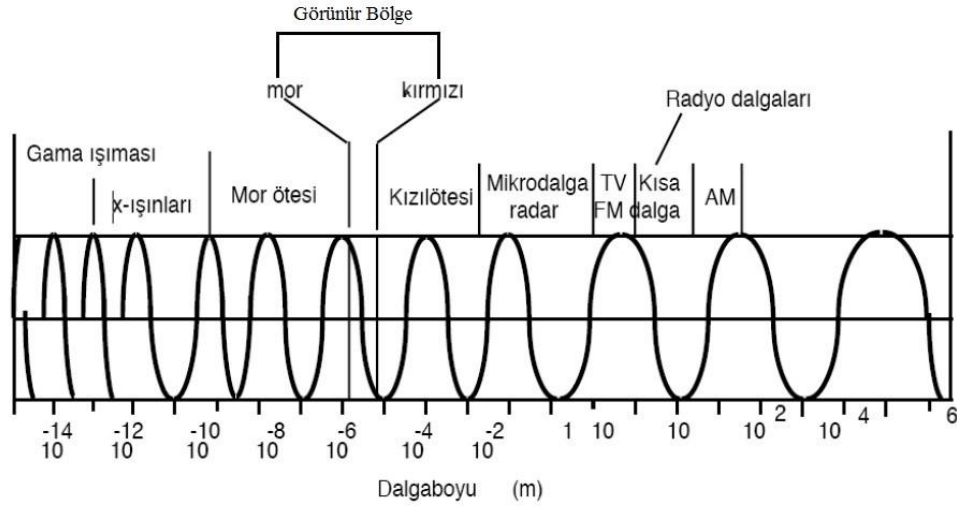
evre duyarlılığı tekstil endüstrisini de etkilemiştir. Bu evre hareketinin sonucunda tekstil ekolojisi kavramı ortaya çıkmış, eko tekstiller (evre dostu tekstiller) gündeme gelmiştir. Tekstil ekolojisi, tekstil üretiminde ekoloji, insan ekolojisi ve atık ekolojisini kapsamakta olup, elyaf üretiminden başlayarak giysi elde edilinceye kadar olan tüm üretim aşamalarında çevreye ve insanlara zarar verilmemesi amacına yöneliktir. Özellikle Avrupa ülkelerinde gittikçe daha çok sayıda kişi ve kuruluş tekstil ürünlerini ekolojik açıdan değerlendirmeye başlamıştır. Bu eğilimler sonucunda birçok ülkede tüketiciler gerek üretim aşamalarında gerekse kullanım sırasında çevreye ve insanlara zarar vermeyen malzeme ve yöntemlerle üretilen, atık durumuna geldiğinde ise yine çevreye ve insanlara zarar verilmeden yok edilebilen tekstil ürünlerini tercih etmeye başlamışlardır. Sentetik boyarmaddeleri ile yapılan boyamalarda kullanılan yardımcı maddeler, ağır metaller tekstil atık suları ile hem çevreye zarar vermekte hem de insan sağlığını tehlikeye atmaktadır. Sentetik boyarmaddelerin kullanımında insan sağlığı üzerinde alerjik reaksiyonlar göstermesi, mutajen ve kanserojenik etkiler göstermesi doğal boyalara yönelik çalışmaları arttırmıştır (Kurtoğlu ve şenol, 2004).

1.1.2 Boyarmaddelerin Özellikleri

Boyarmaddeler, materyalleri renkli hale getirmede kullanılan maddelerdir ancak her renk veren ya da renkli olan madde boyarmadde değerildir. Boyarmaddeleri boyalardan ayıran en önemli özellik boyaların anorganik pigmentlerin ise organik yapıda oluşudur. Pigmentler uygulandıkları yüzey ile etkileşime girmezler sadece yüzeyde bir film tabakası oluşturarak renkli görünmelerini sağlarlar. Boyarmaddeler ise materyal ile kimyasal ya da fizikokimyasal etkileşime girerek cismi renklendirir, boyanacak materyal ile iyonik, kovalent ya da moleküller arası etkileşimlerde bulunurlar. Boyarmaddeler ile boyanmış materyaller silme, kazıma gibi işlemlerle ilk hallerine geri dönemez. Boyarmaddeler materyale genellikle çözelti ya da süspansiyon halinde uygulanırlar ve tekstil materyalinin yüzeyinde değeriklik yaparlar (Taşcı, 2010).

1.1.3 Renk ve Boyarmaddelerde Renklilik

Renk subjektif kavramlardan biridir ve bir cismin veya ışık kaynağının gözümüzde yarattığı etki olarak tanımlanmaktadır ama bu tanım oldukça sınırlıdır ve bazı fiziksel ve psikolojik olaylara bağlı olarak değişebilmektedir. Işık elektromanyetik dalgaların yüksek hızla yayılımı olarak nitelendirilen enerji türüdür. Elektromanyetik radyasyonların tüm çeşitleri dalga boyları ve frekans ile karakterize edilmektedir (Topel,2014). Şekil 1.4'te görüldüğü gibi insan gözü 400 ile 700 nm dalga boyları dışındaki ışınımı algılayamamaktadır (Palamutçu ve Dağ, 2009).



Şekil 1.4 Elektromanyetik spektrum ve görünür bölge (Palamutçu ve Dağ, 2009)

Cisim üzerine düşen ışığın tamamını yansıttığında beyaz, gelen ışığın tamamını absorblayarak hiç yansıma yapmadığında ise siyah renkli görünmektedir. Cisim, üzerine düşen ışıktan, belirli dalga boyundaki bazı ışık veya ışınları absorblamakta ise beyaz ışıktan geri kalanları yansıtmaktadır ve bu yansıyan ışıkların dalga boyuna bağlı olan bir renkte görülmektedir. Renklerin tipik spektral bantları ve beyaz ışıktan incelenen bir malzeme ile emilim sonrası algılanan renkleri Tablo 1.1'de verilmektedir (Broadbent, 2001). Absorblanan enerji ne kadar düşükse dalga boyu o kadar büyük olmaktadır. Enerjisi en düşük bağlar π bağlarıdır ve moleküldeki π bağlarının sayısı arttıkça enerjileri daha da küçülmekte, görünür alana kaymaları kolaylaşmaktadır.

Tablo 1.1 Işığın absorblanması ve cisimlerin görünen rengi (Başer ve İnancıcı, 1990)

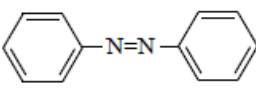
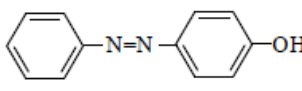
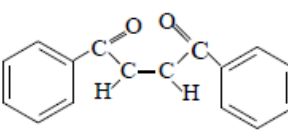
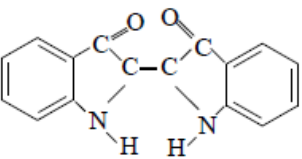
Absorblanan Dalga Boyu (nm)	Absorblanan Işık Rengi	Cismin Görünen Rengi
400 - 440	Mor	Sarımsı Yeşil
440 - 480	Mavi	Sarı
480 - 510	Yeşilimsi Mavi	Turuncu
510 - 540	Yeşil	Kırmızı
540 - 570	Sarımsı Yeşil	Mor
570 - 580	Sarı	Mavi
580 - 610	Turuncu	Yeşilimsi Mavi
610 - 700	Kırmızı	Mavimsi Yeşil

Boyarmaddelerin kullanıldığı cisimlerin renklendirilmesi, boyarmadde moleküllerindeki bazı gruplardan kaynaklanır. Bir boyarmaddenin kromofor grubu, aromatik kök ve oksokrom gruplarını içermesi gerekmektedir. Boyalarda asıl rengi taşıyan kısma kromofor grup denir ve her bir kromofor grubun sahip oldukları titreşim frekansları ve dalga boyları farklıdır. Bu sayede farklı dalga boyundaki ışınları absorbe eder veya yansıtır ayrıca kromofor grupların hepsi çift bağ içeren gruplardır. Renklerin moleküldeki doymamışlıktan kaynaklandığı savı renkliliğin temel şartları arasında sayılmaktadır. 1876` da Witt tarafından belirtilen kromofor gruplar teorisinde bileşiğin renkliliği molekülde doymamış karakterde nitrozo (-N=O-) veya nitro (-NO₂), karbonil (-C=O), azo (-N=N-) gibi gruplar ile zayıf asidik veya bazik karakterde hidroksil (-OH), amino (-NH₂) gibi grupların bulunması ve bunların karşılıklı etkileşiminden ileri gelmektedir. Doymamış karakterdeki gruplara, renk verici anlamına gelen kromofor, kendileri renkli olmadıkları halde renk oluşumunu kolaylaştıran gruplara renk artırıcı anlamına gelen oksokrom, bu grupları taşıyan bileşiklere ise kromojen adı verilir. Şekil 1.5'te kromofor, oksokrom gruplar verilmiştir (Kabay, 2002).

Kromofor gruplar	Oksokrom gruplar
-N=N- (Azo)	-NH ₂ (Amino)
>C=O (Karbonil)	-NHR } -NR ₂ } (Sübstitüe amin)
>C=C< (Etilen)	-OH (Hidroksil)
-N<O (Nitro)	-SH (Tiyohidroksi)
>C=NH (Karboamino)	-OCH ₃ (Metoksi)
>C=S (Tiyokarbonil)	-SO ₃ H (Sülfonik asit)
-N=O (Nitrozo)	-O-C ₆ H ₅ (Fenolik)

Şekil 1.5 Kromofor ve oksokrom gruplar (Kabay, 2002)

Kromojenler renkli bileşiklerdir fakat çoğunlukla bunların renkleri soluk sarıdır ve renk artırıcı oksokrom grupların bağlanmasıyla rezonans kolaylaşır. Elektronların aktifleşmesi daha az bir enerji ile olabileceği için, daha uzun dalga boylu ışınlar absorbe edilir dolayısıyla mavi ve yeşil renkler oluşur. Şekil 1.6'da kromojen bileşikler verilmiştir (Kabay, 2002).

Kromojen	Oksokrom	Boyarmadde
 Azobenzen	-OH	 p-hidroksi azobenzen
 Dibenzoyl-etilen		

Şekil 1.6 Kromojen bileşikler (Kabay, 2002)

Boyalara istenilen özellikler verilmek üzere elektron verici ve elektron alıcı polar gruplar bağlanır. Bu gruplar doymamış gruplardaki π bağlarının polarlaşmasını ve böylece molekülün aktif hale gelmesini sağlar. Elektron alıcı grup sınıfına; -SO₃H,

-COOH, -NO₂ vb., elektron verici gruplara; -OH, -NH₂, -Cl vb. örnek olarak verilebilir. Bu tür gruplar molekül zincirindeki π bağının polarlaşmasına, elektronların yer değiştirmesine böylece molekülün aktifleşme enerjisini düşürerek rengin daha da koyulaşmasına sebep olur. Oksokrom grupların renk koyulaştırıcı etkilerinin yanında, önemli bir etkileri de renkli bileşiğin, tekstil liflerine karşı afinite kazanmasını sağlamalarıdır. Bu da renkli bileşiğe boyarmadde karakteri kazandırmaktadır (Başer ve İnancı, 1990).

1.1.4 Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Başer ve İnancı (1990)'ya göre boyarmaddeler, doğal boyarmaddeler ve sentetik boyarmaddeler şeklinde sınıflandırabileceğimiz gibi boyama özelliklerine, kimyasal yapı, çözünürlüklerine göre de sınıflandırılabilirler. Başer ve İnancı (1990)'ya göre boyarmaddeler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

A. Sentetik boyarmaddeler

1) Boyama özelliklerine göre boyarmaddeler

- a) Bazik boyarmaddeleri
- b) Asit boyarmaddeler
- c) Direkt boyarmaddeler
- d) Mordan boyarmaddeleri
- e) Reaktif boyarmaddeler
- f) Küp boyarmaddeleri
- g) İnkişaf boyarmaddeleri
- h) Metal kompleks boyarmaddeleri
- i) Dispersiyon boyarmaddeleri
- j) Pigment boyarmaddeleri

2) Çözünürlüklerine göre boyarmaddeler

- a) Suda çözünen boyarmaddeler
 - Suda çözünen anyonik boyarmaddeler
 - Suda çözünen katyonik boyarmaddeler

- Zwitter iyon karakterli boyarmaddeler
- b) Suda çözünmeyen boyarmaddeler
- Substratta çözünen boyarmaddeler
- Organik çözücülerde çözünen boyarmaddeler
- Geçici çözünürlüğü olan boyarmaddeler
- Polikondensasyon boyarmaddeleri
- Elyaf içinde oluşturulan boyarmaddeler
- Pigmentler

3) Kimyasal yapılarına göre boyarmaddeler

- a) Nitro ve nitrozo boyarmaddeleri
- b) Kükürt boyarmaddeleri
- c) Polimetin boyarmaddeleri
- d) Arilmetin boyarmaddeleri
- e) Aza [18] anulen boyarmaddeleri
- f) Karbonil boyarmaddeleri
- g) Azo boyarmaddeleri

B. Doğal boyarmaddeler

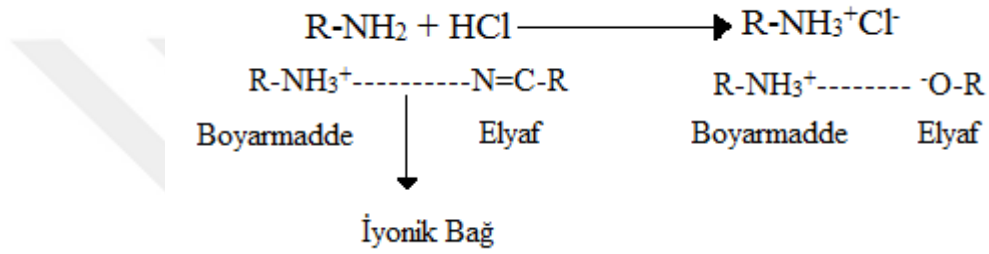
1.1.5 Boyama Özelliklerine Göre Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Genellikle boyama uygulayıcıları, boyarmaddenin kimyasal yapısı ile değil, onun hangi yöntemle elyafı boyayabildiğine bakarlar. Bu nedenle boyarmaddeler uygulanan yöntemlere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır (Başer ve İnanıcı, 1990; Kabay, 2002).

1.1.5.1 Bazik Boyarmaddeler

Organik bazların hidroklorürleri şeklinde olup, katyonik grubu renkli kısmında taşırlar. Renkli kısım katyon halinde bulunur ve $[BM-NH_4]^+Cl^-$ genel formülü ile gösterilirler. Bu tür boyarmaddeler pozitif yük taşıyıcısı olarak N veya S atomu

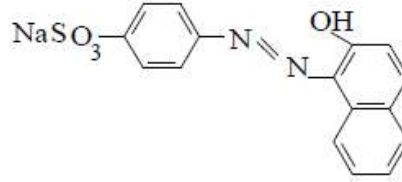
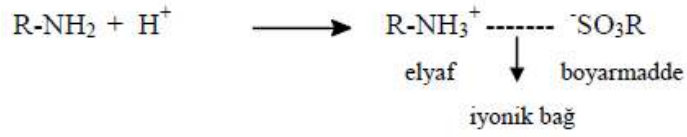
içerirler. Yapılarından dolayı bazik (proton alıcı) olarak etki ettiklerinden anyonik grup içeren liflerle bağlanırlar. Başlıca poliakrilonitril kısmen de yün ve pamuk elyafın boyanmasında kullanılırlar. Elyaf-boyarmadde ilişkisi iyoniktir. Boyarmadde katyonu elyafın anyonik grupları ile tuz oluştururlar. Bazik boyarmaddelerle selülozik elyafın boyanmasında tanen, potasyum-antimonil tartarat gibi maddelerle mordanlama gerekir. Bu boyama metodu artık önemini yitirmiştir. Işık ve yıkama haslıkları düşüktür (Kabay, 2002). Şekil 1.7’de bazik boyarmaddelerin elyaf ile bağ oluşturma reaksiyonu verilmiştir.



Şekil 1.7 Bazik boyarmaddelerin elyaf ile bağ oluşturma reaksiyonu (Kabay, 2002)

1.1.5.2 Asit Boyarmaddeler

Genel formülleri $\text{BM-SO}_3\text{-Na}^+$ şeklinde yazılabilen asit boyarmaddeler, molekülde bir veya birden fazla ($-\text{SO}_3\text{H}$) sülfonik asit grubu veya ($-\text{COOH}$) karboksilik asit grubu içerirler. Yün, ipek, poliamid, katyonik modifiye akrilonitril elyafı ile kâğıt, deri ve besin maddelerinin boyanmasında kullanılır. Bu boyarmaddelere asit boyarmaddeler ismi verilmesinin nedeni uygulamanın asidik banyolarda yapılması ve hemen hemen hepsinin organik asitlerin tuzları oluşudur. Asit boyarmaddelerle protein ve poliamid elyaf ilişkisi iyonik bağ şeklindedir. İstisnaları olmakla beraber birçok asit boyarmaddenin selülozik elyafa karşı afiniteleri yoktur (Başer ve İnancı, 1990). Şekil 1.8’de asidik boyarmaddelerin elyaf ile bağ oluşturma reaksiyonu verilmiştir.



Şekil 1.8 Asidik boyarmaddelerin elyaf ile bağ oluşturma reaksiyonu (Kabay, 2002)

1.1.5.3 Direkt Boyarmaddeler

Direkt boyarmaddeler kimyasal yapılarına göre mono, dis veya poliazo bileşikleridir ve yapıları sülfö veya karboksilik asitlerin sodyum tuzları şeklindedir. Bu boyarmaddeler suda çözünen bileşiklerdir. Selülozik elyafı nötral veya bazik (bazen de asidik) ortamda bir elektrolit eşliğinde kaynama sıcaklığında boyarlar. Çözünürlük molekülde bulunan sülfon bazen de karboksil grupları ile sağlanır. Renkli kısımları oluşturan iyon anyon şeklindedir. Bu nedenle $[\text{BM-SO}_3]^- \text{Na}^+$ genel formülü ile gösterilirler. Yapı bakımından direkt ve asit boyarmaddeler arasında kesin bir sınır yoktur. Boyama yöntemi bakımından farklıdır. Direkt boyar maddeler ön işlem yapılmaksızın selüloz veya yün ile bağ oluşturmalar. Elyafın iç misellerinde hiçbir kimyasal bağ meydana getirmeksizin depo edilirler. Renkli kısımda bazik grup içeren direkt boyarmaddeler, sulu çözeltide zwitter iyon şeklinde bulunurlar. Suyu karşı dayanıklılığı (yaş haslıkları) sınırlıdır. Fakat boyama sonrası yapılan ek işlemlerle yaş haslıkları düzeltilebilir (Başer ve İnancı, 1990; Kabay, 2002).

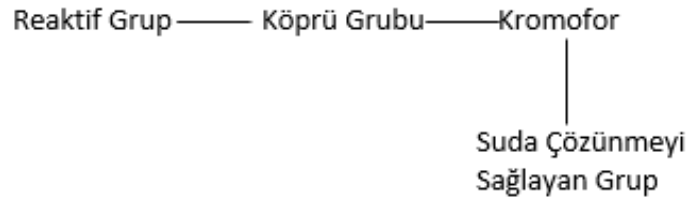
Direkt boyarmaddeler pamuk ve karışımlarında yaygın olarak kullanılan boyarmadde çeşididir ve selülozik liflere karşı doğal bir afiniteye sahip olduğundan pamuklu kumaşa direkt uygulanabilmesi ve boyama işlemleri oldukça basit olması boyamada avantaj sağlamaktadır. Direkt boyarmadde moleküllerinin selüloz polimer zincirine ikincil bağlar ile bağlanması, pamuğun boyanmasında düşük yıkama haslıkları elde edilmesine neden olmaktadır (Topel, 2014).

1.1.5.4 Mordan Boyarmaddeleri

Mordan sözcüğü, boyarmaddenin elyaf ile bağ kurmasını sağlayan madde veya bileşim anlamına gelir. Birçok doğal ve sentetik boyarmadde bu sınıfa girer. Bunlar asidik veya bazik fonksiyonel grup içermekle birlikte bitkisel ve hayvansal elyaf ile kararsız bileşikler oluştururlar. Böylece boyarmaddenin elyaf üzerinde tutunması sağlanır. Mordan olarak suda çözünmeyen hidroksitler oluşturan Al, Sn, Fe, Cr tuzları kullanılır. Bu tuzların katyonları ile boyarmadde molekülleri elyaf üzerinde suda çözünmeyen kompleksler oluşturur. Günümüzde yün boyamada krom tuzları önem taşımaktadır (Başer ve İnancı, 1990).

1.1.5.5 Reaktif Boyarmaddeler

Reaktif boyarmaddeler diğer boyarmaddelerden farklı olarak lif moleküllerine kovalent bağlarla bağ yapar. Reaktif boyarmaddeler de renk verici kromofor, suda çözülmeyi sağlayan sülfonat grupları, reaktif grup ve reaktif grubu direkt olarak kromoforik gruba veya boyarmadde molekülünün diğer kısımlarına bağlayan gruplarından oluşmaktadır. Kromofor grup substantivite, difüzyon hızı, boyama özellikleri, yıkanabilirlik özellikleri ile renk ve haslık özelliklerini kazandırır. Lifin boyarmaddeye bağlanmasını sağlayan reaktif grup ise yaş haslıklardan sorumludur. Reaktif grupların cinsi; reaksiyon hızını, hidrolizi ve alkali-asitlere karşı dayanımını belirlemekte ve reaktif boyarmaddeler alkali ortamda lif ile kovalent bağ oluşturarak bağlanmaktadır. Bu reaksiyon, reaktif gruba bağlı olarak eter veya ester formunda olabilmektedir. Boyarmaddedeki bazı reaktif gruplar vinilsülfon, monoklortriazin, diklortriazin ve triklorprimidin şeklinde bulunmaktadır. Boyarmaddenin bir kısmı, su ile reaksiyona girerek hidrolize uğramakta, bundan dolayı yıkama düzgün bir şekilde yapılmalıdır (Topel, 2014). Şekil 1.9'da reaktif boyarmaddelerin genel görünümü verilmiştir.



Şekil 1.9 Reaktif boyarmaddelerin genel görünümü (Topel, 2013)

1.1.5.6 Küp Boyarmaddeleri

Karbonil grubu içeren ve suda çözünmeyen boyarmaddelerdir ve indirgeme ile suda çözünür hale getirilirler. İndirgeme aracı olarak sodyum ditiyonit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$), oksidasyon için hava oksijeni kullanılır. İndirgeme sonucu boyarmadde molekülündeki keto grubu enol grubuna dönüşür. Meydana gelen sodyum leuko bileşiğinin direkt boyarmaddeler gibi afinitesi yüksektir. Daha çok selülozik kısmen de protein elyafın boyanması ve baskısında kullanılırlar. Doğal kökenli olanları (indigo) eskiden beri bilinmektedir. Küp boyarmaddesindeki karbonil grubu oksijeni indirgendiğinde enolat oksijenine dönüşür. Bunlardan ilkinde kromofor ikincisinde oksokrom özellik gösterir. Bu nedenle küpleme (indirgeme) işlemi az veya çok bir renk değişimi gösterir (Başer ve İnancı, 1990).

1.1.5.7 İnkişaf Boyarmaddeleri

Elyaf üzerinde oluşturularak son şekline dönüştürülebilen bütün boyarmaddeler bu sınıfa girer ve azoik boyarmaddeler de denilebilir. Naftol-AS boyarmaddeleri ve fitalosiyanın boyarmaddeleri bu sınıftandır. Bu tip boyarmaddelerde elyafa afinitesi olan bileşen önce elyafa emdirilir, daha sonra ikinci bileşenle reaksiyona sokularak suda çözünmeyen hale dönüştürülür. Bu işlemle hemen hemen bütün renk çeşitlemeleri elde edilir (Kabay, 2002).

1.1.5.8 Metal Kompleks Boyarmaddeler

Belirli gruplara sahip bazı azo boyarmaddeleri ile metal iyonlarının reaksiyonu ile kompleks oluşturan boyarmaddelerdir. Kompleks oluşumunda azo grubu rol oynar.

Metal katyonu olarak Co, Cr, Cu ve Ni iyonları kullanılır. 1:1 ve 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri diye ikiye ayrılırlar. Krom kompleksleri daha çok yün ve poliamidi, bakır kompleksleri ise pamuğu boyamada kullanılır. Işık ve yıkama haslıkları yüksektir (Kabay, 2002).

1.1.5.9 Dispersiyon Boyarmaddeleri

Suda eser miktarda çözünebilen, bu nedenle sudaki süspansiyonları halinde uygulanabilen boyarmaddelerdir. Boyarmadde, boyama işlemi sırasında dispersiyon ortamından hidrofob elyaf üzerine difüzyon yolu ile çekilir. Boyama boyarmaddenin elyaf içinde dağılması ve Van der Waals etkileşimleri ile tutunması şeklinde gerçekleşir (Başer ve İnancıcı, 1990). Bu boyarmaddelerin sudaki az miktardaki çözünürlükleri, moleküllerindeki iyonik olmayan fakat su ile ilişkiye girebilen (hidrojen bağı vs.) –OH veya –NH₂ gibi grupların bulunmasından ileri gelir. Dispersiyon boyarmaddeleri başlıca PES elyafının boyanmasında kullanılır. Ayrıca poliamid ve akrilik elyafı da boyarlar. Boyarmadde molekülü büyüdükçe elyafa daha kolay tutunur. Ancak dağılma homojen olmayabilir. Molekül küçüldükçe elyafa tutunma zorlaşır ancak daha iyi dağılır (Kabay, 2002).

1.1.5.10 Pigment Boyarmaddeleri

Tekstil elyafı, organik veya anorganik pigmentlerle boyanabilir ancak genelde organik olanları tercih edilir. Pigmentlerin elyafa afinitesi yoktur. Kimyasal bağ ve absorpsiyon yapmazlar ve sentetik reçineler gibi bağlayıcı maddelerle elyaf yüzeyine bağlanırlar. Suda çözünmediklerinden suda ve yağdaki emülsiyonları şeklinde kullanılırlar. Emülsiyon elyaf veya kumaşa emdirildikten sonra bozulur. Pigment, kumaş yüzeyinde ince dağılmış halde kalır. Sıkılarak kurutulduktan sonra sıcaklık 140–170°C olacak şekilde termofikse edilir. Özellikle açık renklerde yıkama ve ışık haslıkları iyidir. Sürtünme haslığının yüksek olmayışı, koyu renklerin elde edilememesi, bağlayıcı filmin hava etkisi ile zamanla parçalanması, bağlayıcının kumaşa sertlik vermesi sakıncalı özellikleridir. (Başer ve İnancıcı, 1990).

1.1.6 Doğal Boyarmaddeler

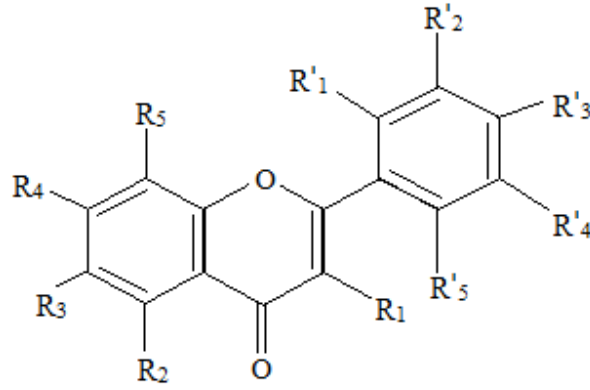
Sentetik boyarmaddelerin 1876 yılında bulunmasına kadar bütün renklendirme işlemleri doğal boyarmaddeler ile yapılmaktaydı. Günümüzde uygulama büyük oranda sentetik boyarmaddeler ile karşılanmaktadır. Son zamanlarda doğal tekstil ürünlerine olan ilginin artması, ülkemizde organik pamuk üretiminin gelişmesi doğal renklendiricilere olan ilgiyi artırmıştır (Tutak ve Benli, 2008).

1.1.7 Doğal Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

Boya ve pigment olarak farklı alanlarda kullanılan bitki ve böceklerin (cehri, kökboya, muhabbet çiçeği, çivit otu ve koşnil, kermes, lak böceği v.b.) içerdikleri flavonlar, flavonollar, antrakinonlar ve indigotin bileşikleri doğal boyarmaddelerdir. Doğal boyarmaddelerin iki önemli grubu flavonoidler ve antrakinonlardır. Flavonoidler ve antrakinonlar metallerle kompleks yapabilme özelliğine sahiptirler. Bu boyarmaddelerin $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ gibi metaller ile oluşturdukları metal-flavonoid ya da antrakinon kompleksleri doğal pigmentler olarak bilinir (Deveoğlu ve Karadağ, 2011).

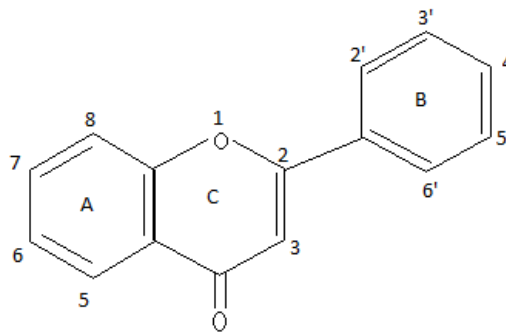
1.1.7.1 Flavonoidler

Flavonoidler bitkiler tarafından sentezlenen düşük molekül ağırlıklı fenolik bileşiklerin bir sınıfını oluştururlar. Flavonoidler çiçekli bitkilere renk veren maddelerdir. Flavonoidler yapılarında 4 pozisyonunda bir karbonil ($-\text{C}=\text{O}$) ve 5 (ya da 3) pozisyonunda bir hidroksil ($-\text{OH}$) grubu içerdiğinden metallerle kompleks yapma yeteneklerine sahiptirler. Flavonoidler, aromatik oksijen içeren bitkilerin; kök, gövde, yaprak, kabuk ve çiçeklerinde bulunan heterosiklik yapılardır. Kimyasal olarak 2-fenil-1,4-benzopiron sistemler olarak bilinirler. Flavonoidler çoğu kez 3, 5, 7, 2', 3', 4', 5' pozisyonlarında hidroksillenmişlerdir (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Şekil 1.10'da flavonoid grubunun genel yapısı verilmiştir.



Şekil 1.10 Flavonoid grubunun genel yapısı (Deveoğlu ve Karadağ, 2011)

Sarı renkli olmaları nedeniyle latince sarı anlamına gelen ‘flavus’ sözcüğünden türetilerek ‘flavonoid’ adını almışlardır. Bitkilerin ve mantarların ikincil metabolitlerindendir, birincil metabolitlerden türerler. 15 C atomlu 2-fenil benzopiran yapısı ($C_6-C_3-C_6$) gösterirler. Bu yapıları nedeniyle polifenolik bileşikler olarak kabul edilirler. Fenil benzopiran yapısı A, B, C halkalarından meydana gelmiştir. A halkası glikoz metabolizması sonucu oluşan asetil koenzim A’dan oluşan malonil koenzim A’nın 3 molekülünün kondenzasyonu ile, B ve C halkaları ise yine glukoz metabolizması sonucu oluşan şikimik asit üzerinden sinamik asit gibi fenil propanoid bileşiklerinden oluşmuştur (Kahraman ve ark., 2002). Şekil 1.11’de fenil benzopiran yapısı verilmiştir.



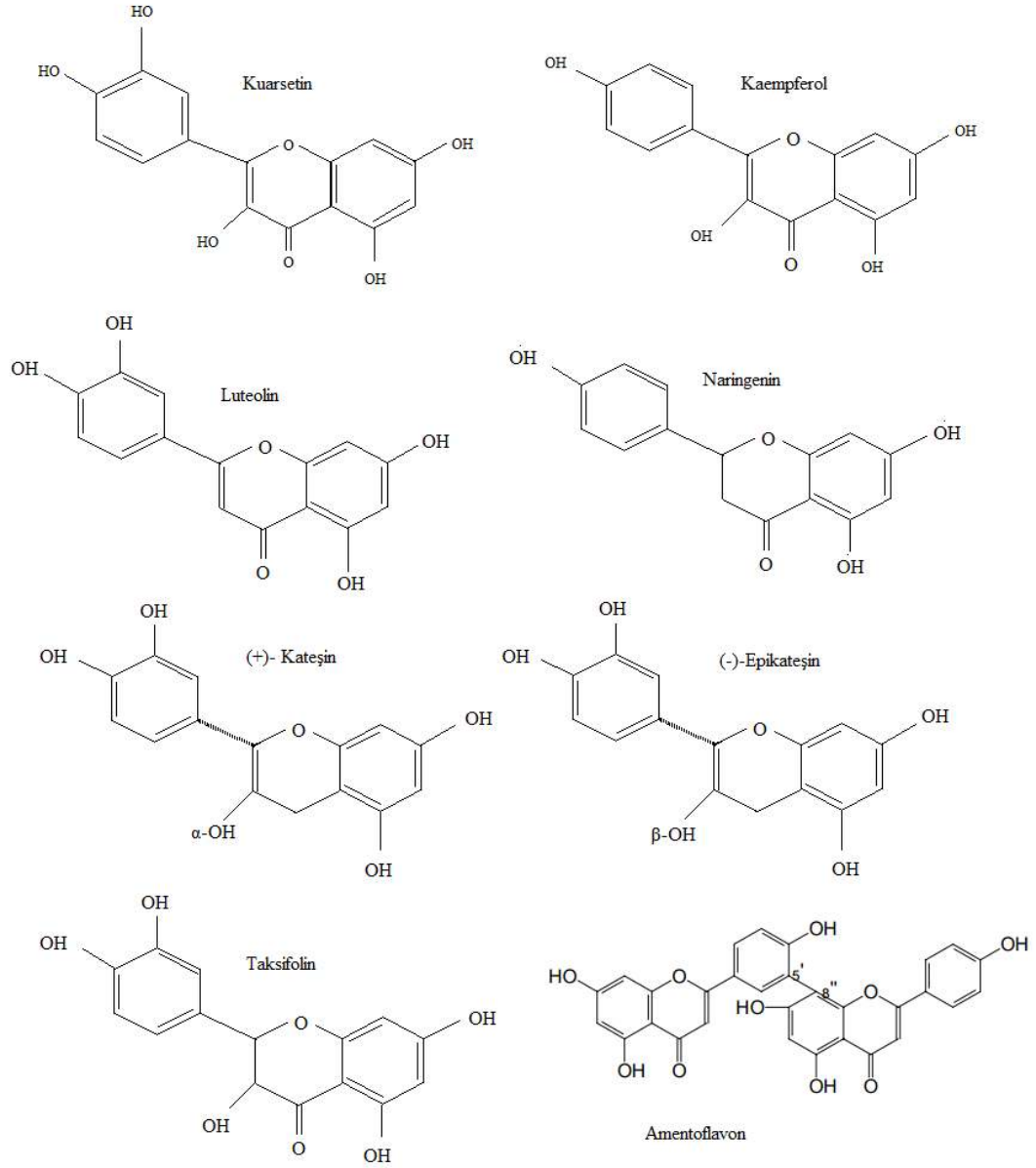
Şekil 1.11 Fenil benzopiran yapısı (Deveoğlu ve Karadağ, 2011)

Flavonoidler C halkası etrafındaki çeşitliliklere göre başlıca 7 sınıfa ayrılabilir. Antosiyanidinler, antosiyaninler, proantosiyanidinler, flavanonlar, flavonlar, flavonoller, isoflavonlar olarak sınıflandırılabilirler (Deveoğlu ve Karadağ, 2011).

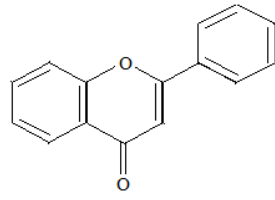
Şekil 1.11’de görülen fenil benzopiran yapısında numaralı yerlerdeki karbon atomlarına hidroksil (-OH) gruplarının bağlanmasıyla çeşitli flavonoidler meydana gelmiştir. Bazı hidroksil gruplarına şeker, metil, sülfat gibi grupların konjugasyonu ile bu flavonoidlerin konjugasyon ürünleri meydana gelmektedir (Kahraman ve ark., 2002). Tablo 1.2’de bazı flavonoidlere örnekler verilmiştir. Şekil 1.12’de flavonoidlerin iskelet yapıları verilmiştir. Şekil 1.12’de bazı flavonoidlere kimyasal yapılarıyla beraber örnekler verilmiştir.

Tablo 1.2 Bazı flavonoidler (Kahraman ve ark., 2002)

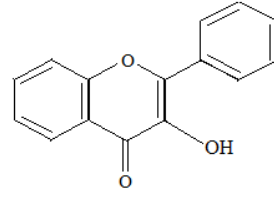
FLAVONLAR	FLAVONOLLER	FLAVONONLAR
Chrisin	Quarsetin	Naringenin
Apigenin	Rutin	Eriodiktol
Luteolin	Kaempferol	Hesperidin
	Rhamnetin	
FLAVANOLLER	DİHİDROFLAVONOLLER	BİFLAVONOİDLER
Kateşin	Taksifolin	Amentoflavon
Epikateşin	Slibin	



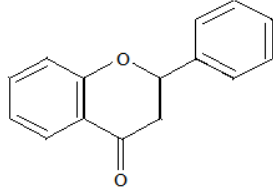
Şekil 1.12 Bazı flavonoidler ve kimyasal yapıları (Seelinger ve ark., 2008; Altun ve ark., 2007)



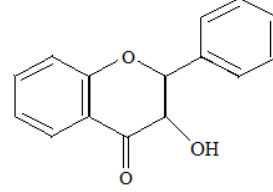
Flavon



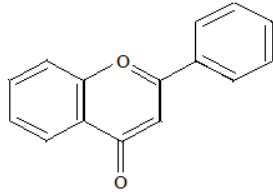
Flavonol



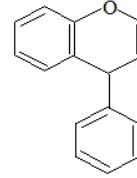
Flavonon



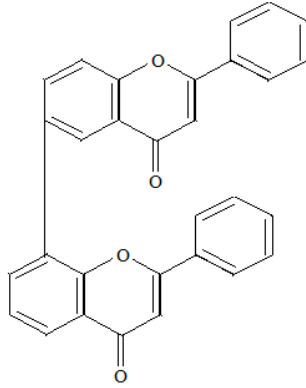
Dihydroflavonol



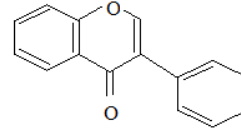
Antosiyanidin



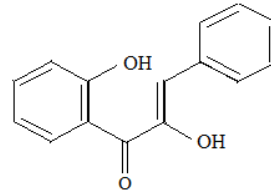
Neoflavon



Biflavonoid



Izoflavon

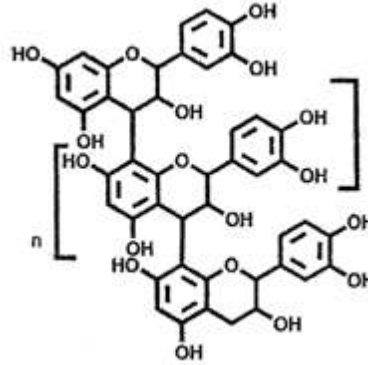


Kalkon

Şekil 1.13 Flavonoidlerin iskelet yapıları (Kahraman ve ark., 2002)

Antosiyanidinler, bu flavonoidler karbon halkasında $-OH$ grubuna sahiptirler. Şekil 1.11'deki A ve B halkalarındaki $-H$, $-OH$ ve $-OCH_3$ gruplarının bulunmasına göre çeşitlenebilirler. Siyanidin, delfinidin, malvidin, pelargonidin, petunidin, peonidin antosiyanidinlerdendir.

Proantosiyanidinler, çoklu antosiyanidin yapılardan oluşan oligomer ya da polimerlerdir ve kondenze tanninler olarakta adlandırılmaktadır (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Şekil 1.14’de proantosiyanidin yapış verilmiştir.



Şekil 1.14 Proantosiyanidin yapış (Deveoğlu ve Karadağ, 2011)

Flavononlar, Şekil 1.11’deki C halkasında doymamış C-C bağına sahiptirler Aglikon ve glikozitler olarak doğada bulunurlar. Flavonoidlerin başlıca çeşitini oluşturan flavanonlar en çok turuncgillerde bulunur. Hesperetin, naringenin ve eryodikitol aglikon flavanonlarındandır. Çoğu flavonoidler gibi flavanonlar glikozitleri halinde meyve ve bitkilerde mevcuttur. Portakal temel glikozitler olarak hesperidin ve narirutin içerir. Greyfurttaki başlıca flavanon ise naringindir. Didimin, eryositrin, eryodiktyol, hesperetin, hesperidin, naringenin, naringin, narirutin, neoeryositrin, prunin en önemli flavononlardandır (Akbulut, 2011).

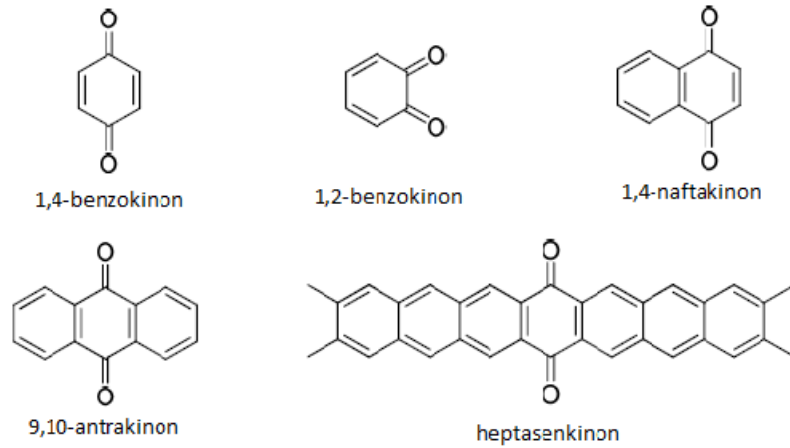
Flavonlar, Şekil 1.11’deki A ve B halkasında –OH, –OCH₃ ve şeker gruplarına sahiptirler. Aynı zamanda da yapılarında 3 pozisyonunda bir hidrojen içerirler. Tekstil ve deri endüstrisinde sarı kahverengi renk aralığındaki boyarmaddeler olarak kullanılan fisetin boyacı sumağından elde edilen bir flavondur. Muhabbet çiçeği ve boyacı katırtırnağından elde edilen en önemli flavonlardan olan luteolin ise antibakteriyel ve iltihaplanmayı önleyici özelliklere sahip olduğu bilinen sarı boyarmaddelerden en önemlisidir. Apigenin flavonunun da iltihaplanmayı tedavi edici özelliği bilinmektedir. Apigenin, baikalsin, krisin, genkvanin, luteolin, tangeritin önemli flavonlardır (Akbulut, 2011).

Flavonollar, Şekil 1.11'deki 3 pozisyonuna bir –OH grubu bağlanmış flavonlardır. Kuersetin ve kempferol flavonolları ağırlıklı olarak soğan, lahana, brokoli, elma, kiraz, dut, çay ve kırmızı şarapta bulunur. Örneğin asparg çiçeklerinden elde edilen isorhamnetin ve kuersetin glikozitleri elyafı sarı renge boyar. Flavonollerin renk haslıkları flavonlardan daha fazladır. Isorhamnetin, kaempferide, kaempferol, myrisetin, quarsetin, rhamnetin, fisetin, galangin, paçipodol, rhamnazin, piranoflavonols, furanoflavonols önemli flavonollardır.

Isoflavonoidler, olarak da adlandırılan isoflavonlar yapı olarak flavonlara oldukça benzerdirler. Flavonlardan farklılıkları Şekil 1.11'deki B halkasının C halkasında pozisyon 2 ye değil de pozisyon 3 e bağlanmış olmasıdır. Bakliyatlar, isoflavonlarca zengindirler. Biyoçanın, daidzein, formononetin, genisieia, glyciteia, daidzin, geniştin, glisitin başlıca isoflavon yapılarıdır (Akbulut, 2011;Deveoğlu ve Karadağ, 2011).

1.1.7.2 Kinonlar

Kinonlar birbirini izleyen çift bağlardan ve ekzosiklik karbonil gruplarından oluşan konjuge yapılar olarak tanımlanabilirler. Kinonların en basit üyeleri 1,4-benzokinon ve 1,2-benzokinon yapıları olup bu basit üyelere benzen halkalarının katılmasıyla grubun daha yüksek üyeleri ve polisiklik kinon yapıları ortaya çıkmaktadır. Şekil 1.15'de bazı kinon yapıları verilmiştir.



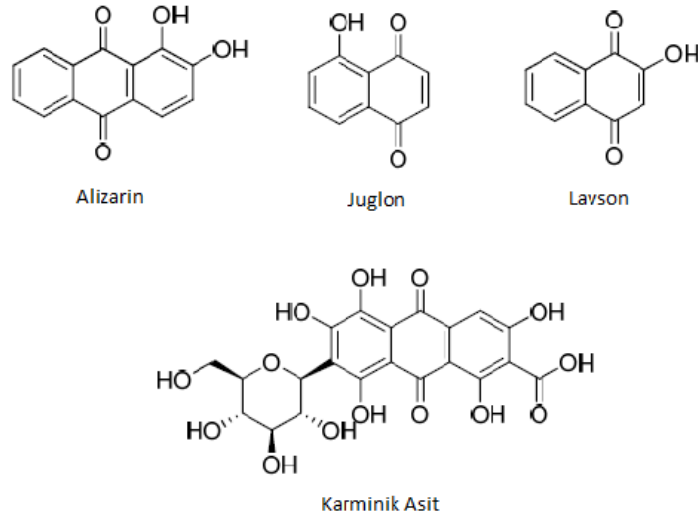
Şekil 1.15 Kinon yapıları (Akbulut, 2011)

Kinonlar doğada sıkça rastlanan ve geniş bir renk spektrumuna sahip organik bileşiklerdir. Eski adıyla alizarin (1,2-dihidroksiantrakinon) antik Yunan ve Mısır uygarlıklarında pamuklu giysileri kırmızının çeşitli tonlarına boyamak için kullanılmıştır ve bu kinon türevleri yüzyıllar boyunca boyar maddelerin temelini oluşturmuştur. Kinonlar çoğunlukla fenol bileşiklerinde benzen halkasındaki çift bağların eliminasyonu ve hidroksil gruplarının ketona yükseltgenmesiyle oluşan bileşiklerdir, sarı renkli ve keskin kokuludurlar, kısmi olarak buhar fazında bulunabilirler ve yükseltgeme özelliğine sahiptirler. Kinonlar doğada özellikle bitkiler, mantarlar ve bakteriler olmak üzere pek çok canlının yapısında bulunmaktadır. Canlı organizmalardan izole edilen çeşitli kinon yapılarının, antibakteriyel, antiviral, antitümör, fungitoksik gibi oldukça geniş spektrumlu biyolojik aktivite gösterdikleri saptanmıştır (Akbulut, 2011).

Kinonlar elektron çekicidirler ve aromatik anyonlar oluştururlar, bu anyonik özellikleri nedeniyle de fotosentez ve solunum gibi biyolojik redoks tepkime zincirlerinde önemli rol oynarlar. Tümü her zaman renkli bileşiklerdir ve doğal boya maddesi olarak da kullanılırlar. Doğal kinonlar genelde kinonların para - süstitüsyon türevleridir, bununla birlikte canlılardan bazı orto - kinonlar da izole edilmişlerdir. Kinon çekirdeğine bir veya daha çok aromatik halkanın birleşmesi ile benzokinonlar, naftokinonlar ve antrakinonlar ile naftasenkinonlar gibi bileşikler oluşur. Canlılardaki elektron taşıma sistemlerinde çok önemli rol oynayan ubikinonların zincir uzunluğu tipik olarak bakterilerde 6, hayvanlarda ise 10'dur. Kuşlar, memeliler gibi birçok grubun çeşitli dokularında bulunan ubikinonlar solunumdaki rolleri nedeniyle Q koenzimleri olarak da adlandırılırlar (Akbulut, 2011).

Kinonlar renklendirici özelliğe sahip bileşiklerin büyük bir çoğunluğunu oluştururlar. Kinonların temel yapısı, aromatik monosiklik ya da polisiklik bileşikten türeyen doymamış siklik ketondan meydana gelir. Bu grup yapısal çeşitlilik açısından en büyüklerden birisidir. Kinonlar yapılarına göre benzokinonlar, naptakinonlar ve antrakinonlar olarak sınıflara ayrılırlar. Endüstriyel seviyede en önemli kinonlar koşnil (*Dactylopus coccus* Costa)' in Meksika türlerinden elde

edilen karminik asit ve lak böceği (*Laccifer lacca* Kerr)' nden elde edilen karmesik asit antrokinonlarıdır. Kökboya (*Rubia tinctorum* L.) bitkisinin kökleri boyarmadde kaynağıdır. Bu doğal boyarmaddelerden bazıları alizarin, pseudopurpurin, purpurin, munjistin, rubiadin, ksantopurpurin, purpuroksantin, lusidin, çinizarin, kristofin ve antragalloldur (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Şekil 1.16'da renklendirici özellikleri olan naftakinon ve antrakinon bileşik yapıları verilmiştir.



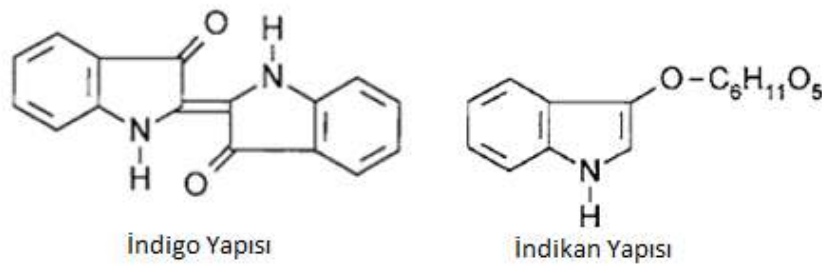
Şekil 1.16 Renklendirici özellikleri olan bazı naftakinon ve antrakinon bileşikler (Akbulut, 2011).

1.1.7.3 İndigoidler

En eski boyalardan biri mavi rengi veren indigodur. Günümüzde tropikal ve subtropikal ülkelerde doğal yollarla az miktarda indigo çeşitli bitkilerden elde edilmektedir. İndigo ikincil metabolizma ürünü olmakla birlikte bitkilerde lokal olarak bulunmaktadır. Mavi boya; *Isatis tinctoria* (Cruciferae familyası), *Indigofera suffruticosa*, *Indigofera tinctoria*, *Indigofera anil* (Leguminaceae familyası), *Nereum tinctorium*, *Polygonum tinctorium* (Polygonaceae familyası) gibi çok farklı cins ve takımlarda uygun olan bitkilerden elde edilebilmektedir. *Indigofera tinctoria* ve *Polygonum tinctorium* indigo üretimini oluşturan madde olarak indikan (indoksil-D-glukosid) ihtiva ederken, *Isatis tinctoria* çok miktarda indigo öncülü olarak Isatan B (indoksil-5-ketoglukonat) ve az miktarda indikan bulundurur. Doğada indigo öncülleri, doku hasar gördüğünde ve havayla temas ettiğinde hidrolazlar tarafından bozulur. Serbest indoksil oksijen ile kendiliğinden oksitlenerek

indigoyu oluşturur. Çivit otu (*Isatis tinctoria* L.) Avrupa’ da ortaçağdan 20. yüzyılın ilk bölümlerine kadar indigo kaynağı olarak yetiştirilip kullanılmıştır. İndigonun geleneksel elde edilme yöntemini çivit otu topları yapmak şeklinde bildirmiştir ve bu işlem, yeni hasat edilen yaprakların ezilip toprak haline getirilmesi (10-12 cm çapında) 4 ile 6 hafta kurutulması, oksidasyon sonucu indigo elde edilmesi şeklindedir. Ezilen toprak sonra yığınlar halinde kümelenir, su eklenerek birkaç hafta boyunca aerobik mayalanma yapması sağlanır. Bundan sonra indigo boyarmadde olarak kullanıma hazırdır. Boyamadaki geleneksel yöntemler; yaprakları aşırı biçimde suya maruz bırakarak ve pH’ ı ayarlayarak indigo elde etmeyi kapsar. Çivit otu (*Isatis tinctoria*) yaprakları ortaçağ teknik tanımlarına göre fıçı içinde hazırlanmıştır (Akar, 2006).

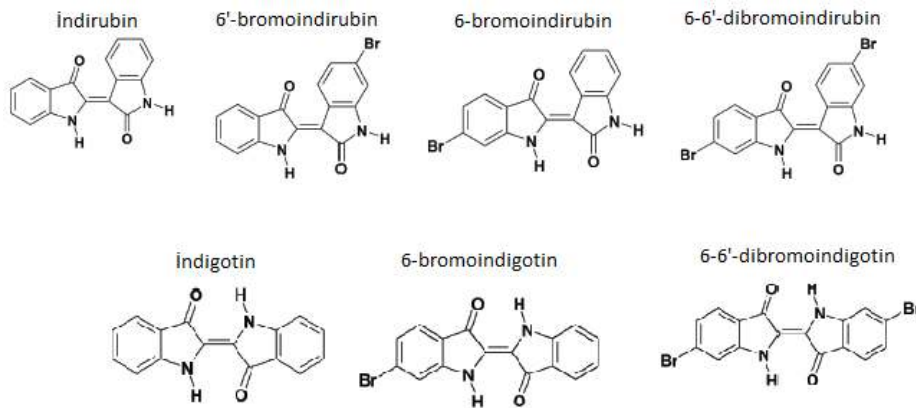
İndigo boyarmaddesinin yapısı iki indoksil molekülünün birleşmesi ile oluşmuştur. Hindistan çividi (*Indigofera tinctoria*) bitkisinin yapraklarında indoksilin glikoz ile oluşturduğu glikozit vardır ve bu glikozite indikan denir. Yaprakların fermentasyonu sonucu hidrolizlenen indikandan oluşan indoksil hava oksijeni tarafından indigoya yükseltgenir. Oluşan indigo fermentasyon ortamı tarafından açık sarı renkli löyko-indigoya indirgenir. Bazlarda çözünen açık sarı renkli bu bileşik bütün elyaf türlerini doğrudan boyar. Daha sonra elyaf üzerine tutunmuş olan sarı renkli indirgenme ürünü hava oksijeni tarafından hızla mavi renkli indigoya yükseltgenir (Deveoğlu, 2011). Şekil 1.17’de indigo ve indikan yapıları verilmiştir.



Şekil 1. 17 İndigo ve indikan yapısı (Deveoğlu ve Karadağ, 2011)

İndirubin, 6-bromo indirubin, 6'-bromo indirubin, 6,6'-dibromo indirubin, indigotin, 6-bromo indigotin ve 6,6'-dibromo indigotin, yaygın olarak *Muricidae* familyasına ait deniz kabuklularının hipobranşiyal salgıbezlerinde bulunan ve

kromojen grup içeren maddelerden elde edilen doğal boyarmaddelerdir. İndoksilin sülfat esterleri yapısındaki bu kromojen gruplar suda çözünebilen, renksiz maddelerdir ve fotokimyasal bir tepkime sonucunda boyarmadde meydana gelir. Kromojen grupların taşıdığı farklı sübstituentlerden dolayı oluşan boyarmaddelerin rengi de mavi ve mor aralığında değişmektedir. Kabuğun kırılarak hayvanın hipobranşiyal bezi dışarı çıkarıldıktan sonra hücreler ölmeye başlar ve içerdikleri prekürsör moleküller aril-sülfataz, purpuraz ve bromoperoksidaz enzimleriyle tepkimeye girerek hidroliz olurlar ve sarı renkli indoksil türevleri oluşur. İndoksil türevleri ışığa maruz bırakıldığında meydana gelen fotokimyasal tepkime sonucunda kükürt taşıyan sübstituentleri serbest kalır ve mor renkli boyarmadde meydana gelir. İki pozisyonunda sübstituent taşımayan indoksil türevleri havayla okside olarak fotokimyasal tepkimeye ihtiyaç duymadan indigoid pigmentlere dönüşür. İşlem sonucunda oluşan mor bileşik indirubin, 6-monobromoindirubin, 6'-monobromo indirubin, 6,6'-dibromoindirubin, 6-monobromoindigotin, 6,6'-dibromoindigotin ve bazı durumlarda eser miktarda isatin içerebilir (Demirbağ ve Dölen, 2015). Şekil 1.18'de bazı indigoid boyarmaddelerin molekül yapısı verilmiştir.



Şekil 1.18 İndigoid boyarmaddelerin molekül yapıları (Demirbağ ve Dölen, 2015)

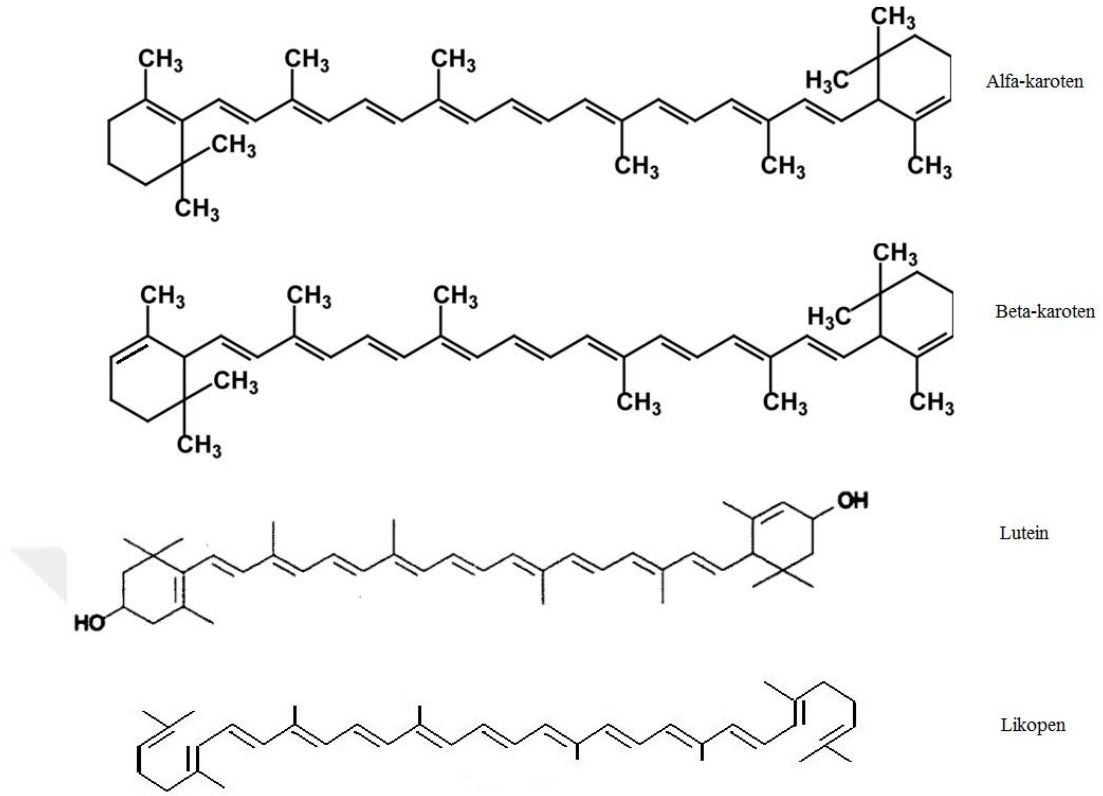
1.1.7.4 Karotenoidler

Karotenoid grubu maddeler bitkisel olarak meyve, sebze, çiçeklerde, hayvansal olarak kuş, böcek, deniz canlılarında ve yosunlarda bulunan sarı, turuncu ve kırmızı renkteki doğal pigmentlerdir (Baysal ve Ersus, 1999). Karotenoidler pigment kaynağı olarak bilinen maddelerdir. Bu renk maddeleri kaynaklarına göre sarı ve

kırmızı renktedir. Karotenoidler içerisinde doğada en fazla olanın luteindir. Domates ve kırmızıbiber gibi bazı ürünler kırmızı renklendirme özelliğine sahiptirler. Bu ürünlere bu özelliği veren kantaksantindir (Gülbüz ve ark., 2004).

Karotenoidler, birbiri ardına dizilmiş izoprenoid birimlerinden oluşmuştur. Karotenoidlerin genel yapısı beş karbonlu sekiz izoprenoid birimi şeklindedir. Molekülün merkezinden sonra diziliş sırası ters şekildedir, simetrik bir görünüm söz konusudur. Bağların kırık doğru şeklinde gösterimi ile izoprenoid birimlerine formal bölünme gerçekleştirilir. Konjuge çift bağ sistemi, karotenoidlerin kristalize halde iken hava oksijeni etkisiyle dekompozisyona duyarlılığın artmasına neden olur. Karotenoidler suda çözünmezler, bitkisel yağlarda az çözünürler, alifatik ve aromatik hidrokarbonlarda orta derecede çözünürler ve kloroform gibi klorlanmış hidrokarbonlarda oldukça iyi çözünürler. Karotenoidler görünür bölgede 400-500 nm dalga boyunda maksimum soğurma verirler ve bu nedenle de sarı-turuncu-kırmızı renkten sorumludur (Ötleş ve Atlı, 1997).

Karotenoidler yüksek bir şekilde görünen ışık dalgalarını absorbe edebilirler. Bu özelliğinden dolayı oksidasyona kolay maruz kalmaktadırlar. Sonuçta da rengin kaybolması meydana gelir. Karotenoidlerin çoğu cis formundadır. Stabilitesinin azlığından dolayı bir kısmı doğada trans formda bulunur. Karotenoidler 40 karbondan daha az karbon bulundurdıkları zaman apo karotenoidler veya norkarotenoidler olarak isimlendirilir (Gülbüz ve ark., 2004). Şekil 1.19'da karotenid yapıları verilmiştir.



Şekil 1.19 Bazı karotenidler (Gürbüz ve ark., 2004)

1.1.8 Mordanlama ve Mordan Çeşitleri, Mordanlama Yöntemleri

1.1.8.1 Mordanlama ve Mordan Çeşitleri

Boyama işleminde mordan denilen maddeler de kullanılabilir. Boyarmaddeleri tekstil elyafına bağlama işlemine mordanlama, bu amaçla kullanılan maddelere de mordan maddesi denilmektedir. Doğal boyarmaddelerden bazıları belirli metalik katyonlar (Al^{+3} , Fe^{+2} , Ca^{+2} ve Sn^{+2}) ile kompleks oluşturma sonrasında renklerinde değişiklik meydana gelmektedir (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Çoğu doğal boyarmadde düşük ışık ve yıkama haslığına sahiptir. Bu nedenle haslığı arttırabilmek için boyama öncesi, boyama sırası veya boyama sonrasında uygun kimyasal maddelerle bir işlem den daha geçirilmektedir. Mordan maddeleri olarak suda çözünen metal tuzları, zayıf asit veya baz özelliği gösteren maddeler kullanılmaktadır (Karadağ, 2007). Mordanlar yün, ipek ve bitkisel liflerin boyanmasında hem renk haslığını sağlamak hem de aynı maddelerden değişik

renkler elde etmek için kullanılmaktadır(Akar, 2006). En önemli mordan maddeleri şap [$KAl(SO_4)_3 \cdot 12H_2O$], demir şapı ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), bakır şapı ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), $SnCl_2 \cdot 2H_2O$ gibi maddelerdir (Karadağ, 2007).

Doğal boyarmaddelerle yapılan boyamalarda, düşük haslık değerlerini ve renk verimini geliştirmek için tekstil liflerinin boya alımı arttıran mordan maddelerinin kullanılması gerekmektedir. Aynı boyarmadde ile yapılan boyamalarda, farklı mordan maddeleri ya da aynı mordan maddesinin farklı konsantrasyonları kullanıldığında farklı renk ve tonlar elde edilebilmektedir. Ancak boyamada elde edilen son renk sadece boyanın çeşidinden ve konsantrasyonundan kaynaklanmamakta, mordan maddesinin konsantrasyonuna ve türüne de bağlı olmaktadır. Hatta bazen mordan maddesi boyanın kendinden çok daha önemli olabilmektedir. İdeal mordan maddesi düşük maliyetli olmalı, fiziksel ve haslık özelliklerini etkilemeden ya da artırarak uygulanabilir boyama koşullarında kayda değer bir renk verimi elde etmelidir. Bunlarla birlikte uygulama boyunca zararlı bir etki yaratmamalı, tekstil materyalinin kullanım ömrü boyunca da atık sularda kanserojenik etki meydana gelmemelidir. Mordan maddelerinin sınıflandırılmasına bakıldığında aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler.

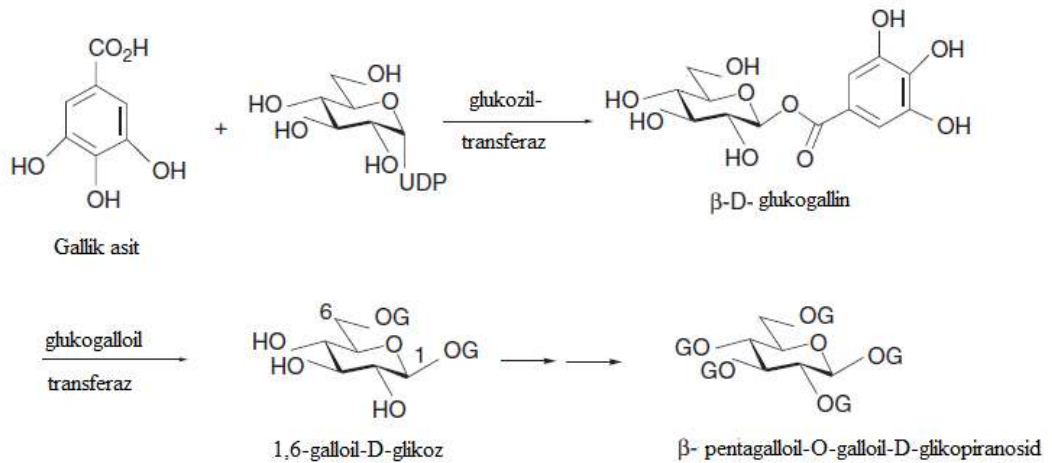
1. Metalik mordanlar
 - a. Açık renk veren mordanlar
 - b. Koyu renk veren mordanlar
2. Tanenler
3. Yağ tipi mordanlar

Metalik mordanlar, genellikle alüminyum, krom, demir, bakır, kalay gibi metal tuzlarıdır. Alüminyum tuzları (şap), krom tuzları (potasyum dikromat), kalay tuzları (kalay klorür) mordan maddeleri açık renk veren, bakır tuzları (bakır sülfat) ve demir tuzları [demir (II) sülfat, demir (III) sülfat] koyu renk veren mordanlardır. Şap ve potaş şap kullanılması güvenli, ucuz ve rahatlıkla bulunabilen mordanlardır. Potasyum dikromat, eko-standartlarında (bebeklerde 1 mg/kg, vücutla temas halinde ya da temas halinde olmadığında 2 mg/kg) belirtilen miktarda kullanılmalıdır. Çünkü

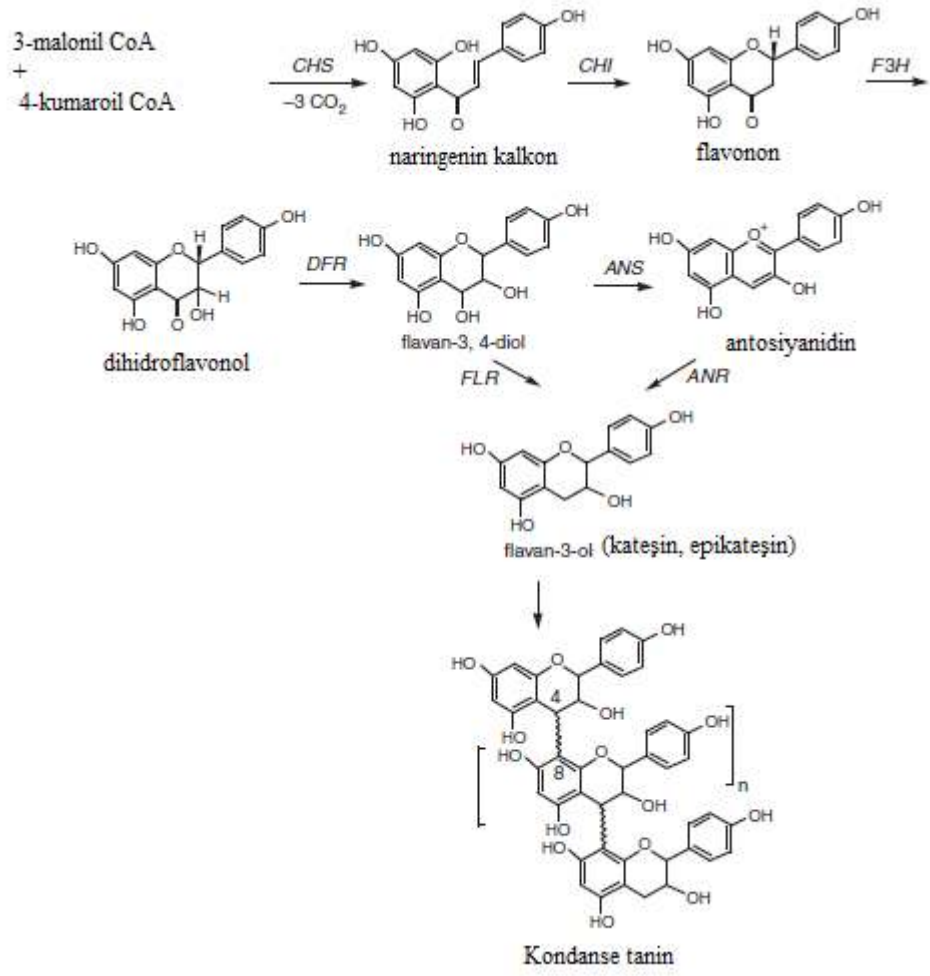
Cr^{+3} ve Cr^{+6} iyonları ağır metallerden olup insan sağığı için zararlıdır. Ayrıca krom mordanları pahalıdır. Kalay klorür ise diğ er mordanlara göre en açık rengi vermektedir ama hava ile oksidasyon olup kuma a sert bir tutum kazandırma olasılığı da vardır. Kalay klorür eğer kuma a belirli konsantrasyonlarda uygulanmaz ise kumaş mukavemetinde ( ekme dayanımında) kayıplara neden olabilmektedir. Bakır tuzlarının ise en bilindik hali bakır sülfattır. Bakır tuzları renk tonlarında bazı özel efektler meydana getirir. Ancak bakır tuzları da insan sağığına zararlıdır ve eko-standartlarında belirtilen miktarlarda kullanılmalıdır. Demir tuzlarının en bilinen hali demir (II) sülfattır, suda rahatlıkla     nelebilmektedir. Demir tuzları renklerde koyu karanlık kahverengi ya da siyah renk tonları elde etmek için kullanılmaktadır. Eskiden beri en çok kullanılan ve rahatlıkla tedarik edilebilecek mordan türüdür (Samanta ve Konar, 2011).

Tanenler, bitkilerin kök, kabuk, meyve, yaprak ve bitki mazılarında bulunan, bitkilerin farklı parçalarından elde edilen bitkisel bir üründür. Tanenler yüksek molekül ağırlıklı (500- 3000) fenolik hidroksi grubu içeren ve suda     nebilen polifenolik bileşenlerdir. Tanenlerin biyolojik sistemlerde, metal  elatları, protein tetikleyici ajanlar, biyolojik antioksidanlar gibi çeşitli etkileri vardır (Prabhu ve Teli, 2014). Metalik mordanlara afinitesi az olan tekstil materyalleri için tanenler tercih edilmektedir ayrıca deri tabaklamada kullanılan en önemli maddelerdir. Me e gomalağı, mimoza bitkisi, atkestanesi, sumak, nar, kubreko ağıacı, *Terminalia chebula*, palamut me esi tanen açısından en önemli bitkilerdir (Saxena ve Raja, 2014). Tekstil boyamacılığında tanenler biyomordan yani doğıal mordan maddesi olarak kullanılmaktadır. Kate ol (o-hidroksi) grubuna sahip olan tanenler, metaller ile metal  elatları meydana getirmekte ve kullanılan metallerin türüne göre farklı renk tonları elde edilmektedir. Tanenlerin fenolik hidroksi grupları ile proteinlerin serbest amino veya amido grupları arasında hidrojen bağı, tanenler ile diğ er materyallerin de hidroksil ve karboksil grupları arasında hidrojen bağı, tanenlerin anyonik grupları ile proteinlerin katyonik grupları arasında iyonik bağı, protein ve polimerlerin uygun reaktif grupları ile tanenlerin kinon veya yarı kinon grupları arasında kovalent bağı oluşturmak üzere üç çeşit bağı oluşturabilirler. Tanen-lif arasında oluşan bu bağılar pH'a, iyonik dayanıma ve metal  elatlarına göre değışiklik

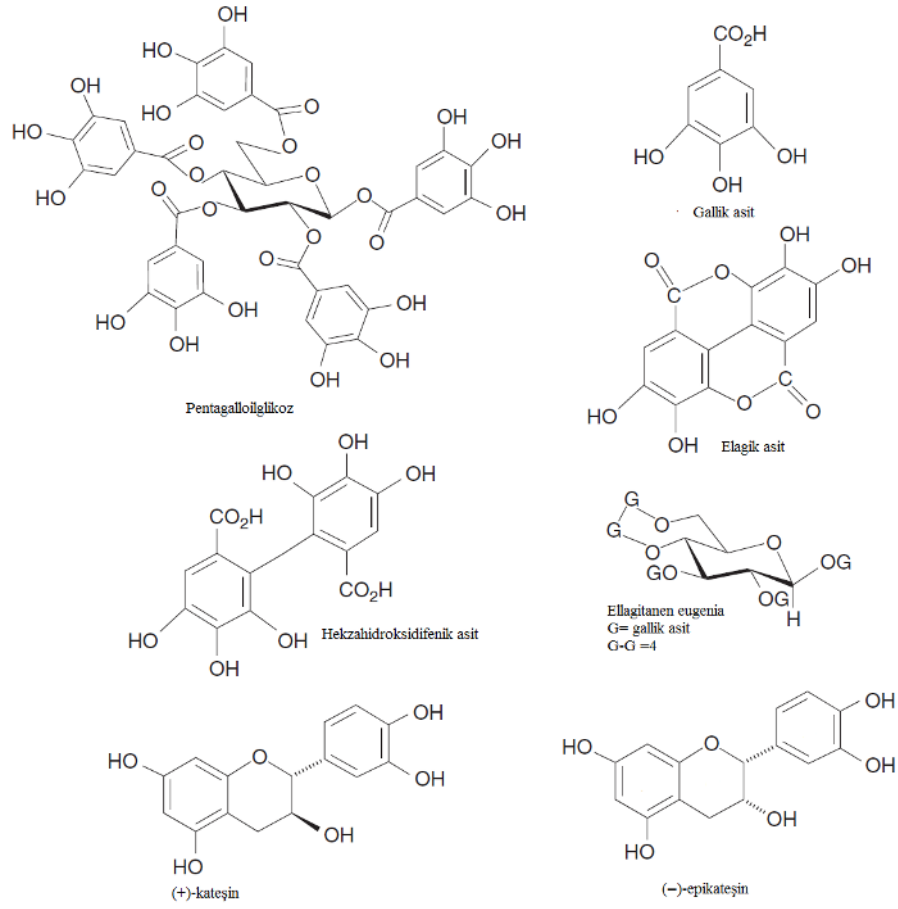
göstermektedir. Bitkilerde, hidrolize olabilen tanenler ve kondanse tanenler olmak üzere iki tür tanen bulunmaktadır. Hidrolize olabilen tanenler, gallik asit ya da türevleri tarafından glikoz gibi polihidrik alkol çevresinde kısmen veya tamamen esterlenmiş olan hidroksil grupları ile karakterize edilir. Bu yapıdaki tanenler kolayca sıcak su, asitler, bazlar, enzimler tarafından kolayca hidrolize edilebilir. Hidroliz sonucunda karbonhidrat ve fenolik asite ayrışırlar. Hidroliz sonucu gallik asit ya da elagik asit meydana gelir. Hidrolize olabilen bitkisel tanenleri gallotanen ve elagiktanen olarak sınıflandırabilmek de mümkündür (Gulrajani, 2001). Şekil 1.20’de hidrolize olabilen tanenlerin biyosentezi verilmiştir. Kondanse tanenler (proantosiyanidin) polimerik flavonoidlerdir. 15 karbon polihidroksiflavan-3-ol monomerlerinin C-C bağı ile bağlanarak meydana gelen oligomerleri ya da polimerleridir. Oluşan C-C bağlarının kopması hidroliz ile zordur (Julkinen-Tiitto ve Haggman, 2009). Merkezlerinde karbonhidrat taşımazlar. Kondanse tanenler kimyasal yapıları ve polimerizasyon derecelerine göre sulu organik çözücülerde çözünme özellikleri değişir. Üretilen kondanse tanenlerin en çok bilinenleri siyanidin ve delfinidindir. Antosiyanidinler çiçek, yaprak ve meyvelere pembe, kırmızı, menekşe rengi verir; şaraplara astrenjan etki oluşturan buruk bir tat verirler (Aydın ve Üstün, 2007). Şekil 1.21’de kondanse tanenlerin biyosentezi verilmiştir. Şekil 1.22’de bazı tanen monomerleri ve bir tanen olan β -pentagalloylglikoz verilmiştir.



Şekil 1.20 Hidrolize olabilen tanenlerin biyosentezi (Julkinen-Tiitto ve Haggman, 2009)



Şekil 1.21 Kondanse tanenlerin biyosentezi (Julkinen-Tiitto ve Haggman, 2009)



Şekil 1.22 Hidrolize olabilen ve kondanse tanenlerin bazı monomerleri ve β -pentagalloylglikoz (Julkinen-Tiitto ve Haggman, 2009)

Yağ tipi mordanlar, bitki yağlarından meydana gelmektedir. En önemli mordan yağı Türk kırmızısı yağıdır. Türk kırmızısı yağı kök boya ile yapılan boyamalarda en koyu kırmızı tonunu meydana getirir (Samanta ve Konar, 2011). Türk kırmızısı yağı hintyağı bitkisinin (*Ricinus communis* L.) tohumlarından elde edilmektedir. Hintyağı bitkisinden sulforasinalat etken maddesi elde edilmektedir (Başalma ve Pashazadeh, 2011). Sülfolanmış yağlar, doğal yağlara oranla daha iyi bağlanma kapasitesine sahiptirler (Samanta ve Konar, 2011).

Doğal boyarmaddelerin büyük bir çoğunluğunda mordanlı boyama yöntemi kullanılır. Bu tür boyamalarda boyarmadde direk olarak elyafı boyamaz veya elyaf üzerinde boyarmaddenin kalıcılığı zayıf olur (Karadağ, 2007).

1.1.8.2 Mordanlama Yöntemleri

Mordanlama yöntemi kullanılan tekstil materyaline, mordan ve boya türüne göre üç farklı şekilde yapılabilir.

- Ön mordanlama
- Birlikte mordanlama
- Ard mordanlama

Ön mordanlama yönteminde, mordan maddeleri tek tek kullanılabilirler gibi çeşitli oranlarda karıştırılarak da kullanılabilir. Bu mordan maddeleri mordanlama banyosunda çözüldükten sonra elyafın ilavesiyle uygun süre ve sıcaklıkta kalarak metal iyonu elyafa bağlanması sağlanır (Samanta ve Konar, 2011). Mordanlanmış elyaf önce yıkanır sonra boyama banyosuna alınarak istenilen renge göre boyarmadde kaynaklarından birisi veya birden fazlası birlikte kullanılabilir. Önce birisi ile boyanıp sonra diğer bir renkteki boyarmadde kullanılarak da boyanabilir. Boyama işlemi direk olarak bitki boyama banyosunda kullanılarak yapılır. Daha hassas boyamalar için ise boya bitkisi veya böcek önce su ile ekstrakte edildikten sonra boyanabilir (Karadağ, 2007). Pamuk ve selülozik liflerin mordanlanmamış hallerinin doğal boyarmaddeye afiniteleri olmadığı için bu lifler boyanacağı zaman genellikle ön mordanlama yöntemi kullanılmaktadır. Ayrıca ön mordanlama yönteminin defalarca kullanılabilir olması en çok tercih edilen mordanlama yöntemi olmasını sağlamaktadır (Saxena ve Raja, 2014).

Birlikte mordanlama yöntemi, mordan maddesi veya maddeleri ile boyarmadde içeren bitki veya böcek, boyama banyosuna birlikte konularak boyamaların gerçekleştirildiği yöntemdir (Samanta ve Konar, 2011). Mordan metalinin boyarmadde ile birlikte elyafa tamamen bağlanamadığı için bu yöntem zaman ve enerjiden tasarruf sağlamasına rağmen, boyamalarda çok tercih edilmemektedir. Mordan maddesinin hem de boyarmaddenin bir miktarı elyafa bağlanmadan önce boyama banyosunda kompleks bir yapı oluşturarak boyama banyosunda kalır ve boyarmadde kaynağından gelen boyarmaddelerin, bir miktarı ile mordan maddesinin

bir kısmı elyafa tutunamaz (Karadağ, 2007). Yün gibi hayvansal liflerin boyarmaddeye afinitesi olduğu için daha boyamanın başında boyarmaddeyi içine almaktadır, bu yüzden genellikle hayvansal liflerde birlikte mordanlama yöntemi tercih edilmektedir (Saxena ve Raja, 2014).

Ard mordanlama yönteminde, boyanmış olan elyaf ayrı bir banyoda mordanlanarak boyama işlemi tamamlanır. Ard mordanlamada tekstil materyali mordanlama işleminden sonra son rengini almaktadır (Saxena ve Raja, 2014). Genellikle tannin (gallik asit) içeren bitkiler önce boyama yapılır. Siyah rengin elde edilmesinde tanen içeren bitkiler meşe palamudu (*Quercus aegilops*) ve mazi gomalağı (*Quercus macrolepis*) ile önce boyanır sonra demir şapı ile mordanlanarak siyah renk elde edilir. Lak böceği ile yapılan boyamalarda önce lak böceği ile boyama yapılır. Sonra tanen içeren bitki ile mordanlanarak boyama tamamlanır (Karadağ, 2007).

1.1.9 Doğal Boyamacılıkta Boyama Çeşitleri

1.1.9.1 Mordanlı Boyama

Boyamada mordan maddeleri kullanılarak yapılan boyamadır. Bu boyarmaddeler tekstil yüzeyi ile doğrudan ve kendiliğinden bağlanamazlar ya da bağlandıkları zaman iyi sonuç veremezler. Bundan dolayı mordan maddesi kullanılır. Bazik özellikli boyarmaddeler için asidik mordanlama, asit özellikli boyamalar için de bazik mordanlama yapılmalıdır (Enez, 1987).

1.1.9.2 Küp Boyama

Küp boyarmaddeler suda çözünemedikleri için elyaf üzerine fikse olamazlar bu yüzden suda çözünebilir hale getirilmeleri gerekmektedir. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için boyarmaddenin bir çözelti içinde indirgenmesi gerekmektedir. İndigo klasik bir küp boyarmaddedir (Enez, 1987). Doğal boyamacılıkta, indigo içeren bitkiler boyanacağı zaman küp boyama yapılır. İndigo

içeren bitkiler toplandıktan sonra mayalanmaya bırakılarak içindeki boyarmadde açığa çıkarılır. Açığa çıkan boyarmadde suda çözünmediğinden yardımcı kimyasal maddeler (sodyum hidroksit ve hidrosülfid veya kireç) kullanılarak boyarmadde indirgenerek çözülür. Boyama banyosuna tekstil malzemesi daldırılıp çıkartılır ve indirgenmiş olan indigo havanın oksijeni ile bileşerek yükseltgenme tepkimesi verir ve boyama gerçekleşir. Yapılan boyama genellikle mavi ve yeşil rengin mavi bileşeni için gerçekleştirilir. Ancak bazı tarihi tekstillerin mor rengin mavi bileşeni içinde uygulanmıştır (Karadağ, 2007).

1.1.9.3 Direkt Boyama

Bitkilerin içerdikleri boyarmaddenin doğrudan sıcaklık ve zamana bağlı olarak elyafa aktarılması şeklinde gerçekleştirilen bir boyama yöntemidir. Bu yöntemde yardımcı mordan maddelerine ihtiyaç yoktur (Karadağ, 2007). Bu boyama yönteminde boyarmadde bazik gruplar içeriyorsa tekstil materyalinin asit gruplarıyla, boyarmadde asidik gruplar içeriyorsa tekstil materyalinin bazik gruplarıyla reaksiyona girmekte ve boyarmadde elyafa kimyasal bağ oluşturarak bağlanmaktadır (Enez, 1987). Bu tür boyama sınıfına giren ülkemizde iki önemli bitki bulunmaktadır. Bunlardan birisi kahve renk için kullanılan zayıf asit özelliği gösteren juglon boyarmaddesini içeren ceviz (*Juglon regia*) kabuğu ve yapraklarıdır. Diğeri ise doğal boyar maddeler içerisinde zayıf baz özelliği gösteren ve sarı renk boyamalarda kullanılan karamuk kökü (*Berberis vulgaris*) dir. Bunların dışında dibrom indigo içeren deniz kabuklusu purpur (mureks çeşitleri) direk olarak elyafa sürtünme şeklinde uygulanır ve açık havada oksitlenmeye bırakılır (Karadağ, 2007).

1.1.10 Doğal Boyarmaddelerin Avantajları

Doğal boyarmaddeler sentetik boyarmaddeler ile karşılaştırıldıklarında genelde çevre kirliliğine yol açmazlar. Bu boyarmaddeler daha az toksik ve daha az alerjeniktirler. Bu avantajlarından dolayı son on yılda doğal boyarmaddelerin kullanımı; gıda, farmasötik, kozmetik ve tekstil boyama endüstrisi alanında ivme kazanmıştır. Doğal boyamacılıkta kullanılan bitkiler o yörede doğal olarak yetişen

bitkilerdir. Bunlar toplandıktan sonra boyama için kullanılırlar. Bitki atıkları ise bir yıldan daha kısa bir sürede doğal gübre olarak tekrar toprağa karışır. Kısacası bu bitkiler ister kullanılsın isterse kullanılsın bir yıl sonra tekrar kendiliğinden yetişmektedir. Bu nedenle bu bitkilerin kullanılmaması heba olup gitmesi anlamına gelmektedir. Doğal boyamacılıkta birçok metal tuzları kullanılmasına rağmen son yıllarda, toksik, kanserojen ve çevre kirliliğine yol açmayan metal tuzlarından yalnızca alüminyum ve demir şapları kullanılmaktadır. Öteki metal tuzlarının daha çok renk seçeneği olmasına karşın toksik, kanserojen ve çevre kirliliğine neden olmaları kullanımlarını engellemektedir (Deveoğlu ve Karadağ, 2011). Ayrıca doğal boyarmaddeler insan gözüne daha yumuşak pastel tonlarda gözükmekte, boyama yönteminde, boyarmaddede ya da mordan maddesinde yapılacak küçük bir değişiklik renk tonlarında çeşitliliğe neden olmakta ve böylelikle daha fazla renk elde edilebilmektedir. Kiraz eriği (harda) , indigo gibi maddeler tarım arazilerinde gübre olarak kullanılabilmekte böylece atık bertarafı sağlanabilmekte ve doğal boyarmaddeler genellikle güve önleyici özellik göstermekte ve bu yüzden de çocuk giysilerinde rahatlıkla kullanılabilir (Samanta ve Konar, 2011).

1.1.11 Doğal Boyarmaddelerin Dezavantajları

Doğal boyarmaddelerin dezavantajları da vardır;

- Doğal boyarmaddeler kullanıldığında, mevsime, ürünün olgunluk derecesine, ürünün hasat zamanına, ürünün türüne ve cinsine göre farklılıklar oluşabildiği için boyamada aynı renk tonunu tutturabilmek zordur.
- Doğal boyarmaddenin elde edilmesinde standart koşullar sağlamak zordur.
- Doğal boyarmaddeleri elde edebilmek için deneyimli insan gücü gerekir bu da boyama veriminde düşüş olduğu zaman daha fazla boyarmaddeye, mordan maddesine ve boyama süresine neden olur.
- Ekstraksiyon ve boyama teknikleri ile ilgili teknik bilgi eksikleri doğal boyarmaddelerinin kullanımında dezavantajdır.
- Doğal boyarmaddeler ile boyanmış tekstil materyallerini düşük haslık özelliklerine sahiptir. Su, ışık ve tere maruz kaldıklarında renk tonlarında değişim meydana gelmektedir.

- Mordan maddelerinin kullanılması çevresel kirliliğe neden olabilmektedir (Bechtold ve ark., 2007; Samanta ve Konar, 2011).

1.1.12 Doğal Boyarmaddelerin Analiz Yöntemleri

Boyarmadde analiz yöntemlerinden genellikle kromatografik, spektroskopik ve özel analiz yöntemler kullanılır. Bu yöntemlerden birisi veya birden çoğu kullanılarak, tarihi ve arkeolojik sanat eserlerinden alınan örneklerin önce içerdiği boyarmaddeler tespit edilir (Karadağ, 2007). Bu yöntemlerden İnce Tabaka Kromatografisi (TLC), Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) ve Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektroskopisi (LC-MS) son yıllarda en fazla tercih edilen yöntemlerdir. Bu yöntemler gerek tarihi objelerdeki boyarmaddelerin analizinde gerekse de bazı bitki ve böceklerin içerdiği boyarmaddelerin analizlerinde kullanılmaktadır (Deveoğlu ve Karadağ, 2011).

1.1.12.1 Kromatografik Yöntemler

1.1.12.1.1 İnce Tabaka Kromatografisi (TLC). Kromatografik analiz yöntemlerinden TLC (ince tabaka kromatografisi) son derece basit, ucuz ve analiz süresi kısa bir yöntemdir (Karadağ, 2007).

Teorik olarak sabit ve hareketli fazların tipleri ve uygulamaları açısından ince-tabaka kolon sıvı kromatografisi oldukça benzerdir. Kolon kromatografisi yöntemlerinin geliştirilmesinde, kullanılmasına ilave olarak ince tabaka kromatografisi ilaç ürün saflığı için bütün önemli tayinlerin yapıldığı bir yöntem haline gelmiştir. TLC' de hareketli ve sabit olmak üzere iki faz vardır. İnce tabakaya analiz edilmek istenen madde adsorblanır. Adsorbent sabit fazı oluşturur. İnce tabakanın konulduğu bir çözücü vardır. Bu da hareketli fazı oluşturur. Bitki ekstraktındaki bileşenler, hareketli faz yardımı ile sabit faz üzerinde değişik hızlarla hareket ederler veya sürüklenirler. Numunede bulunan bileşenlerin miktarının yarı kantitatif tayini lekelerin alanı standarda ait lekelerin alanı ile karşılaştırılarak yapılabilir. Daha iyi veriler plaka üzerindeki lekenin kazınması analitin sabit fazdan

ekstraksiyonu ve analitin uygun bir fiziksel veya kimyasal yöntemle ölçülmesi ile elde edilebilir. Üçüncü bir yöntemde ise tarayıcı bir dansitometre lekenin yaydığı floresans veya yansıtma ışınlarını ölçmekte kullanılır. Hareketli faz sabit fazdan kapiler etki, yerçekimi gibi etkenler sayesinde geçerler. Analiz sonucunda görünmeyen noktalar; belirli periyotlarla ısıtılarak, UV ışık altında bakılarak ya da bazı ayraçlar sıkılarak görünür hale gelirler. Tabakada oluşan her bir nokta birbirinden farklı bileşen maddelerini temsil eder (Çiftçi, 2013).

1.1.12.1.2 Kolon Kromatografisi. Biyomoleküllerin saflaştırılmasında sıklıkla kullanılır. Kolon, biyomolekülleri seçici adsorblayan bir maddeyle (katı porlu matriks) doldurulur bu sabit fazı oluşturur. Biyomolekül karışımı kolona verilir bu biyomolekül karışımı da hareketli fazı oluşturur. Tampon çözelti (mobil faz) ile yıkanan kolon tarafından, adsorbe edilmeyenler önce, adsorbe edilenler daha geç kolonu terkeder. 1903 yılında Tsvet bitki pigmentleriyle çalışırken kolon dolgu maddesi olarak kireç kullanmıştı. Günümüzde ise çoğunlukla silika jel ve alümina kullanılmaktadır. Kolon kromatografisinin etkinliği çeşitli faktörlerin düzgün ayarlanmasına bağlıdır. Bu faktörler, adsorban seçimi, çözücünün polaritesi, kullanılacak kolonun boyu ve çapı, çözücünün akış hızı şeklinde sıralanabilir. Kromatografide yürütücü hareketli faz olarak kullanılacak olan çözücüler, adsorbanı çözmemelidir, adsorban ve ayrılacak maddelerle reaksiyon vermemelidir, ayrılacak maddelerin desorpsiyonu için iyi bir seçiciliği olmalıdır, ayrılacak maddeleri yeteri kadar çözebilmelidir, ayırmadan sonra kolay uzaklaştırabilmek için düşük kaynama noktasına sahip olmalıdır. Toksik olmamalı ve ucuz olmalıdırlar (Susever, 2015).

1.1.12.1.3 Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi (HPLC). Tarihi ve arkeolojik (halı, kilim, kumaş, resim, duvar resimleri minyatür, vb. gibi) eserlerden boyarmadde analizleri için en çok kullanılanlar HPLC (yüksek basınçlı sıvı kromatografisi) ve HPLC-MS (yüksek basınçlı sıvı kromatografisine bağlı kütle spektroskopisidir) (Karadağ, 2007).

HPLC’de hareketli faz, sabit faz (yani kolon) içerisine yüksek basınçla pompalanır. Bu da kompleks karışımları oluşturan maddelerin kolaylıkla ayrılmasına

yardımcı olur. Sıvı kromatografisi yönteminin özel bir uygulaması olan yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) yönteminde, sâbit faz olarak kullanılan dolgu maddelerinin tanecik boyutunun küçültülmesi sonucu hareketli faz ile etkileşen sâbit faz yüzey alanı büyür ve böylece kolonun etkinliği arttırılmış olur. Çok sıkı olarak doldurulmuş kolondan hareketli fazın belirli bir hızla geçebilmesi için basınç uygulanması gerekir. Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi, günümüzde çok yaygın olarak kullanılan ve özellikle de gaz kromatografisinde ayrılamayan uçucu olmayan bileşenlerin ayrılmasında en çok tercih edilen kromatografik ayırma yöntemlerinden birisidir. Bu yöntemde, bir sıvı içerisinde çözülmüş karışım sâbit fazın katı olduğu kolonlara enjekte edilir ve bir pompa yardımıyla kolondan hareketli faz olarak bir çözücü veya çözücü karışımı geçirilir. Böylece kullanılan çözücü ile katı sâbit faz arasındaki yarış sonucu karışımındaki bileşenler hızlı bir şekilde birbirinden ayrılır. HPLC cihazlarında, ayrılan bileşenleri tanımlamak üzere çok farklı dedektörler kullanılabilmektedir. Böylece HPLC ile çok farklı türde maddeler hızlı bir şekilde analiz edilebilmektedir. Bu yöntem ile; amino asitler, proteinler, nükleik asitler, aromatik hidrokarbonlar, karbonhidratlar, ilaçlar, terpenoidler, pestisitler, antibiyotikler, steroidler, metal-organik türler ve çeşitli inorganik bileşikler kolaylıkla analiz edilebilmektedirler (T.C. M.E.B., 2013). Kromatografik ayırmada maddeler birbiriyle karışmayan iki faz arasında dağılırlar. Fazlardan birine hareketli (mobil) faz, diğerine ise durgun faz (stasyoner faz) denir. Karışımındaki her maddenin hareket hızı (R_f), maddenin hareketli veya mobil faza olan ilgisine göre belirlenir. Hareketli faza daha çok ilgisi olan maddeler daha hızlı hareket ederler. Kolondan çıkan her maddenin konsantrasyon profili, pik olarak adlandırılır. Piklerin oluşturduğu tabloya da kromatogram adı verilir (Anonim, 2015).

1.1.12.1.4 Gaz Kromatografisi (GC). Gaz kromatografisi sistemlerinde numune enjeksiyon portuna enjekte edilen numune buharlaştırılır ve buhar fazı olarak kolon boyunca hareket ettirilerek dedektöre ulaşması sağlanır.

Gaz kromatografisinde amaç diğer kromatografik sistemlerde olduğu gibi sabit bir faz üzerinden geçirilen numune içerisindeki ayrılması istenilen maddelerin sabit faz ile ilgisi ölçüsünde alıkonulurlar ve ayrılırlar (elute olurlar) ve daha sonra sırası ile

dedektöre ulaşırlar. Maddelerin konsantrasyonları oranında pik yükseklikleri verirler. Gaz kromatografisinin diğer kromatografilerden farkı gaz kromatografisinde numune içerisindeki bileşenlerin gaz fazında hareket etmeleridir. Gaz faz, analitin molekülleri ile etkileşmelidir. Gazın tek işlevi analiti kolon boyunca taşımaktır. Kendisi veya bir türevi buharlaştırılabilir maddelerden oluşmuş kompleks organik bileşiklerin, organo-metalik bileşiklerin ve biyo-kimyasal maddelerin ayırımında kullanılan ideal kromatografik ayırım sistemidir. Ayrıca bu sistemle ayrılan maddelerin tespitinde kullanılan ideal bir tekniktir. Kalitatif analizi için alıkonma zamanları veya hacimleri kullanılır. Kalitatif analizlerde ise ya pik yükseklikleri veya pik alanları kullanılmaktadır (Çiftçi, 2013).

1.1.12.2 Spektroskopik Yöntemler

1.1.12.2.1 Ultraviyole ve Görünür Işık Absorbsiyon Spektroskopisi (UV-Vis Spektroskopisi). Moleküler absorpsiyon spektroskopisi 160-780 nm dalga boyları arasındaki ışığın belirli bir ışın yoluna sahip bir hücredeki çözeltinin geçirgenliğinin (T) veya absorbansının (A) ölçümüne dayanır.

Bu absorpsiyon daha çok moleküllerdeki bağ elektronlarının uyarılmasından kaynaklanır, bunun sonucu olarak moleküler absorpsiyon spektroskopisi bir moleküldeki fonksiyonel grupların tanımlanmasında ve aynı zamanda fonksiyonel grupları taşıyan bileşiklerin nicel tayininde kullanılır. UV-Vis spektroskopisi çok sayıda organik ve inorganik bileşiğin analizinde kullanılmaktadır (İnönü Üniversitesi, 2010).

UV-Vis spektroskopide bir atom veya moleküle dışarıdan belirli bir dalga boyunda bir ışın gönderildiğinde elektronlardan bir tanesi spinin yönünü değiştirmeden karşı bağ orbitaline atlar. Bu olaya elektronik geçiş denir. Böyle bir geçiş sonucu meydana gelen hale uyarılmış hal denir. Bir molekülde temel hal ile uyarılmış hal arasındaki enerji farkına geçiş enerjisi denir. Moleküler bağ orbitaline kovalent bağda denir. Moleküler orbitalde veya kovalent bağda bağı meydana getiren elektronla iki çekirdek arasındaki kulon itmelerini minimuma indirmek üzere iki

atom arasındaki hacimde hareket ederler. Bir maddenin absorpsiyon yapabilmesi için dipol momentinin, ışının elektrik alanı ile etkileşimi gerekir. Böyle bir etkileşme sonucu maddenin dipol momenti daha da büyür. Buna göre dipol yapıda olan maddelerin absorpsiyonları kolaylıkla anlaşılabilir (Çiftçi, 2013).

1.1.12.2.2 *Fourier Dönüştümlü Infrared Spektroskopisi (FT-IR Spektroskopisi).*

Maddenin infrared (kızılotesi) ışınlarını absorplaması üzerine kurulmuş olan bir spektroskopi dalıdır.

Homonükleer (H_2 , O_2 , Cl_2 gibi) moleküller hariç bütün moleküller infrared ışınını absorplarlar ve infrared spektrumu verirler. İnfrared spektroskopisinde ışınlar dalga boyları ile değil dalga sayısı ile verilir. Dalga sayıları 400 cm^{-1} 'den daha küçük ışınların enerjileri moleküllerin rotasyon enerjileri seviyesinde olduklarından havadaki moleküller tarafından bile kolaylıkla absorbe edilirler. İnfrared spektroskopide daha çok yapı tahlilinde kullanılır ve N-MR spektroskopisi ile birlikte uygulanır. Her maddenin kendine özgü bir infrared spektrumu vardır. Moleküller içindeki atomların titreşimleri sırasında atomlar arasındaki uzaklık devamlı büyüyüp küçüldüğünden iki atom arasında titreşim halinde bir elektriksel alanına uyunca ışın absorplanır ve ışını absorplayan molekülün elektriksel yük dağılımı daha da asimetrik olur ve dipol momentı büyür. Buna karşılık N_2 , O_2 gibi moleküllerde dipol momentı değişmesi olmadığından bunlar infrared ışınlarını absorplanamazlar. Titreşim spektroskopisinde (IR) absorplanan ışınların enerjileri söz konusu madde moleküllerinin titreşim enerjileri kadardır (Çiftçi, 2013).

1.1.12.2.3 *Nükleer Manyetik Rezonans Spektroskopisi (N-MR).*

Çekirdeklerin 4-900 MHz (75m-0,33m) aralığındaki radyo frekansı aralığındaki elektromanyetik ışınların absorpsiyonuyla dönme enerji seviyelerine uyarılmalarının ölçümüne dayanır.

N-MR spektroskopisi kovalent bileşiklerin yapılarının aydınlatılmasında kullanılır. 1H , ^{11}B , ^{13}C , ^{15}N , ^{31}P , ^{19}F vb. N-MR'ları vardır. Ultraviyole, görünür bölge (Vis) ve infrared (IR) ışınların absorpsiyonunda atomların dış kabuk

elektronları söz konusu iken N-MR spektroskopide atomların çekirdekleri devreye girer. Ayrıca absorpsiyon için gerekli olan farklı enerjiler de çekirdek spin hallerinin oluşması için analiti şiddetli bir alana koymak gerekir. N-MR spektroskopide kimyasal yapıların aydınlatılması için kimyacıların elinde en güçlü araçlardan birisidir. Halen kullanılmakta olan N-MR spektroskopilerin iki genel tipi vardır. Bunlar sürekli dalga N-MR spektrometresi ve puls'lu veya fourier dönüşümlü N-MR spektrometresidir. Sürekli dalga cihazları, petrol teknolojisinde hidrojenleme oranının belirlenmesi, yağlarda, gıda ürünlerinde ve tarım ürünlerinde su tayini gibi rutin uygulamalarda kullanılır. N-MR spektrumları daha çok saf haldeki bileşiklerin nitel analizinde ve yapılarının belirlenmesinde kullanılır. N-MR spektroskopisi ile nicel analiz de gerçekleştirilebilir. Ancak yöntem bu amaçla kullanılırken duyarlılığın çok az olduğu bilinmelidir. N-MR yöntemi ile maddeler genellikle çözelti içinde incelenir. Maddenin çözücü içinde yaklaşık % 10 kadar çözünebilmesi gereklidir. Çözücüler proton içermeyen türdendir (Çiftçi, 2013).

1.1.12.2.4 Kütle Spektroskopisi (MS). Kütle spektrometri yöntemi, bilinmeyen bileşiklerin tanımlanmasında, bileşiklerin miktarlarının belirlenmesinde, moleküllerin kimyasal ve yapısal özelliklerinin aydınlatılmasında rutin ve araştırma amaçlı olarak endüstri ve akademik alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kütle spektrometrisinde analitin, özel düzenekler aracılığıyla gaz halinde yüklü ve hareketli bileşenlere dönüştürülmesi ve bunun sonucunda parçalanan yüklü analit parçacıklarının kütle/yük (m/z) oranlarına göre ayrılması işlemleriyle tanımlama ve tayini gerçekleştirilir (Çiftçi, 2013).

1.1.12.3 Özel Yöntemler

Özel yöntemler ise son derece basit işlemler olup, kullanılan boyarmaddelerin tanınmasında bazı kimyasallar kullanılarak, renk değişimi, farklı çözücülerdeki davranışlarına bakılarak ön değerlendirme yapılabilir. Örneğin bir halının mavi renginin indigo boyarmaddesi ile boyanıp boyanmadığını, anlamak için, cam bir kaba asetik asit veya sirke konur içerisine mavi renkli örnek ilave edilir. Isıtılmaya

başlanan örnekteki mavi renk sirkede çözünmüş ise bu durum indigo ile boyanmış, aksi durum ise indigo ile boyanmamış olduğunu gösterir (Karadağ, 2007).

1.1.13 Doğal Boyarmaddelerle Yapılan Çalışmalar

Erkan ve Yılmaz (2016), bu çalışmada defne (*Laurus nobilis* L.) meyvelerini kurutup ve öğütüp, etanaol ile ekstrakte etmişlerdir. Elde ettikleri ekstraksiyon ile yün ipliklerinin boyanabilirliğini araştırmışlardır. Yün ipliklerini üç mordanlama yöntemine göre mordanlamışlar, bakır sülfat, demir(II)sülfat, potasyum dikromat ve şap mordan maddelerini kullanmışlardır. Boyanan numunelerin K/S ve renk değerlerine bakmışlar, yıkama haslığı, ter haslığı ve ışık haslığı özelliklerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmalar sonucunda en yüksek K/S değerini 2 gr/L bakır sülfat mordan konsantrasyonunda ön mordanlama yapılan numunede elde etmişlerdir. En yüksek L* değerini şap ile mordanlanan, en düşük L* değerini de 2 gr/L bakır sülfat mordanı ile ard mordanlanan numunede olduğu görülmüştür. Haslık özelliklerini incelediklerinde bütün haslıkların orta ve iyi derecede sonuçlar verdiğini görmüşlerdir. Elde ettikleri sonuçların ışığında defne meyvelerinden elde edilen ekstraksiyon ile yünlü mamüllerin boyanmasında kullanılabileceğini iddia etmişlerdir.

Hasan ve ark. (2015), bu çalışmada kına yapraklarından kolon kromatografisi ile izole edilmiş ekstraksiyon kullanılarak ipek ve pamuk kumaşlar boyamıştır. Yapılan boyamada farklı konsantrasyonlarda $KAl(SO_4)_2$, $CuSO_4$ ve tartarik asit mordan maddesi olarak kullanılmış ve kumaşlara ön ve ard mordanlama yapılmıştır. Boyanan kumaşların renk değerlerine, boyama koşullarındaki değişikliklerin etkisine, boya emilim yüzdesine, yıkama, sürtme ve ışık haslıklarına bakılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, aynı metot ile boyanmış ipek kumaşların boyalı pamuk kumaşlarına göre daha iyi renk değerlerinin olduğu, ipek kumaşlardaki boya emilim yüzdesinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Farklı mordan konsantrasyonlarıyla boyanan kumaşların renklerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Bu çalışmada kullanılan $CuSO_4$ mordanı diğer mordanlara göre daha iyi haslık sonuçları vermiştir.

Elnagar ve ark. (2014), bu çalışmada naylon ve poliester kumaşları yüzey modifikasyonu sağlanması ve boyanabilirliği arttırmak için UV/ozon ışınlaması ile ön işleme tabii tutmuş daha sonra kurkumin ve safran ile boyamıştır. Taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile yüzey morfolojisindeki ön iyileştirme etkisi çalışılmış, mekanik davranışlar ise gerilme direnci ve uzama yüzdesi ile belirlenmiştir. Fourier dönüşümlü infrared spektroskopisi-zayıflatılmış toplam reflektans (FTIR-ATR) analizi ile de kimyasal yüzey modifikasyonu incelenmiştir. Boyanmış ve iyileştirme yapılmış kumaşların renk değerlerine, K/S değerlerine, yıkama ve ışık haslıklarına bakılmıştır. SEM analizleri sonucu boyanmış numunelerin K/S değerlerindeki artışın UV/ozon ışınlaması ile yapılan iyileştirme sonucu olabileceği görülmüştür. UV/ozon ışınlaması yapılan örneklerde mekanik özelliklerin azaldığı görülmüştür. Yıkama ve ışık haslık değerlerinin ise mükemmel olduğu bulunmuştur.

Nateri ve ark. (2014), bu çalışmada, muhabbet çiçeği ve nar kabuklarından elde edilen doğal boya ile naylon kumaşa sarı renkli boyama üzerine çalışmıştır. Çalışmada alüminyum potasyum sülfat mordan maddesi olarak kullanılmış olup mordansız, ön mordanlanmış, birlikte mordanlanmış ve ard mordanlanmış boyamalar üzerine çalışılmıştır. Boyaların boyama davranışları kolorimetrik değerlendirme ve haslık özellikleri ile belirlenmiştir. Ayrıca boyanmış numunelerin spektrofotometrik özellikleri de temel bileşenler analizi (PCA) tarafından incelenmiştir. Boyanmış numunelerin kolorimetrik değerlendirmeleri karşılaştırıldığında nar kabuğu ile boyananların muhabbet çiçeği ile boyananlara göre daha açık tonlarda olduğu görülmüştür. Ayrıca PCA metodu nar kabuğu ve muhabbet çiçeği ile boyalı örneklerin arasındaki farkı göstermiştir. Sürtme haslığı sonuçları her iki boya içinde mükemmel sonuçlar vermiştir. Mordan maddelerinin, naylonun yıkama haslık sonuçlarını arttırdığı görülmüştür. En iyi ışık haslığı sonuçları ard mordanlama yönteminde elde edilmiştir.

Mirjalili ve ark. (2014), bu çalışmada kınadan elde edilen doğal boyarmadde ile naylon kumaşların boyanması ve farklı mordan maddelerinin meydana getirdiği etkiler incelemiştir. Gram negatif (*Escherichia coli*) ve gram pozitif (*Staphylococcus*

aureus) bakterilerine karşı kumaşların antimikrobiyel özellikleri incelenmiştir. Böylelikle kına konsantrasyonu ile antibakteriyel aktivite arasındaki ilişki üzerine araştırma yapılmıştır. Mordan maddesi olarak demir(II)sülfat, bakır(II)sülfat, potasyum alüminyum sülfat maddeleri kullanılmış, mordanlama birlikte mordanlama yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada numunelerin antibakteriyel özelliklerine, K/S değerlerine, ev tipi yıkamaya karşı antibakteriyel özelliklerin dayanımına bakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre demir(II)sülfat ile mordanlanan numunelerin en yüksek K/S değerlerine sahip olduğu bulunmuştur. Antibakteriyel testler sonucunda kına ile yapılan boyamaların iyi antibakteriyel etki gösterdiği, mordan kullanımının antibakteriyel etkiyi arttırdığı görülmüştür. Ayrıca yapılan ev tipi yıkamalarda antibakteriyel etkinin devam ettiği, mordanlı örneklerin mordansızlara oranla daha iyi haslık özellikleri gösterdiği görülmüştür.

Maamoun ve ark. (2014), bu çalışmada kökboyanın ipek ve poliamid 6 kumaşların baskısında kullanım olanakları incelemiştir. Kök boya bitkisi kurutulduktan sonra öğütülmüş, öğütüldükten sonra belirli bir süre topaklanmayı önlemek için ses dalgalarına maruz bırakılmıştır. Asidik pH'ta üre ile baskı patı oluşturulmuştur. Ön muameleden geçmiş kumaşlara baskı yapılmış ve baskılar buharlanmış ve yıkanmıştır. Kumaşlar baskıdan önce demir klorür ve demir(II)sülfat ile ön mordanlama işlemine tabii tutulmuşlardır. Baskı yapılan kumaşların renk değerlerine, SEM görüntülerine, TEM görüntülerine, FT-IR spektrumlarına, UV görünür bölge spektroskopisine, yıkama-ter-sürtme haslık özelliklerine ve gerilme direncine (mukavemetine) bakılmıştır. Yapılan analizler sonucunda en yüksek K/S oranını 30 gr/L mordan konsantrasyonu ile mordanlama yapılmış olan kumaşlarda olduğu görülmüştür. Mordanlama yapılmamış baskıların renk verimlerinin mordanlama yapılmış olanlara göre daha düşük olduğu bulunmuştur. Ayrıca 10 gr/kg üre konsantrasyonunda en yüksek K/S değerleri olduğu saptanmıştır. Kök boyanın spektrumunda 501-592 nm'de absorpsiyon pikleri görülmüştür. Haslık özelliklerine bakıldığında bütün haslık testleri için sonuçlar iyi – çok iyi seviyesinde olduğu görülmüştür. Ayrıca mukavemet özellikleri de en düşük demir klorid ile mordanlanan kumaşlarda olduğu görülmüştür.

Yaqub ve ark. (2014), bu çalışmada lak böceğinden ekstraksiyon ile lakaik asiti saflaştırmışlar, elde edilen ekstrakt ile ipek kumaşların boyanabilirliğini incelemişlerdir. Boyamalar birlikte mordanlama yöntemiyle ve mordansız olarak yapılmış, $KAl(SO_4)_2$, $KCr(SO_4)_2$, $FeSO_4$, $CuSO_4$ mordan maddeleri kullanılmıştır. Yapılan boyamaların yıkama, ışık, yaş/kuru sürtme ve ütü haslıklarına, IR spektrometresinde reflektans değerlerine bakılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda mordan cinsine bağlı olarak birbirinden farklı tonlarda boyama elde edilmiştir. Boyanmış kumaşlara uygulanan haslık testlerinde iyi sonuçlar elde edilmiştir. IR spektrofotometresi sonuçlarına göre mordanlı boyamada mordansız boyamaya göre daha iyi sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Uddin ve ark. (2014), bu çalışmada soğan dış kabuklarından kaynatma yöntemine göre elde edilen ekstraksiyon ile ipek kumaşları boyamıştır. Çalışmada ön mordanlama yapılmış, mordan maddesi olarak $KAl(SO_4)_2$, $FeSO_4$, $SnCl_2$, tannik asit, tartarik asit ve bunların kombinasyonları kullanılmıştır. Mordanlanmadan boyanan ve mordanlı boyanan kumaşlar karşılaştırılmış ve boyalı kumaşların renk değerlerine, yıkama, ışık, kuru temizleme, sürtme ve ter haslıklarına bakılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda en yüksek K/S değerini $FeSO_4$ - $KAl(SO_4)_2$, en düşük K/S değerini $SnCl_2$ -tartarik asit mordanı kullanılan örnekler vermiştir. Kombinasyonsuz mordanlandıklarında kumaşların K/S değerlerinin $FeSO_4$ >tartarik asit> $SnCl_2$ >tannik asit> $KAl(SO_4)_2$ şeklinde azaldığı, kombinasyonlu mordanlarda ise $FeSO_4$ - $KAl(SO_4)_2$ > $FeSO_4$ - $KAl(SO_4)_2$ - $SnCl_2$ > $KAl(SO_4)_2$ - $SnCl_2$ > $KAl(SO_4)_2$ - $SnCl_2$ -tannik asit şeklinde azaldığı görülmüştür. Yapılan çalışmalarda en etkili mordan maddesinin $FeSO_4$ olduğu görülmüştür. Yıkama haslık sonuçlarına göre en iyi $SnCl_2$, $SnCl_2$ -tartarik asit ve tannik asit mordanları sonuç vermiştir. Işık haslığında en iyi sonuçları $FeSO_4$, $FeSO_4$ - $KAl(SO_4)_2$, $FeSO_4$ - $KAl(SO_4)_2$ - $SnCl_2$ mordanları ile yapılan boyamalar vermiştir. Kuru temizleme haslık sonuçları bütün boyamalar için çok iyi sonuçlar vermiştir. Kuru sürtme haslık sonuçlarının yaş sürtme haslık sonuçlarına göre daha iyi olduğu görülmüştür ayrıca $FeSO_4$ - $KAl(SO_4)_2$ - $SnCl_2$, $KAl(SO_4)_2$ - $SnCl_2$ -tannik asit ve $KAl(SO_4)_2$ - $SnCl_2$ mordanları ile yapılan boyamaların sürtme haslık değerlerinin diğerlerine göre daha düşük olduğu görülmüştür. Ter haslığına bakıldığında bütün boyamaların değerlerinin orta derecede olduğu bulunmuştur.

Erkan ve ark. (2014) yaptıkları çalışmada mimoza bitki ekstratı ile indigo boyalı ve boyanmaya hazır beyaz kumaşa 6 mordan maddesi ve 2 farklı boyama konsantrasyonu ile boyama yapmışlardır. Boyama yaptıkları bu örneklerin kolorimetrik ve ışık yıkama ve sürtme haslık değerlerine bakmışlar ve bu çalışmada pamuklu kumaşların doğal boyamasında mordan maddelerinin etkilerini açıklamayı amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda; en yüksek L* değeri Al ve Pb mordanları kullanılmış kumaşlarda çıkmıştır. C* (kroma) değeri Ni mordantının artması ile artmıştır. İndigo boyalı kumaşlarda zayıf yaş ve kuru sürtme, mimoza ve indigo boyalı kumaşlarda iyi yıkama ve ışık haslık değerleri olduğu bulunmuştur.

Mirjalili ve ark. (2013), bu çalışmada ceviz kabuklarından sokslet cihazı ile ekstrakte edilen doğal boyarmaddenin kolon kromatografisi, ince tabaka kromatografisi (TLC), nükleer manyetik rezonans (N-MR), kütle spektroskopisi (MS) ve infrared spektroskopisi (IR) ile analizlerini yapmış, ceviz kabuğundan elde edilen boyarmadde farklı konsantrasyonlarda, potasyum alüminyum sülfat, demir(II)sülfat, bakır(II)sülfat mordanları ve mordansız olarak % 100 poliamid kumaşlara uygulamıştır. Boyanmış kumaşların gram pozitif (*Staphylococcus aureus*) ve gram negatif (*Escherichia coli*) gibi patojenik suşlara karşı gösterdikleri antibakteriyel özellikleri incelenmiştir. Ayrıca boyanan numunelerin K/S değerlerine ve yıkamaya karşı antibakteriyel özelliklerin dayanımına bakmışlardır. Yapılan çalışmaların sonucuna göre % 5 boya konsantrasyonunda demir(II)sülfat ile mordanlı kumaşların K/S değerinin en yüksek olduğu görülmüştür. Antibakteriyel testler sonucunda *Staphylococcus aureus* bakterisine demir(II)sülfat > bakır(II)sülfat > potasyum alüminyum sülfat > mordansız, *Escherichia coli* bakterisine bakır(II)sülfat > demir(II)sülfat > potasyum alüminyum sülfat > mordansız şeklinde antibakteriyel özellikler gösterdiği bulunmuştur. Yıkamaya karşı antibakteriyel özelliklerin dayanımı da ev tipi yıkama sayısı arttıkça antibakteriyel özelliklerin azaldığı, mordanlanmamış kumaşların yıkamaya karşı mordanlanmışlara oranla daha az dayanımı olduğu görülmüştür. Sonuç olarak ceviz kabuğu ile yapılan boyamaların her iki patojene karşı iyi antibakteriyel özellik gösterdiği, mordanlama işleminin ev tipi yıkamalarda antibakteriyel özellikleri dayanıklı hale getirdiği görülmüştür.

Mirjalili ve ark. (2013), bu çalışmada zerdeçaldan elde edilen doğal boyanın farklı konsantrasyonları kullanarak poliamid (nylon 6.6) kumaşları boyamıştır. Yapılan boyamada mordan maddesi olarak potasyum alüminyum sülfat, bakır(II)sülfat ve demir(II)sülfat maddeleri kullanılmıştır. Boyanan kumaşların renk değerlerinin ve ev tipi yıkama haslık değerlerinin yanında antibakteriyel özelliklerine bakılmıştır. Yapılan antibakteriyel testlerde gram pozitif bakteri olan *Staphylococcus aureus* bakterisi ve gram negatif bakteri olan *Escherichia coli* bakterisi kullanılmıştır. Bu çalışmada zerdeçal konsantrasyonu ve antibakteriyel etki arasındaki ilişki incelenmiştir. Yapılan boyamaların K/S değerlerine bakıldığında mordan maddesi kullanımının boya absorpsiyonunu arttırdığı görülmüştür. Demir(II)sülfat mordanının en yüksek K/S değerine sahip olduğu bu yüzden de en etkili renk değerlerinin bu mordan maddesinde elde edildiği görülmüştür. Ev tipi yıkama haslık sonuçlarına göre boyanan kumaşların 20 yıkamada hala antibakteriyel etki gösterdiği ve mordan maddesi kullanılan boyamaların antibakteriyel etkisinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Boyanmış kumaşların antibakteriyel özelliklerine bakıldığında *Escherichia coli* bakterisine karşı dayanımın bakır(II)sülfat > demir(II)sülfat > potasyum alüminyum sülfat > mordanlanmamış şeklinde olduğu, *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı demir(II)sülfat > bakır(II)sülfat > potasyum alüminyum sülfat > mordanlanmamış şeklinde olduğu görülmüştür. Sonuç olarak zerdaçal ile boyamanın antibakteriyel poliamid kumaş boyamada kullanılabileceği ve zerdeçalı ile boyamanın *E. coli* bakterisinde *S. aureus* bakterisine göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Haji ve ark. (2013), bu çalışmada bakır(II)sülfat ile mordanlanmış örneklerin boya alımları ve plazmanın etkileri üzerine çalışılmıştır. Atmosferik plazma modifikasyonu, nylon 6 kumaşlarda yüzey özelliklerini değiştiren, kumaşta doğal katyonik boya absorpsiyonunu geliştiren çevre dostu bir yöntemdir. Nylon kumaş atmosferik hava plazması ile işleme sokulmuş ve FT-IR, SEM ve kılcal emdirme testleri ile yüzey özelliklerine bakılmıştır. Yapılan çalışmada, nylon kumaşlara plazma ile yüzey modifikasyonu yapıldıktan sonra bakır(II)sülfat ile ön mordanlama yapılmıştır. *Berberis vulgaris*'ten ekstrakte edilen berberin ile modifikasyon yapılmış numuneler boyanmıştır. Boyanan örneklerin K/S değerlerine bakılmış, gram negatif

ve gram pozitif bakterilerine karşı gösterdikleri antibakteriyel özelliklerine bakılmıştır. Ayrıca boyanan numunelerin yıkama, ışık ve sürtme haslık değerlerine bakılmıştır. Atmosferik hava plazma ön iyileştirmesi yüzey modifikasyon süreci olup uygulanan örneklerde boya alımını arttırdığı görülmüştür. Plazma uygulama süresinin artmasıyla birlikte boyalı kumaşların renk değerlerinin de arttığı görülmüştür. Bakır(II)sülfat ile ön mordanlama işleminin boya alımını ve haslık özelliklerini arttırdığı, antibakteriyel özelliklerin mordanlama işlemi ile birbirine bağlı olarak etki ettiği görülmüştür. Plazma işlemine maruz kalmış, mordanlanmış ve boyanmış kumaşların antibakteriyel özelliklerine bakıldığında kumaşların hem gram negatif hem de gram pozitif bakterilere karşı yüksek antibakteriyel özellik gösterdiği görülmüştür. Işık haslığı ve kuru sürtme haslığında plazma ile yüzey modifikasyonu etkili olmamış, yıkama haslığında ise bir derece yükselme sağlamıştır.

Ghoreishian ve ark. (2013), bu çalışmada toksik olmayan doğal renklendirici zerdeçal ekstraktı kullanılarak boyanan ipek kumaşların antibakteriyel özellikleri ve boyama sonucunda aldıkları renkler incelemiştir. Ekstrakt zerdeçal köklerinden elde edilmiştir. CuSO_4 , FeSO_4 ve $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ mordan maddesi olarak kullanılmış ve kumaşlara ön mordanlama yöntemine göre mordanlama yapılmıştır. *Staphylococcus aureus* (Gram-pozitif) ve *Escherichia coli* (Gram-negatif) bakterilerine karşı antibakteriyel özellikleri incelenmiştir. Boyanan kumaşların, mordan tipine ve boya konsantrasyonuna göre meydana gelen renk tonları, antibakteriyel özellikleri ve renk haslıkları incelenmiştir. Sonuçlar boyanan kumaşların iyi antibakteriyel özelliğe sahip olduklarını göstermiştir. % 3 CuSO_4 ile kumaşlarda tam antibakteriyel aktivite elde edilmiştir. Ayrıca boya konsantrasyonundaki artışın mordanla boyanmış kumaşlardaki antibakteriyel etkinin daha fazla olmasına neden olduğu görülmüştür. Optimum düzeydeki antibakteriyel etkinin % 30 zerdeçal uygulanan örneklerde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca CIE L^* , a^* , b^* değerleri, FT-IR sonuçları, yıkama, sürtme ve ışık haslıkları incelenmiştir. Boyanan kumaşların renk haslıklarının tatmin edici derecede olduğu görülmüştür. FT-IR sonuçları mordanlanmış kumaşlarda 500-600 cm^{-1} bölgesinde sülfat gruplarının varlığını kanıtlamıştır. Potasyum alüminyum sülfatta altın sarısı, bakır sülfatta kahverengi, demir sülfatta da kahverengimsi gri

renkler elde edilmiştir. Işık ve yıkama haslıkları mordanlama çeşidine göre değişiklik gösterdiği, sürtme haslıklarının iyi olduğunu belirtmişlerdir.

Punrattanasin ve ark. (2013), bu çalışmada *Rhizophoraapiculata blume*'dan elde ettikleri boya ekstraktıyla çektirme yöntemine göre ipek kumaşları boyamışlardır. Boyamada $KAl(SO_4)_2$, $FeSO_4$, $CuSO_4$, $SnCl_2$ mordan maddeleri kullanılmış ve üç mordanlama yöntemine göre mordanlama yapılmıştır. Yapılan mordanlı boyamalar mordansız boyamayla karşılaştırılmıştır. Çalışmaların renk değerlerine, optimum boyama koşullarına, yıkama, sürtme, ter ve su haslıklarına bakılmıştır. Boyama öncesi ve sonrası kumaşların gerilme ve yırtılma mukavemetine ve sertliklerine ASTM D 5034-09, ASTM D 1424-09 ve ASTM D 1388-96 standartlarına göre bakılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda optimum boyama koşullarını pH 3'te 90 °C'de 60 dakika boyama olduğu bulunmuştur. Mordansız yapılan boyamalarda kırmızımsı kahve renk tonları elde edilirken, $KAl(SO_4)_2$, $CuSO_4$, $SnCl_2$ mordan maddeleri ile daha soluk ve koyu kırmızımsı kahve renk tonları elde edilmiştir. $FeSO_4$ mordan maddesi ile daha mat ve koyu renk tonu elde edilmiştir. Mordanlama yöntemine göre K/S değerlerinin, ön mordanlamada $CuSO_4 > FeSO_4 > \text{mordansız} > KAl(SO_4)_2 > SnCl_2$, $CuSO_4 > \text{mordansız} > FeSO_4 > KAl(SO_4)_2 > SnCl_2$ birlikte mordanlama, ard mordanlamada da $CuSO_4 > FeSO_4 > KAl(SO_4)_2 > SnCl_2 > \text{mordansız}$ şeklinde olduğu görülmüştür. Yıkama haslık sonuçlarına göre $FeSO_4$ mordanı dışındaki bütün mordanlı ve mordansız boyamaların çok çok zayıf olduğu, $FeSO_4$ ile mordanlı boyamaların yıkama haslığının orta derecede olduğu görülmüştür. Işık haslık sonuçlarına göre $SnCl_2$ mordan maddesi ile boyanan numunelerin sonuçlarının çok zayıf olduğu, diğer boyamaların ise orta derecede sonuç verdiği görülmüştür. Sürtme haslık sonuçlarına göre mordan kullanılmadan yapılan boyamaların sonuçlarının çok iyi olduğu, mordanlı boyamaların sonuçlarında ise azalma olduğu görülmüştür. Boyanan numunelerin ter haslıklarına bakıldığında $FeSO_4$ mordan maddesinin kullanılmadığı bütün boyamalarda haslık sonuçlarının çok iyi olduğu ancak $FeSO_4$ mordanın olduğu boyamaların ter haslık değerlerinin 2-3 olduğu görülmüştür. Boyanan kumaşların gerilme ve yırtılma mukavemetleri boyanmamış kumaşlarla karşılaştırıldığında gerilme mukavemetinde % 8 ile % 38 arasında, yırtılma mukavemetlerinde % 4 ile % 25 arasında azalma olduğu

görülmüştür. Boyanan kumaşların sertliğine bakıldığında SnCl_2 mordanının atkı yönündeki sertlik değerlerinde artış olduğu, diğer boyamaların atkı ve çözgü yönündeki sertlik değerlerinde azalma olduğu görülmüştür.

Sun ve ark. (2013), kafeik asidin tirozinaz enzimi ile katalize edilen oksidasyon ürünlerinin yün, ipek ve naylon kumaşlardaki işlevselliğini ve renklendirilmesini incelemişlerdir. Çalışmada kafeik asidin polimerizasyonu sonucu ortaya çıkan renkli kinon türevleri UV-Vis ve FT-IR spektrumları ile doğrulanmıştır. Bu çalışmada tirozinaz ile kataliz edilen kafeik asidin oksidasyonu ile ürünlerin karakterizasyonu ve tanımlanması yapılmış, daha sonra yün, ipek ve naylon kumaşlara konvansiyonel boyama teknikleri ile uygulanmış, kafeik asit oksidasyon ürünlerinin boyama özellikleri saptanmış, boyanan kumaşların hidrofillikleri, ultraviyole koruma kapasiteleri, antioksidant özellikleri ve koku gidericilik özellikleri incelenmiştir. Boyanan kumaşların renk değerlerine, yıkama, sürtme ve ışık haslıklarına bakılmıştır. Kafeik asit tirozinaz ile katalize edilerek boya banyosu hazırlanmış ve kumaşların ilavesiyle $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'de 60 dakika boyama yapılmıştır. Yapılan UV-Vis ve FT-IR çalışmaları sonucunda daha önceden yapılmış olan literatür çalışmalarına da dayanarak kafeik asidin tirozinaz ile kataliz ürünlerinin çoğunlukla kafesin benzeri oligomerleri, benzen halkaları arasında C-C çifti kökenli dimerleri, siklooliganları, renkli kinon oligomerleri ve bunların türevlerini içerdikleri bulunmuştur. Boyanan kumaşların K/S değerlerinin tirozinaz konsantrasyonunun artışıyla orantılı olarak arttığı, boya banyosu pH 4-5 aralığında olduğunda en yüksek K/S değerleri elde edildiği görülmüştür, yani renk yoğunluğunun kafeik asidin oksidasyon ürünlerinin hazırlanmasındaki tirozinaz konsantrasyonuna ve boya banyosunun pH'ına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Işık haslık sonuçlarına bakıldığında boyalı yün kumaşların 3, diğer kumaşların ise 1 derecede olduğu görülmüş, katyonik boya yardımcı maddesi kullanıldığında ise yün ve ipek kumaşların ışık haslığında iyileşme olduğunu belirtmişlerdir. Yaş ve kuru sürtme haslıkları bütün kumaşlar için iyi derecede çıktığını iddia etmişlerdir. Yıkama haslık sonuçlarında ise naylon kumaşların en iyi sonuçlar verdiği ancak katyonik boya yardımcı maddesi kullanıldığında yarım derece azaldığı, ipek ve yün kumaşların haslık değerlerinin düşük olduğu ve yıkama haslık değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Yün ve naylon

kumaşların hidrofilliğine bakıldığında boyanan kumaşların hidrofilliğinde artış olduğu bulunmuştur. Kafeik asidin tirosinaz ile oksidasyonu sonucu oluşan ürünlerin içerdiği aromatik halkalar ve konjuge C-C çift bağlardan dolayı yapılan boyamalarda UV koruyuculuğun arttığı bulunmuştur. Yapılan boyamaların antioksidant özelliklerine bakıldığında kafeik asitin tirosinaz ile kataliz oksidasyonu ile elde edilen ürünlerin yün, ipek ve naylon kumaşlarda antioksidant özellikleri arttırdığı görülmüştür. Koku gidericilik özelliklerini tespit edilebilmesi için, yeterli miktarda koku substansı (1000 mg/m³ amonyak), 4 litrelik hava geçirmez polietilen kaba enjekte edilmiş, 1 gram kumaş numunesi 25 C° sıcaklık ve % 40 bağıl nemde 60 dakika askıda tutulmuştur. Amonyakın ilk baştaki ve işlemiden sonra geriye kalan konsantrasyonu, gaz dedektör tübü ve gaz pompası yardımıyla ölçülmüş, bu ölçümlerden koku gidericilik oranı hesaplanmıştır. Bu yöntem uygulandıktan sonra koku gidericilik özelliklerine bakıldığında da kafeik asit ile yapılan boyamaların yün ve naylonda koku gidericilik özellikleri arttırdığı, ipek kumaşlarda ise koku gidericilik özelliklerinde bir değişim olmadığı görülmüş, tirosinaz ile kafeik asit beraber uygulandığında ise bütün kumaşların koku gidericilik özelliklerinde artış olduğu görülmüştür.

Kumeresan ve ark. (2012), bu çalışmada *Achras sapota* bitkisinin kökünden ve *Spathodea campanulata* bitkisinin çiçeklerinden elde edilen boya ekstraksiyonu ile ipek kumaşların boyanabilirliğini incelemişlerdir. Yapılan boyamada, mordanlama ön, ard ve birlikte mordanlama yöntemine göre yapılmış ve mordan maddesi olarak demir sülfat, alüminyum sülfat, nikel sülfat, potasyum dikromat, kalay(II)klorür ve doğal mordan maddesi olan *Terminalia chebula* bitki tozu kullanılmıştır. Yapılan boyamalarda mordan farklı mordan konsantrasyonları kullanılmıştır. Boyamaların renk değerlerine ve renk haslıklarına bakılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, her iki boya için en iyi renk değerlerini birlikte mordanlama yöntemi, en iyi sonuçları demir sülfat ve alüminyum sülfat mordan maddeleri vermiştir. % 3 mordan konsantrasyonunda boyanan kumaşların mükemmel sonuçlar verdiği görülmüştür. ışık, sũrtme, ter ve yıkama haslık sonuçlarında *Spathodea campanulata* bitkisi en iyi sonuçları vermiştir.

Wang ve ark. (2012), bu çalışmada bir havlıcan cinsi olan *Alpinia blepharocalyx* K. Schum. bitkisinden elde edilen ekstraktla ipek kumaş üzerindeki boyama performansını incelemişlerdir. Yapılan boyamalarda mordan maddesi olarak CuSO_4 , FeSO_4 , $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, $\text{La}_2\text{O}_3/\text{HCl}$ maddeleri kullanılmıştır. Ön mordanlamalı, ard mordanlamalı, birlikte mordanlamalı ve mordansız boyamalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda 10 gr/L NaOH içeren çözeltide 80 °C’ de 4 saat işlem ve 20 dakika ultrason işlemi görmüş ekstraksiyonun optimum koşulları sağladığı görülmüştür. Yapılan boyamalar sonucunda, boyama banyosunun pH 6’da olması ve ön mordanlama yönteminin uygulanmasının en yüksek K/S değerlerini verdiği, en iyi sonucu da $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ mordan maddesinin sağladığı görülmüştür. Boyanan kumaşların haslık değerlerine bakıldığında ise yıkama, asidik/bazik ter, yağ/kuru sürtme haslıklarının iyi derecede olduğu ancak ışık haslığının orta derecede olduğu görülmüştür.

Deveoğlu ve ark. (2012), bu çalışmada kök boya ve palamut meşesinden elde edilen boya ekstratı ile ipek kumaşları sekiz farklı prosedür ile boyanmış olup boyanan kumaşların renk değerleri, yıkama, ışık, sürtme ve ter haslıkları üzerine çalışmıştır. Bunların yanında HPLC-DAD analizleri ile boyanmış kumaşlarda ve bitki ekstraktındaki boya bileşenleri incelenmiştir. HPLC-DAD analizleri ile kökboya ve palamut meşesi ile boyanan kumaşlardaki antrakınon ve tanen bileşiklerinin tanımlanması ve ayrımı amaçlanmıştır. Ön mordanlamalı ve mordansız boyamalar yapılmış olup mordanın boyamadaki etkisi ve boya adsorbsiyonu da incelenmiştir. Mordan maddesi olarak $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ maddesi kullanılmıştır. HPLC-DAD analizleri sonucunda kök boyada alizarin, rubiadin, purpurin ve az miktarda munjistin bileşenleri, palamut meşesinde de galik asit ve ellagik asit bileşenleri tanımlanmıştır. Boyanan ipek kumaşlar da ellagik asit, alizarin ve purpurin bileşenleri tanımlanabilmiştir. Yapılan testler sonucunda, kök boya ve palamut meşesi birlikte boyandığında yıkama haslığının azaldığı görülmüştür. Işık haslık sonuçlarına göre önce mordanlanan sonra her iki boyadan değişik oranlarda beraber boyanan kumaşlar (prosedür I) ve önce kök boya ile boyanıp sonra palamut meşesi ile boyanan kumaşlar (prosedür II) dışında diğer numunelerin ışık haslıklarının düşük olduğu, prosedür I ve prosedür II gruplarının ise

ışık haslıklarının daha iyi olduğu görülmüştür. Sürtme haslık sonuçlarına göre boyamaların orta ile iyi derece arasında sonuç verdiği görülmüştür. Boyanan numunelerin ter haslıklarına bakıldığında ise genellikle ter haslıklarının düşük olduğu ancak bazı boyamaların ter haslıklarının iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Boyamaların K/S değerlerine baktığımızda en yüksek K/S değerlerini prosedür I-II-III boyamalarının verdiği, en düşük K/S değerini ise prosedür VII boyamalarının verdiği görülmüştür. Prosedür IV ve prosedür VII de ise K/S değerlerinin daha sarımsı ve açık renklere olduğu görülmüştür. ΔE^* sonuçlarına bakıldığında ise her prosedürün yüksek değerler verdiği görülmüştür, bu da ipek kumaşların kök boya ve palamut meşesinden elde edilen boya ile sekiz prosedüre göre de boyanabileceğini göstermektedir.

Ahn ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada meşe ağacı kabuğunun doğal boyarmadde olarak kullanılmasını incelemiştir. Meşe ağacı kabuğunun bileşenleri HPLC-DAD-MS ile yapılmış olup sarı rengi veren iki temel bileşenin berberin ve palmatin alkoloidleri olduğu tanımlanmıştır. 20 arkeolojik tekstil örneğinin metanol ile ekstraksiyonları yapılmış ve bu ekstaksiyon standart doğal boyalarla, yeni boyanmış ipek ile ve boyanıp bekletilmiş ipek ile karşılaştırılıp arkeolojik tekstiller de sarı renkli meşe ağacından elde edilen doğal boyanın tanımlanabilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma sonucunda; 20 arkeolojik tekstil örneğinin 3 tanesinde meşe kabuğundan elde edilen boyada bulunan berberin ve palmatine rastlanılmıştır.

Deveoğlu ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada cehri ve palamut meşesi ile ipekli kumaş boyaması yapmışlardır. Cehri ve palamut meşesinin bileşenleri ve boyanmış kumaştan alınan ekstrat HPLC ile analiz edilmiştir. Boyanan kumaşın renk koordinatları ölçülmüş, sürtme, yıkama ve ışık haslıklarına bakılmıştır. HPLC analizleri sonucunda cehride, kuersetin; kaempferol ya da isorhamnetin; rhamnetin; rhamnazin (dimetilkuarsetin); emodin, meşe palamutunda ise gallik asit; ellagik asit; ellagik asit türevleri bulunmuşlardır. Sürtme ve ışık haslıkların iyi yıkama haslığının ise düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Göktepe ve ark. (2012) yaptıkları çalışmada, beş farklı mordan maddesi kullanarak yünlü kumaşları civanperçemi bitkisi ile boyamıştır. Boyama sonrasında bütün kumaşlara ayrı ayrı yıkama, sürtme, ışık ve ter haslığı testleri uygulanmışlardır.

Guesmi ve ark. (2012) bu çalışmada indikaksantin boyası kullanarak y n n boyanması ve ışık, yıkama, su haslıklarının incelenmesinin yanında mordan maddelerinin boyama özelliklerine etkisinin araştırılmasını amaçlamışlardır. Dikenli incirin (*Opuntia ficus-indica*) meyvelerinden ekstrakte edilen doğal boya indikaksantin (50 g'da 75mg) ve betanen (50g'da 5mg) olarak tanımlanan iki ana boyarmadde içermektedir (madde analizi HPLC ve MS ile yapılmış olup iki maddeyi ayırma için sıvı kromatografi uygulanmıştır. Boyanın yöndeki renk verimlerinin pH'a yüksek oranda bağlı olduğu bulunmuş ve optimum pH 4 olarak belirlenmiştir. Boyanmış y n n K/S değerleri kullanılan mordanlara bağlı olarak; $KAl(SO_4)_2 > MnSO_4 > CoSO_4 > FeSO_4 > \text{mordansız} > ZnSO_4 > CuSO_4$ şeklindedir. Mordanlanmamış örneklerin su ve yıkama haslık özellikleri iyi olarak bulunmuşlardır. $KAl(SO_4)_2$ ve $CoSO_4$ mordanları kullanıldığında iyi ışık haslığı (5 değerinde) elde edilmiştir. Optimum koşulların 70  C de 90 dk önce mordanlama yöntemi olduğu, K/S değerleri kullanılan mordan maddelerine göre; $KAl(SO_4)_2 > MnSO_4 > CoSO_4 > FeSO_4 > \text{mordansız} > ZnSO_4 > CuSO_4$ şeklinde bulunmuştur. $KAl(SO_4)_2$, $MnSO_4$ ve $CoSO_4$ nun en iyi renk ve ışık haslığı veren mordan maddeleri olduğu gözlemlemişlerdir.

Ali ve ark. (2011), bu çalışmada y n n boyanmasını, kırmızı dikenli armuttan (*Opuntia lasiacantha* Pfeiffer) ekstrakte edilen betalain pigmentleri ile farklı mordanlar kullanarak yapmıştır. Mordan olarak demir sülfat, bakır sülfat, potasyum dikromat ve tannik asit kullanılmış ve boyama önce ve sonra mordanlama yapılmıştır. Mordan konsantrasyonları 20-40-60-80-100 gr/kg olarak belirlemiş, ekstraksiyon ve boyama koşullarını optimize etmişlerdir. Mordan maddesinin konsantrasyonun renk üzerindeki etkisi tartışılmış, sonuç olarak mordan maddesinin konsantrasyonundaki artış ile birlikte renkte azalma olduğu gözlemlemişlerdir. Renk, boya alımı ve haslıkları iyi değerler sergilemişlerdir. Y nl  kumaşın *Escherichia*

coli, *Bacillus subtilis*, *Pseudomons aeruginosa* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı göstermiş olduğu antimikrobiyel aktivite difüzyon testine göre belirlenmiştir ve test sonuçları örneklerde yüksek inhibisyon bölgesi sergilediğini ifade etmişlerdir.

Mirjalili ve ark. (2011), bu çalışmada sokset cihazı ile muhabbet çiçeği bitkisinden ekstrakte edilen toksik olmayan ve çevre dostu doğal boyarmadde kullanmış olup ekstraksiyonun analizi kolon kromatografisi, TLC, N-MR, MS ve IR ile yapmıştır. Ayrıca bu çalışma sentetik boyarmaddeler yerine muhabbet çiçeği bitkisinden elde edilen boyarmaddenin yünün boyanmasında kullanabileceğini göstermeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada, muhabbet çiçeği bitkisinden 8 tane boyarmadde elde edilmiş ve spektrometrik analizler ile fonksiyonel grupları tanımlanmıştır. Bütün bu saflaştırılmış ürünlerin flavonoid gruplarına (Luteolin, Luteolin-7-Glukosit, Luteolin-3-Glukosit, Luteolin-3,7-Diglukosit, Luteolin-5-Glukosit, Luteolin-4 Glukosit, Luteolin-4, 5-Diglukosit, Apigenin) dahil olduğu bulunmuştur. Boyama sonuçları, etanol ile ekstrakte edilmiş boyarmaddenin kaynar su ile ekstrakte edilene göre % 49 daha iyi sonuç verdiğini belirtmişlerdir. Ayrıca sonuçlar muhabbet çiçeği bitkisi ile boyanan yün liflerinin iyi haslık özellikleri sergilediğini göstermiş, bu sayede daha çevre dostu, iyi bir ticari boya kaynağı olarak muhabbet çiçeği bitkisinin kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Mansour ve ark. (2011), bu çalışmada bir liken türü olan *Sticta coronata*'dan elde edilen ekstraksiyon ile ipek kumaşları ultrasonik banyoda boyamıştır. Mordan maddesi olarak $KAl(SO_4)_2$ ve hint helvası otundan (*Acacia catechu*) elde edilen doğal mordan maddesi kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda ultrasonik boyamanın konvensiyonel boyamaya göre daha avantajlı olduğunu belirtmişlerdir. *Sticta coronata*'dan elde edilen ekstrakt ile yapılan boyamalarda boya banyosunun pH'nın önemli olduğu pH 3'te en yüksek K/S değerlerini verdiği, ortamın bazikleşmesi sonucu K/S değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. 5 gr/L şap - 10 gr/L doğal mordan maddesi kullanılan mordanlamalarda en yüksek boya alımı ve fiksasyon etkisi olduğu görülmüştür. Yapılan boyamaların ışık haslık sonuçlarına bakıldığında sonuçların iyi ile çok iyi derecelerinde olduğu görülmüştür.

Kumaresan ve ark. (2011), bu çalışmada *Cordia sebestena* çiçeğinden elde edilen ekstakt ile ipek kumaş boyamıştır. Boyamada mordan maddesi olarak, doğal mordan olan *Terminalia chebula* bitki tozu ile NiSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, FeSO_4 , SnCl_2 mordan kombinasyonları 1:3, 1:1, 3:1 flote oranlarında kullanılmış ve ön mordanlama birlikte mordanlama ard mordanlama yapılmıştır. Boyanan kumaşların yıkama, sürtme, ter ve ışık haslıklarına bakılmıştır. Sonuçlara göre uygulanan mordan kombinasyonları ve konsantrasyonlarına göre ipek kumaşların *Cordia sebestena* çiçeği ile boyanabildiği ve elde edilen renklerin yumuşak ve açık tonlarda olduğu görülmüştür. *Terminalia chebula*: $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ön mordanlaması dışında diğerlerinin yıkama ve sürtme haslığının çok iyi, asidik ve bazik ter haslıklarının bütün mordanlar için çok iyi, ışık haslığında orta derecede olduğu görülmüştür.

Saravanan ve ark. (2011), bu çalışmada *Ficus religiosa L.* bitki kabuklarından elde edilen ekstraksiyon ile demir sülfat, bakır sülfat, kalay(II)klorür, nikel sülfat, potasyum dikromat, şap gibi kimyasal mordan maddeleri ile inek dışkısı ve *Terminalia chebula* bitkisinden elde edilen doğal mordan maddelerini kullanmıştır. Üç mordanlama yöntemini kullanarak ipek kumaşlar mordanlanmış ve boyanmıştır. Yapılan boyamaların renk değerleri, yıkama, ışık, sürtme haslıklarına bakılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, en iyi boya emiliminin ön mordanlama yönteminde olduğu bulunmuştur. En iyi K/S değerini demir sülfat, en düşük K/S değerini kalay(II)klorür mordan maddesi vermiştir. *Terminalia chebula* bitkisinden elde edilen mordan maddesi inek dışkısından daha yüksek K/S değerine sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca haslık değerlerine bakıldığında yıkama, ışık ve sürtme haslık değerlerinin yüksek olduğu görülmüştür.

Mongkhorrattanasit ve ark. (2011), bu çalışmada ipek ve yün kumaşları okaliptüs yaprak ekstraktı ile çektirme yöntemine göre boyamış ve renk değerlerine, haslık özelliklerine ve UV koruma özelliklerine bakmıştır. Mordan maddesi olarak $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$, FeSO_4 , CuSO_4 , SnCl_2 maddeleri kullanılmıştır. Ham okaliptüs yaprak ekstraktının tanımlanması UV-Vis spektrofotometresi ile yapılmıştır. UV-Vis spektrofotometresi sonucunda UV-A, UV-B ve UV-C bölgelerinde boyanın absorblandığı ve UV-B bölgesinde meydana gelen absorblanmanın UV ışınlarına

karşı iyi koruma sağladığı görülmüştür. Yapılan boyamalarda sıcaklık ve boyama süresi arttıkça K/S değerlerinde artış olduğu, pH 4'te en yüksek K/S değerleri olduğu görülmüştür. Mordan tipine göre ipekte $\text{FeSO}_4 > \text{CuSO}_4 > \text{mordansız} > \text{AlK}(\text{SO}_4)_2 > \text{SnCl}_2$, yünde ise $\text{FeSO}_4 > \text{CuSO}_4 > \text{SnCl}_2 > \text{mordansız} > \text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ şeklinde K/S değerlerinde artış olduğu görülmüştür. Yıkama ve sürtme haslık değerlerinin iyi olduğu, ışık haslık değerlerinin ise orta derecede olduğu görülmüştür. Yapılan boyamaların UV koruma özelliklerine bakıldığında FeSO_4 ve CuSO_4 mordanlarında mükemmel UV koruma sağladığı ve bütün mordanlanmış ve mordanlanmadan boyanmış kumaşların UV koruma sağladığı görülmüştür.

Prabhu ve ark.(2011), bu çalışmada ipek ve pamuk kumaşlar zerdeçal, kına, nar ve hint kökboyası ile boyamıştır. Yapılan boyamalarda tanen açısından zengin olan doğal mordan maddesi amla bitkisinden diğer adıyla Bektaşı üzümünden (*Emblica officinalis* G.) ekstrakte edilmiş ve kumaşlar CuSO_4 ile hem kombinasyon yapılarak hem de kombinasyon yapılmadan mordanlanmıştır. Yapılan boyamaların renk değerlerine, ışık ve yıkama haslıklarına ve antibakteriyel özelliklerine bakılmıştır. Ayrıca ekstraktın toplam fenolik içeriği hesaplanmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre 728,17 mg/g toplam fenolik madde içerdiği hesaplanmıştır. Mordanlanan ve boyanan kumaşlar sadece boyanan kumaşlarda daha yüksek K/S değerlerine sahip olduğu, en yüksek K/S değerini % 15 amla (*Emblica officinalis* G.) ve % 1 CuSO_4 kombinasyonu ile mordanlanan kumaşlara ait olduğu görülmüştür. Yıkama haslıkları bütün kumaşlar için çok iyi derecede olup ışık haslığının sadece % 15 amla ve % 1 CuSO_4 kombinasyonunda çok iyi derecede olduğu, diğer boyamalarda ise orta derecede sonuç verdiği görülmüştür. Boyamaların antibakteriyel özelliklerine bakıldığında mordanlı boyamaların *S. Aureus* ve *E. Coli* bakterilerine karşı yüksek antibakteriyel özellik gösterdiği görülmüştür. Ancak sadece amla ile mordanlanan kumaşların 15 ve 20 yıkamada antibakteriyel özelliklerini kaybettikleri, CuSO_4 ile kombinasyon şeklinde yapılan boyamalarında 20 yıkamaya kadar dayanıklılık gösterdiği görülmüştür.

Pazarlıoğlu ve ark. (2011), Bolatales takımının Suillaceae ailesinin Suillus cinsinden yenilebilir ve gözenekli bir mantar türü olan *Suillus luteus*'un ethanol ile

ekstraksiyonunu yapmışlar ve bu ekstraksiyonla yün kumaşı çeşitli pH değerleri ve mordan maddeleri kullanarak boyamışlardır. En yüksek renk verimini pH 3'te mordansız boyanan numunenin verdiği görülmüştür. En yüksek K/S değerini pH 5 ve pH 6'da boyanan ve bakır sülfat mordanının kullanıldığı numunenin verdiği bulunmuştur. Ancak pH 4, pH 3 ve pH 2'de en yüksek K/S değerini kalay(II)klorür mordan maddesinin verdiği bulunmuştur.

Prusty ve ark. (2010), doğal boyalar ile boyanmış ipeğin, kolorimetrik ve antimikrobiyel aktiviteleri çalışmışlardır. Boya ekstraksiyonu için dört farklı bitki türü (tropik badem ağacı, jak meyvesi, tik ağacı ve hint dutu) kullanılmış olup daha sonra ipek iplikler bu ekstraksiyonlarla boyanmıştır. İpek ipliklerin boyamasında $KAl(SO_4)_2$, $CuSO_4$, $SnCl_2$, $FeSO_4$ mordan maddesi olarak kullanılmış, iplikler ön mordanlama tekniğine göre mordanlanmıştır. Ayrıca boyanan ipliklerin renk değerleri (K/S), L^* , a^* , b^* , C ve H değerleri ile renk ölçümü yapılmıştır. İpek ipliklerin, farklı bitki ekstraktlarından elde edilen boyaların % 5 konsantrasyonun da % 10,56- 39,48 boya absorpsiyonu olduğu görülmüştür. Boyanan ipek ipliklerin *Escherichia coli* bakterisine (% 25-65 oranında azalma) ve *Aspergillus niger* mantarına (% 3-68 oranında azalma) karşı iyi antibakteriyel özellik gösterdiği görülmüştür. Çalışma sonucunda; boya emilimi arttıkça K/S değerlerinde de artış olmuştur. Bu doğal boyalar ipek iplikleri iyi boyamasıyla birlikte *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* ve *Aspergillus niger* gibi insan patojenlerine karşıda iyi antimikrobiyel aktivite özellikleri göstermiştir. Sonuçlar patojenik bakteri ve mantarlara karşı 5 yıkamaya kadar dayanıklı olduğunu göstermekle birlikte antimikrobiyel test sonuçları hastane ve otellerde enfeksiyonlara karşı koruma gösteren ürünleri geliştirmede bir potansiyel olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Doğal boyarmaddeler ile boyanan ipek iplikleri iyi haslık özellikleri ve dayanıklılık göstermekle birlikte doğal boyarmaddeler ile renklendirme sentetik boyalara karşı bir alternatif olarak gösterilebilir.

Haji (2010), doğal boya olarak karamuk ağacından berberini ekstrakte etmiş, ışığın bitkisinin kökünü biyomordan olarak kullanarak yün liflerini boyamıştır. Çalışmada boyanan liflerin rengindeki etkisini incelemiş bununla birlikte liflerin yıkama, ışık,

kuru/yaş sürtme haslıklarını incelemiştir. Ayrıca boyanmış liflerin antibakteriyal aktivitesini test etmiştir. Testler sonucunda biyomordan maddesi olarak ışgın kökü kullanımının liflerdeki renk değeriğini iyileştirildiğı, haslık değeriğinde artış sağladığı görülmüştür. Ayrıca antimikrobiyal aktivitesinin de yüksek seviyede olduğunu gözlemlenmiştir.

Kumbasar ve ark. (2009), bu çalışmada dört protein lifine (koyun, keçi, angora tavşan yn ve ipek) proteazlar ile ön iyileştirilme yapmış daha sonra sumak bitkisi ile sonradan mordanlama yöntemine göre boyayıp, boyamada enzimatik iyileştirmenin etkisi araştırmıştır. Enzim olarak savinaz ve alkalaz kullanılmış ve bunların protein liflerinin boyanmasındaki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmada ayrıca enzimatik işlem görmüş ve görmemiş angora yn tanen kullanılarak *Terminalia chebula* meyvesi, ak meşe kabuğı ve mazı ile boyanmış ve enzimatik işlemin boya alımını arttırdığı bulunmuştur. Deneysel sonuçlara göre protein kaynaklı liflerin sumak ile boyandıklarında yüksek ışık ve yıkama haslığına sahip olduğu görülmüştür. Bundan başka, enzimatik işlemlerin boyamadan önce yapılması koyun yn, keçi kılı ve ipekte boyamada çok önemli bir sonuç vermemesine rağmen angora yönünde enzim tipine göre % 20-30 oranında daha iyi etki yarattığı görülmüştür. Protein liflerini sumak ile boyadıktan sonra yüksek ışık ve yıkama haslıklarına sahip olduğu görülmüştür. Bu çalışmada enzimatik iyileştirme koyun, keçi ve ipekte çok önemli bir etki yaratmamasına rağmen angora ynn de enzim ve bitki türüne bağılı olarak yaklaşık % 15-80 arasında renk veriminde iyileştirme yaptığı bulunmuştur. Angora tavşan yn ıslandığında normal koşullara göre daha zor boya alımı gerçekteştirmesinden dolayı enzimin boya alımını arttırması çalışmanın önemini göstermektedir. Bu nedenle angora yn koyun yönüne göre aynı koşullarda boyanmasına rağmen daha açık renkte boyanır ancak enzimatik iyileştirme angora yönünün daha koyu renklere boyanmasına yardımcı olabilir.

Lee ve ark. (2009), bu çalışmada şakayık, nar, karanfil, mazı ve *Coptis chinensis* bitkilerinden elde edilen doğıal boya çözeltisi ile boyanmış ipek, pamuk, yn kumaşların antibakteriyel işlevselliğini incelemiştir. Elde edilen doğıal boyaların IR spektrumunda bileşenlerine bakılmış, boyanan kumaşların renk değeriğeri

incelenmiştir. *Staphylococcus aureus* ve *Klebsiella pneumoniae* mikroorganizmalarına karşı antibakteriyel özellikleri incelenmiştir. Yapılan çalışmanın sonucunda boyanan kumaşların renk tonları 6,05 YR-1,95 Y (sarı kırmızı- sarı) aralığında olmuştur. Boyamaların hepsinde *Staphylococcus aureus*'a karşı mükemmel antibakteriyel özellik gösterdiği (% 96,8-99,9), *Klebsiella pneumoniae* karşı ise şakayık ile boyanan kumaşlar dışında diğer boyamaların iyi antibakteriyel özellik gösterdiği (% 95,7-99,9) bulunmuştur.

Vankar ve ark. (2009), bu çalışmada soğandan elde edilen doğal boya ekstraktı ile pamuk, ipek ve yün kumaşların boyanabilirliğini araştırmıştır. Yapılan çalışmada pamuk kumaşlar tannik asit ile bir ön muamele işlemine tabii tutulmuş, yün ve ipek kumaşlar ise bu işleme tabii tutulmadan boyanmıştır. Araştırmada mordan maddesi olarak şap, bakır sülfat, demir sülfat, potasyum dikromat, kalay(II)klorür, kalay(IV)klorür kullanılmış ve ön mordanlama yapılmıştır. Boyamaların renk değerlerine, yıkama, ışık, ter ve sürtme haslıklarına bakılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda üç tip kumaşta da metal mordan maddelerinin soğan ekstraktı ile boyanabilirliğini ve haslık özelliklerini arttırdığı görülmüştür. Mordan maddeleri pamukta % 65-68, ipekte % 70-74, yünde % 78-82 oranında boya alımını arttırmıştır. Soğan ekstraktı ile boyanan kumaşlar arasında en iyi renk değerleri ipek ve yünde elde edilmiştir. Ayrıca bütün boyamalar iyi haslık sonuçları vermiştir.

Jothi (2008), bu çalışmada Afrika kadife çiçeğinden (*Tagetes erecta* L.) elde edilen ekstrakt ile pamuk ve ipek kumaşları boyanmış ve renk değerleri, yıkama haslığı, sürtme haslığı ve ışık haslığı özelliklerini incelemiştir. Mordan maddesi olarak $KAl(SO_4)_2$, $SnCl_2$, $FeSO_4$, $CuSO_4$ maddeleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda pamuk kumaşlarda en yüksek K/S değerini $CuSO_4$ mordanıyla, ipek kumaşlarda da $FeSO_4$ mordanıyla boyanan kumaşlar vermiştir. Işık haslık sonuçlarına göre en iyi sonucu pamuklu kumaşlarda $KAl(SO_4)_2$, $FeSO_4$, $CuSO_4$ mordanları, ipek kumaşlarda da $FeSO_4$, $CuSO_4$ mordanları sonuç vermiştir. Yıkama haslık sonuçlarına göre pamuklu kumaşlarda $FeSO_4$, ipek kumaşlarda da $FeSO_4$ ve $CuSO_4$ mordanları en iyi sonuçları vermiştir. Sürtme haslık sonuçlarına göre de

pamuklu kumaşlarda $KAl(SO_4)_2$, ipek kumaşlarda $CuSO_4$ mordanı en iyi sonuçları vermiştir.

Pruthi ve ark. (2008), bu çalışmada kadıntuzluğu (*Berberis aristata* DC.) bitkisinin kabuğundan elde edilen doğal boya ekstraktı ile ipek ipliklerin boyanabilirliği üzerine çalışmıştır. Çalışmada mordan maddesi olarak şap, krom, $FeSO_4$, $CuSO_4$ kullanılmış ve boyamalar farklı mordan konsantrasyonlarında ve kombinasyonlarında gerçekleştirilmiş ve üç mordanlama yöntemi de uygulanmıştır. Yapılan boyamalar üzerinde haslık özelliklerine bakılmıştır. Sonuçlara göre; mordan kombinasyonu tek mordana göre haslık özelliklerinde hafif bir iyileştirme gerçekleştirmiş, maksimum boya absorpsiyonu için ipek ipliklerin birlikte mordanlama yöntemine göre boyanmasının daha iyi olduğu, şapın diğer mordan maddeleriyle kombinasyonunun boya alımını geliştirdiği, farklı kombinasyonlarla farklı renk tonları elde edilebileceği, mordan konsantrasyonunun meydana gelen renklerde etkili olduğu görülmüştür. Ayrıca yıkama haslığı dışında diğer haslık özelliklerinin (ışık, ter, sürtme) iyi olduğu görülmüştür.

Hwang ve ark. (2008), bu çalışmada gardenya, kahve, sinameki ve nar ekstraktlarıyla boyanan pamuk, ipek ve yün kumaşların boyanma özelliklerine ve koku gidericiliklerine bakmıştır. Ayrıca boyanan kumaşların ışık, su ve ter haslıklarına bakılmıştır. Boyamalar ön mordanlama yöntemine göre yapılmış ve mordan maddesi olarak $Al_2(SO_4)_3$, $MnSO_4$, $ZnSO_4$, $NiSO_4$, $CuSO_4$, $FeSO_4$, $SnSO_4$, $CoSO_4$ kullanılmıştır. FT-IR spektroskopisi ile ekstraksiyonların karakterizasyonu yapılmıştır. K/S değerlerinin fonksiyonel polar gruplara bağlı olarak arttığı bunun sonucunda da en yüksek K/S değerinin yünde en düşük K/S değerinin de pamukta olduğu görülmüştür. Sinameki ile boyanmış kumaşların diğerlerine göre daha yüksek K/S değerlerini verdiği görülmüştür. K/S değerleri en yüksek sinameki ekstraktıyla boyanmış kumaşlarda daha sonra nar ile boyanmış kumaşlarda en yüksek değerleri vermiştir. Kahve ile boyanan kumaşların K/S değerlerinin gardenya ile boyananlara göre daha yüksek olduğu ancak gardenyanın en düşük K/S değerlerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Haslık değerlerine bakıldığında su ve ter haslık değerlerinin bütün boyalı kumaşlarda 4 ve 5 değerlerinde olduğu, ışık haslıklarının ise 2 ile 4 arasında

değiştii görölmüştür. Nar ve kahve ile boyanan pamuklu kumaşlarda ve kahve ve sinameki ile boyanan ipek kumaşlarda ışık haslık değerlerinin 4 olduğu bulunmuştur. Boyanan kumaşların koku gidericilik özelliklerine bakıldığında ise protein liflerinin pamuk liflerine göre daha yüksek koku gidericilik özellikleri taşıdığı görölmüştür. En yüksek koku gidericilik özelliklerinin nar ile boyanan kumaşlarda, en düşük özelliklerin de gardenya ile boyanan kumaşlarda olduğu ve koku gidericilik özelliklerinin % 50 ile % 99 aralığında değiştiği görölmüştür.

Tutak ve ark. (2008), çalışmada beş farklı doğal boyarmadde ile % 100 yün lifinden üretilmiş iplik formundaki tekstil ürününü, üç farklı mordan maddesi ile boyamıştır. Boyama sonrası renk ölçümleri ile haslık çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada ayva kabuğu (*Cydonia vulgaris*), nar kabuğu (*Punica granatum* L.), kuru üzüm (*Vitis vinifera* L.), çay yaprağı (*Camelia sinensis*) ve elma yaprağı (*Malus domestica*) olmak üzere beş farklı doğal boya kullanılmıştır. Mordan maddesi olarak şap ($KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$), bakır sülfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ve demir(III)sülfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, tüm boyarmadde sınıflarında en iyi boyama verimi demirsülfat mordanı ile elde edilmiştir. En düşük boyama verimi ise mordan olarak şap kullanılmasında elde edilmiştir. Işık haslıkları incelendiğinde şap ve bakır sülfat mordanları ile en yüksek ışık haslığı elde edildiği gözlenmiştir. En düşük ışık haslığı ise demir(III)sülfat mordanında ortaya çıkmıştır. Yıkama haslığı açısından değerlendirildiğinde, şap mordanı ile tüm boyamalarda en iyi akma ve lekeleme olarak yıkama haslığı, bakır sülfatta ise en kötü yıkama haslığı sonuçları elde edilmiştir. Ter haslığı açısından değerlendirildiğinde en yüksek şap mordanında elde edilmiştir. En düşük bakır sülfat mordanında elde edilmiştir.

Şanlı ve ark.(2007), yaptıkları çalışmada asma yaprağı (*Vitis vinifera* L.), aspir (*Carthamus tinctorius* L.), bodur mürver (*Sambucus nigra* L.) meyveleri, ceviz (*Juglans regia* L.) meyve dış kabuğu, kökboya (*Rubia tinctorium* L.), nar (*Punica granatum* L.) meyve kabuğu, sergil (*Plumbago europeae* L.), sığırkuyruğu (*Verbascum mucronatum*), soğan (*Allium cepa* L.) ve yarpuz (*Mentha longifolia* L.) bitkilerinden elde ettikleri boyaları kullanmışlardır. Bu boyalar, ilmelik ipek halı iplikleri ve saf ipek beyaz gömleklik kumaşlara göre % 100 oranında alınarak 5 farklı

mordan ile 30 dakika ve 60 dakika aplike edilmiş ve mordansız boyama da yapılarak toplam 220 boyama elde edilmiştir. Bu araştırma sonucunda elde edilen renkler; ipliklerde sarı, koyu sarı, krem, hardal, haki, kıvıl kahve gibi renklerden kahverengine kadar değışiklik gösterirken kumaşlarda ise; sarı ve tonları, krem, çağla yeşili, gülkurusu, toprak rengi gibi renklerden sütlü kahverengine kadar değışiklik göstermektedir.

Vankar ve ark. (2007) yalancı papatya bitkisinden elde ettikleri ekstrakt ile pamuklu kumaşlarda sonikatörde boyamışlar ve geleneksel boyama yöntemleriyle karşılaştırmışlardır. Yapılan boyamaların haslık ve renk değ rlerine bakmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, iyi haslıklar elde edilmiş, sonikatör ile boyamanın geleneksel boyamaya göre % 7-9 daha etkili olduğu görülmüştür.

Shanker ve ark. (2007), bu çalışmada, tekstil boyamacılığında kullanılan ebegümecigiller ailesinin bir  yesi *Hibiscus mutabilis* bitkisinden elde edilen doğal boya ekstraksiyonu $KAl(SO_4)_2$, $FeSO_4$, $SnCl_2$, $CuSO_4$, $SnCl_4$, $K_2Cr_2O_7$ mordan maddeleriyle  n mordanlama yöntemine göre pamuk ve ipek kumaşlara ve y n ipliklere uygulamıştır. Yapılan boyamaların renk değ rlerine (L^* , a^* , b^* ve K/S değ rine) ve boyamaların haslıklarına bakılmıştır. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre mordan maddesine bağlı olarak açık yeşil, koyu yeşil, yosun yeşili, mor ve açık mor renk tonları elde edilmiştir. Ayrıca yapılan boyamaların yıkama, ışık, sürtme ve ter haslıklarının da yüksek olduğu görülmüştür.

Chairat ve ark. (2007), bu çalışmada mangustan (*Garcinia mangostana* L.) bitkisinin meyve kabuğundan elde edilen doğal boya ile pamuk ve ipek iplikleri boyamıştır. $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $Ca(OH)_2$, $Zn(BF_4)_2$ mordan maddeleri ve *Entada spiralis* Ridl. bitkisinden elde edilen doğal mordan maddesi kullanılmıştır. İplikler birlikte mordanlama,  n mordanlama ve ard mordanlama yöntemine göre boyanmıştır. Yapılan boyamalarda mordan tipinin ve mordanlama yönteminin etkisi incelenmiştir. Mordan çeşidine ve yöntemine göre K/S, L^* , a^* , b^* değ rleri ölçülmüş, ışık ve yıkama haslıklarına bakılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre pamuk ipliklerinde soluk turuncu, yeşil kahve, koyu kahve ve açık turuncu renkleri, ipek

ipliklerinde ise turuncu kahverengi, yeşil, koyu kahverengi renkleri elde edilmiştir. Demir(III)sülfat ve kalsiyum hidroksit ile ard mordanlama yöntemine göre mordanlanmış pamuk ipliklerinde diğer mordanlara göre daha iyi yıkama ve ışık haslıkları elde edilmiş, ipek ipliklerinde ise kalsiyum hidroksit ile ard mordanlama yapılmış olanların daha iyi ışık ve yıkama haslık özelliklerine sahip olduğu görülmüştür.

Lee (2007), yaptığı bu çalışmada *Coffea arabica* L. elde ettiği ekstraksiyon ile pamuk, yün ve ipek kumaşları boyamış, boyanan kumaşların renk değerlerine, ışık, su ve ter haslıklarına ve koku gidericilik özelliklerine bakmıştır. Yapılan boyamalarda ön mordanlama yöntemi uygulanmış ve $MnSO_4$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, $NiSO_4$, $CoSO_4$, $SnSO_4$ mordan maddeleri kullanılmıştır. Ekstraktın karakterizasyonu FTIR ile yapılmıştır. Sonuçlara göre pamuk, yün ve ipek kumaşlar için optimum boyanma koşullarının 80 °C’de 60 dakika olduğu görülmüştür, bu koşuldaki boyamalarda en yüksek K/S değerleri elde edilmiştir. En yüksek K/S değerlerini yün kumaşların verdiği, en düşük K/S değerlerini de pamuk kumaşların verdiği görülmüştür. Mordan çeşitlerinin etkisine bakıldığında ise en iyi K/S değerlerinin $FeSO_4$, $CuSO_4$ ve $SnSO_4$ mordanlarında olduğu görülmüştür. Haslık sonuçlarına göre mordanlanmadan boyanmış kumaşların su ve ter haslıklarının iyi olduğu ancak ışık haslığının düşük olduğu görülmüştür. Mordanlı kumaşların su ve ter haslıklarının sonuçlarının da iyi olduğu, ışık haslığı için ise pamuklu kumaşlarda $MnSO_4$, $ZnSO_4$, $NiSO_4$, ipek kumaşlarda $MnSO_4$ hariç hepsinin, yün kumaşlarda ise $CuSO_4$, $FeSO_4$, $CoSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, $MnSO_4$ mordan maddelerinin en iyi sonuçları verdiği görülmüştür. Koku gidericilik performans yüzdesini hesaplamak için 1000 mL’lik cam şişedeki amonyak çözeltisinden 2 µL alınmıştır. Amonyak çözeltisini içeren bir kapta 30 °C’ta % 40 bağıl nemde 10x10 cm² kumaş numunesi askıya asılmış, kumaştaki amonyak konsantrasyonu ölçülmüştür. Koku gidericilik özelliklerine bakıldığında $CuSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, $NiSO_4$, $SnSO_4$ mordanlarının pamuk kumaşlarda, $CuSO_4$, $SnSO_4$ mordanlarının ipekte, yünde ise bütün mordan maddelerinin en iyi sonuçları verdiği görülmüştür.

Feng ve ark. (2006), bu çalışmada *Lithospermum erythrorhizon* ve *Rheum rhabarbarum* bitkilerinden elde edilen ekstraktlarla pamuk ve ipek kumaşlara boyama yapmışlar ve bitki ekstraktlarının ultraviyole ışınlar karşı koruma özelliklerini incelemiş ayrıca UV absorblayıcı olarak yaygın kullanılan benzofenon ile UV koruma performanslarını karşılaştırmışlardır. Yapılan boyamalarda ön mordanlama yöntemi ve mordan maddeleri olarak $KAl(SO_4)_2$, $K_2Cr_2O_7$, $FeSO_4$, $SnSO_4$ maddeleri kullanılmıştır. Boyanan numunelerin UV koruma özelliklerinin yanında yıkama, sürtme ve ışık haslık özelliklerine de bakılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda her iki boya ekstraktı için haslık özelliklerinde tatmin edilir düzeyde sonuçlar alınmıştır ayrıca aynı boya ekstraktı ile boyanan ipek ve pamuk kumaşlar karşılaştırıldığında ipek kumaşların haslık değerlerinin pamuk kumaşlara oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Yapılan çalışmalar sonucunda pamuk ve ipek kumaşların her iki boya ekstraktıyla başarılı bir şekilde boyanabildiği, ultraviyole ışınların % 80'ini absorbladığı görülmüştür. Benzofenon ile UV emilim performansları karşılaştırıldığında boya ekstraktlarının mükemmel sonuçlar verdiği ve *Lithospermum erythrorhizon* ve *Rheum* ile boyamanın UV koruma özellikleri için potansiyel bir uygulama olabileceği görülmüştür.

Nagia ve ark. (2006), bir fungus olan *fusarium oxysporum*'da bulunan antrikinonlar ile yünün boyanması, farklı etki faktörleri ile boyanabilirliğini, haslık özelliklerini incelenmeyi amaçlamıştır. Antrikinonlar kolon kromotografisi, H-NMR, MS ve TLC yapılarak bulunmuştur. Araştırma sonucunda *f.oxysporum*'dan elde edilen antrikinonlarını yünün boyanmasında kullanılabileceği ve haslık özelliklerinin iyi, boya alımının yüksek olduğu görülmüştür.

Lee ve ark. (2004), bu çalışmada sinameki bitkisinden (*Cassia tora* L.) pH 2-11 aralığında ekstraksiyon yapmış daha sonra metal tuzlarıyla ön mordanlama yapıp ipek ve pamuklu kumaşları sinameki ekstraksiyonu ile boyamıştır. Metal tuzları olarak $FeSO_4$, $CuSO_4$, $ZnSO_4$, $MnSO_4$, $Al_2(SO_4)_3$, $NiSO_4$ kullanılmıştır. Yapılan çalışmada sinameki ile boyanan kumaşların boyanma özellikleri ve ışık, su, yıkama ve ter haslıkları incelenmiştir. Ayrıca ön mordanlama yapılmış kumaşlar ile mordanlama yapılmamış kumaşların karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan çalışmalar

sonucunda sinameki bitki ekstraktının IR spektrumuna bakılmış ve ekstraktın karakterizasyonu yapılmış, ekstraktın ana bileşenlerinin antrakınonlar olduğu bulunmuştur. Ekstraktın tampon çözeltisine göre K/S değerlerine bakıldığında pH 9'a kadar K/S değerlerinde yükselme olduğu pH 9'dan sonra K/S değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Bu yüzden pH 9'da en iyi boya ekstraksiyonu olduğu bulunmuştur. Pamuklu kumaşların kullanılan mordana göre $\text{FeSO}_4 > \text{CuSO}_4 > \text{ZnSO}_4 > \text{MnSO}_4 \approx \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 > \text{NiSO}_4 > \text{mordansız}$ şeklinde K/S değerlerinin arttığı, ipek kumaşlarda ise $\text{FeSO}_4 > \text{CuSO}_4 > \text{ZnSO}_4 \approx \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 > \text{MnSO}_4 \approx \text{NiSO}_4 > \text{mordansız}$ şeklinde K/S değerlerinin arttığı görülmüştür. İpek kumaşların pamuk kumaşlara göre daha yüksek renk değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Haslık sonuçlarına göre mordanlanmamış kumaşların ışık haslığı dışında diğer haslık değerlerinin iyi olduğu, FeSO_4 ve CuSO_4 'ın pamuklu kumaşlar için, FeSO_4 , CuSO_4 ve $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 'ın da ipekli kumaşlarda iyi ışık haslık değerleri verdiği görülmüştür.

Gupta ve ark. (2004), bu çalışmada Hindistan kökboyasından saflaştırılmış iki bileşen purpurin ve munjistin ile naylon kumaşları boyamış daha sonra boyanan ve mordanlanan bu kumaşların yıkama ve ışık haslıklarına bakılmıştır. Boyamada mordan maddesi olarak demir(II)sülfat, bakır(II)sülfat, şap ve kalay(II)klorür kullanılmış, ön ve ard mordanlama yöntemine göre iki mordanlama yöntemi kullanılmıştır. Yapılan boyamalar sonucunda purpurin ile mordansız boyanan kumaşların pembe tonlarında, demir(II)sülfat ile mordanlananların mavimsi kırmızı, bakır(II)sülfat ile mordanlananların kahverengimsi kırmızı, şap ve kalay(II)klorür ile boyananların koyu kırmızı renkte olduğu görülmüştür. Boyamaların renk tonları kullanılan mordan konsantrasyonuna, mordan türüne ve mordanlama yöntemine göre değişiklik göstermiştir. Munjistin ile yapılan boyamalarda altın sarısı renk elde edilmiş olup demir(II)sülfat mordanı daha koyu bir renk, bakır(II)sülfatla ise kırmızımsı sarı renk elde edilmiştir. Kalay(II)klorür ile ard mordanlama yapıldığında ise parlak sarı renk elde edilmiştir. Mordanlanmamış munjistin ile boyanan kumaşlar çok düşük ışık haslığı göstermiş, purpurin ise daha ılımlı sonuçlar vermiştir. Demir(II)sülfat ve bakır(II)sülfat ile ard mordanlama yapılmış kumaşların purpurin ile boyama sonucunda iyi ışık haslık özelliklerine sahip olduğu görülmüştür. Munjistin ile yapılan boyamalarda ise sadece bakır(II)sülfat mordanı etkili olmuş ve

ışık haslığı yüksek çıkmıştır. Her iki boyanın yıkama haslığına bakıldığında mordanlamanın yıkama haslıklarını arttırdığı görülmüştür. Purpurinin yıkama haslığı munjistinin yıkama haslığına göre daha iyi sonuçlar vermiştir.

Mahale ve ark. (2003), yaptıkları bu çalışmada çeşitli mordan ve farklı konsantrasyonlar kullanarak *Acalpha wilkesiana* bitki ekstraktından elde ettikleri doğal boya ile ipek iplikleri boyamışlar ve boyanan ipliklerin haslıklarını incelemiştir. Çalışmada, ön, ard ve birlikte mordanlama yapılmıştır. % 5-10-15 oranlarında $KAl(SO_4)_2$, % 1-2-3 oranlarında $K_2Cr_2O_7$, $FeSO_4$ ve $CuSO_4$ mordan maddeleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmaların sonucunda yıkama, ışık, sürtme ve ter haslık sonuçlarının iyi derecede olduğunu bulmuşlardır. Ön mordanlama yönteminde % 2 ve % 3 $CuSO_4$ mordanının, birlikte mordanlama yönteminde % 3 $K_2Cr_2O_7$ mordanının, ard mordanlama yönteminde de % 5, % 10 ve % 15 $KAl(SO_4)_2$ konsantrasyonlarında en iyi haslık sonuçlarını verdiği görülmüştür.

Gulrajani ve ark. (2003), bu çalışmada kırmızı sandal ağacından (*Pterocarpus Santalinus*) elde edilen boya ekstraksiyonu ile yün ve naylon kumaşların boyanabilirliğini araştırmıştır. Boyamada şap, şap-tartarik asit, potasyum dikromat, demir(II)sülfat, demir(II)sülfat-tartarik asit, kalay(II)klorür, kalay(II)klorür-tartarik asit-okzalik asit ve bakır(II)sülfat mordan kombinasyonları kullanılmış, ön ve ard mordanlama yapılmıştır. Boyanan kumaşların renk değerlerine, yıkama ve ışık haslık değerlerine bakılmıştır. Sonuçlara göre ard mordanlama yöntemine göre boyanan kumaşların ön mordanlama yöntemine göre boyananlara nazaran daha koyu renk tonları olduğu görülmüştür. Şap, şap-tartarik asit, kalay(II)klorür, kalay(II)klorür-tartarik asit-okzalik asit mordanları açık tonlarda kırmızımsı sarımsı renkler meydana getirmiştir. Demir(II)sülfat, demir(II)sülfat-tartarik asit koyu kırmızımsı mor renk tonu, potasyum dikromat koyu kahverengi ton, bakır(II)sülfatta koyu sarımsı ton renk meydana getirmiştir. Işık haslığı sonuçlarına göre bütün boyalı naylon örneklerin düşük ışık haslığına sahip olduğu, yün kumaşların ise bazılarının düşük ışık haslığına sahip olduğu görülmüştür. Yıkama haslığı sonuçlarına göre ön mordanlama ile ard mordanlama arasında bir fark olmadığı görülmüştür. En iyi

yıkama haslığı sonuçlarını naylonda potasyum dikromat ile mordanlanan numuneler vermiştir.

Kayabaşı ve ark. (2003), yaptığı çalışmada kökboya, ceviz, cehri, soğan, sergil ve nar bitkileri ile her biri diğeriyle eşit oranlarda % 100 (% 50 + % 50) olarak alınmış ve 15 mordansız boyama yapmıştır. Değişik renk ve renk tonları elde etmek ve haslık değerlerini yükseltmek amacıyla bakır sülfat, potasyum bikromat ve kalay klorür mordanları % 3 oranında alınarak 45 mordanlı boyama daha yapılmıştır. Çalışma sonucunda; mordansız boyamalarda renkler; açık ve koyu gülkurusu, kiremit, açık kimyon vb. iken mordanlı boyamalarda kahverengi, açık ve koyu kırmızı kahve, koyu saman sarısı, açık ve koyu turuncu, sütlü kahve, koyu kimyon, açık ve koyu yeşil kahve, zeytinyağı yeşili, turuncu gibi renkler elde edilmiştir. Işık haslığı değerleri 2 ile 8, sürtme haslığı değerleri 1 – 2 ile 4, su damlası haslığı değerleri 2 – 3 ile 5 arasında bulunmuştur.

Lee ve ark. (2001), yaptıkları çalışmada ipek ve yünü 4 farklı doğal boyarmadde (dügün çiçeğı, amur mantar ağacı, karakafes bitkisi ve sekoya) ile boyamışlar daha sonra da UV absorblayıcı kullanarak renk değişimi ve ışık haslığına bakmışlardır. Çalışma sonuçlarına göre mordanlı boyamalarda ışık haslığının geliştiğı ancak renkte bir değişim olmadığını görmüşlerdir. Ayrıca UV absorblayıcının kumaşa alımının ipeğe göre yünde daha fazla olduğunu görmüşlerdir.

Raisalne ve ark. (2001), bu çalışmada yün iplikleri ve poliamid kumaşı doğal antrakinonlardan emodin ve dermosibin ile mordanlama yöntemi kullanarak boyamıştır. Antrakinonlar bir mantar olan *Dermocybe Sanguinea*’dan ekstrakte edilmiştir. Potasyum alüminyum sülfat, potasyum dikromat, kobalt(II)sülfat, demir(II)sülfat maddeleri mordan maddeleri olarak kullanılmış ve birlikte mordanlama yöntemi uygulanmıştır. Bu çalışmada boyalı numunelerin CIE L*, a*, b* değerleri ve ışık, yıkama, sürtme haslık değerleri ISO standartlarına göre incelenmiştir. Deneyler sonucunda emodin ile yapılan boyamalar kırmızı ve sarı, dermosibin ile yapılan boyamalar mor ve menekşe renginde olmuştur. Kobalt(II)sülfat ve demir(II)sülfatın boya alımlarının hemen hemen aynı olduğu ve

potasyum alüminyum sülfattan biraz daha iyi boya alımı yaptığı görülmüştür. Yıkama haslığına bakıldığında en iyi sonuçları potasyum dikromat mordanında olduğu ve yün ile poliamidin hemen hemen aynı yıkama haslığı sonuçları verdiği görülmüştür. Işık haslığında ise poliamid için haslık sonuçlarının düşük olduğu ancak demir(II)sülfat ve kobalt(II)sülfatta azda olsa bir iyileşme olduğu görülmüştür. Yünde ise ışık haslığı sonuçları 1-5 arasında çeşitlilik gösterdiği en iyi sonucu potasyum dikromat mordanının verdiği görülmüştür. Sürtme haslığına bakıldığında ise mordanlı boyamaların sonuçlarıyla mordansız boyamaların sonuçları arasında çok fazla bir fark olmadığını, sonuçların poliamid için 4-5 olduğunu yün içinde 1/2 ile 4/5 arasında çeşitlilik gösterdiği görülmüştür.

Deo ve ark. (1999) yaptıkları çalışmada pamuk ve jüt gibi selülozik liflerin çay ekstratı ile üç farklı yöntem kullanarak boyanmasına odaklanmış ve çayın pamuk ve jütteki haslık özellikleri ile boyanma davranışlarını incelemeyi amaçlamıştır. Mordanlı ve mordansız boyamalar yapılmış ve K/S değerleri ile CIELAB renk değişim değerleri ile karşılaştırma yapılmıştır. Koyulaştırma ve matlaştırmaya rağmen çay ile boyamada liflerin mordan kullanıldığında daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Üç boyama yöntemi arasında en iyi yıkama-ışık haslığı değerlerini ve renk değerlerini sonradan mordanlama vermiştir.

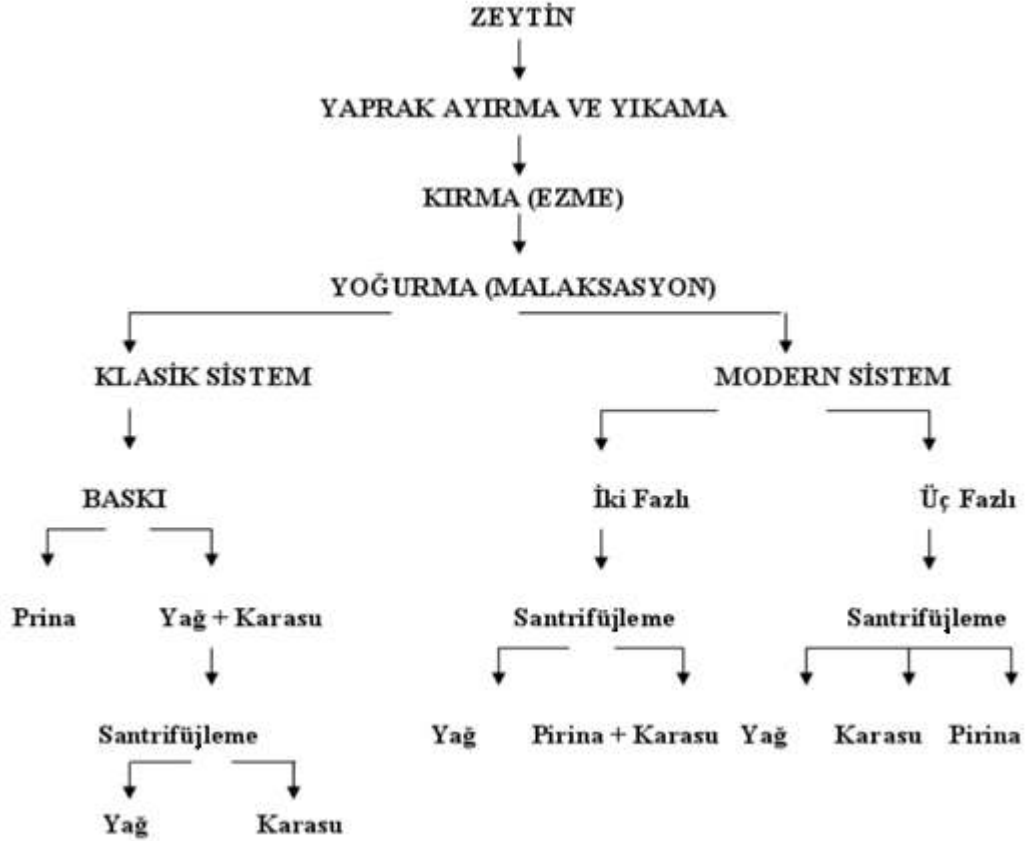
1.2 Zeytinyağı Üretimi, Zeytinyağı Üretim Atıkları ve Özellikleri

Türkiye, tarihi belgelerde zeytinin anavatanı olarak kabul edilen, dünya zeytin üretiminde altıncı sırada yer alan önemli zeytin üreticisi ülkelerden birisidir ve dünyada olduğu gibi Türkiye’de de zeytin bitkisinin en önemli ürünü zeytinyağıdır (Tunalıoğlu, 2008; Tunç ve Ünlü, 2015). Bir zeytin ağacı yılda 15 ve 40 kg arasında zeytin vermektedir. Toplam zeytinyağı üretiminin % 97’sini sadece Akdeniz Ülkeleri üretmektedir. En büyük zeytinyağı üreticileri İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, Tunus, Portekiz, Fas ve Cezayir, Akdeniz havzası dışında Ortadoğu, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin ve Avustralya’da da zeytin üretilmektedir (Tunç ve Ünlü, 2015). Zeytinyağı üretimi esnasında oluşan atık suyun oluşturduğu kirlilik problemlerine ülkemizde ve Akdeniz’e kıyısı olan ülkelerde sıklıkla karşılaşılmakta

ve üretilen yağa paralel olarak yaklaşık yılda 10 milyon m³ atık su oluşmaktadır (Uğurlu, 2010). Zeytin yetiştiren Akdeniz Ülkelerinin yıllık zeytinyağı atıksu üretiminin 7x10⁶'dan 30x10⁶ m³'e kadar değiştiği tahmin edilmekte ve bu farkın hava şartlarından ve zeytin ağaçlarını etkileyebilen hastalıklardan dolayı zeytinlerin yıldan yıla değişmesi ile ve zeytin ağacının var/yok yılları ile kısmen açıklanabilir. Zeytin, yağa işlenirken ortaya çıkan ana ürünle beraber yan ürünlerde meydana gelmektedir. Oluşan bu yan ürünlerin çevreyi kirletmesi olumsuzluk olarak değerlendirilmektedir. Zeytinyağı üretiminde elde edilen yan ürünler: zeytin yaprakları, pirina ve karasu olarak nitelendirdiğimiz zeytin atık suyudur (Tunç ve Ünlü, 2015). Zeytinsuyu atıklarının temel sorunu zeytinyağı üreten ülkeler arasındaki ortak politika eksikliğinden kaynaklanmaktadır, çünkü her ülke kendi yönetmeliğine sahiptir ancak birleşik bir strateji dayatacak uluslararası bir normatif kurmaya ihtiyaç duyulmaktadır. (Yay, 2012). Daha sıkı olan çevre yasaları ve uygulamalarından dolayı zeytinyağı atıksularının arıtımı için farklı metotlar önerilmiş ancak şimdiye kadar esneklik, verim, pratiklik ve maliyet analizleri açısından bu metotların çoğunun yetersiz olduğu görülmüştür (Tunç ve Ünlü, 2015).

1.2.1 Zeytinyağı Üretiminde Kullanılan Yöntemlerin İncelenmesi

Zeytinyağı üretiminde geleneksel ve sürekli yöntem olmak üzere iki yöntem kullanılır. Şekil 1.23’ da zeytinden üretim şeması ve üretim yöntemleri verilmiştir.



Şekil 1.23 Zeytinden zeytinyağı üretim şeması ve üretim yöntemleri (Öcal, 2005)

1.2.1.1 Geleneksel Yöntem

Geleneksel yöntem olan kesikli yöntemde, zeytinler su ilavesiyle yıkanmakta, ezilerek öğütülmekte ve sıcak suyla yoğrulmaktadır. Bu yöntemde yağ hidrolik presler kullanılarak çıkartılmaktadır. Elde edilen hamur daha sonra preslenerek yağ fazı ayrılmaktadır (Kılıç ve ark., 2009). Bu üretim sistemi besleme, hammadde depolama, temizleme, kabuk kırma ve ezme, kurutma-kavurma, sıkma, filtrasyon/dekantasyon ünitelerinden oluşur. Kırma işlemi gerek çekiçli kırıcı ile gerekse geleneksel taş kırıcı ile yapılabilir. Oluşturulan hamurun bileşimi % 20 yağ, % 25 katı madde ve % 55 zeytin özsuğu biçimindedir (Oktav ve Özer, 2014).

Presleme sonucunda oluşan sıvı atık, zeytin öz suyu, kalıntı yağ ve prosese eklenen ilave suyu içermektedir. Son olarak düşey santrifüj veya dekantörlerle ayırma işlemi yapılarak yağ elde edilmektedir. Bu yöntemde BOİ (biyolojik oksijen isteği) 90/100 gr/L, KOİ (kimyasal oksijen isteği) 120-130 gr/L konsantrasyonun da, pH 4,5-5 arasında değişmektedir. Sistemin yatırım maliyeti düşük, pres parçaları basit, sağlam ve dayanıklıdır. Enerji tüketimi düşüktür. Pirinanın nem ve yağ içeriği düşük olup çok az miktarda karasu oluşur. Kullanılan ekipmanlar çok hantaldır, iş gücü gereksinimi yüksektir. Sistem kesiklidir. Kullanılan jüt disklerin temizliği zor olup, kolay kontamine olabilirler.

1.2.1.2 Sürekli Yöntem

Sürekli üretim yapılan sistemde geleneksel presin yerini santrifüj sistemler almaktadır. Bu yöntemde ayırma metoduna bağlı olarak iki proses (2-fazlı ve 3-fazlı üretim sistemi) tanımlanmaktadır.

1.2.1.2.1 İki Fazlı Üretim Sistemi. Bu sistemde üretim boyunca prosese su eklenmemektedir. Proses sonrasında yağ ve pirina olmak üzere iki faz oluşmaktadır. Bu sistemde karasu oluşmadığından ekolojik olarak oldukça caziptir. Karasuyun büyük bir bölümü pirina ile birlikte açığa çıkmaktadır. Oluşan katı faz % 50-60 su, % 2-3 yağ içermektedir. 2-fazlı santrifüj prosesi, proses suyu gereksinimi olmadığından, su ve enerji gereksinimi yönünden avantajlı olan tek procestir. Oluşan düşük atıksu hacmi ve çok düşük kirlilik yükü, elektrik tüketiminde azalma ve atıksu uzaklaştırmadaki kolaylık, bu prosesin avantajlarıdır (Oktav ve ark., 2003).

1.2.1.2.2 Üç Fazlı Üretim Sistemi. Bu üretim sisteminde önemli miktarlarda proses suyu kullanılmakta ve proses sonrasında yağ, karasu ve pirina olmak üzere üç faz oluşmaktadır. Bu proseste büyük hacimlerde atıksu meydana gelmektedir. Zeytinyağı üretim proseslerinde oluşan atıksuyun miktarı ve kirlilik özellikleri, üretimde kullanılan yöntemle ilgili olarak farklılık göstermektedir. Kesikli yöntemde, 1 ton zeytin için 0,4-0,5 m³ atıksu oluşurken, sürekli yöntemde (iki ve üç fazlı yöntem) 1-1,5 m³ atıksu oluşmaktadır. Kesikli yöntemde oluşan atıksuyun kirlilik yükü, iki fazlı yöntemden daha fazladır. 2-fazlı üretim sisteminde oluşan atıksu hacmi ve kirlilik yükü, 3-fazlı sisteme göre daha yüksektir. Tablo 1.3' te zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntemlerin karakteristik özellikleri verilmiştir (Oktav ve ark., 2003). Ayrıca sürekli sistemin artan üretim, düşük işletme maliyeti, düşük alan gereksinimi, kalite ve gelişmiş otomatik pres kontrolü gibi avantajlarının yanısıra, ilk yatırım maliyetinin yüksek olması gibi dezavantajı da vardır (Azbar ve ark., 2004).

Tablo 1.3 Zeytinyağı üretiminde kullanılan yöntemlerin karakteristik özellikleri (1 ton zeytin için) (Oktav ve ark., 2003)

Proses Tipi	Proses Suyu (L)	Atıksu	
		Karakteristikleri	
		Hacim (L)	KOI (g/kg)
Kesikli			
(Geleneksel)	0-40	40-50	90-130
Sürekli (2 Fazlı)	50-70	90-110	60-90
Sürekli (3 Fazlı)	0	5-10	10-15

1.2.2 Zeytinyağı Üretiminde Elde Edilen Yan Ürünler

Zeytin yaprakları: Zeytin ağaçlarının budanması ve zeytinlerin yağının çıkarılmasından önceki temizleme ve harmanlama işlemleri sırasında elde edilen yaprak ve dalları içeren bir yan üründür. Her zeytin ağacından yaklaşık 25 kg zeytin yaprağı elde edilmekle birlikte yağ değirmeninde toplanan harmanlanmış zeytinlerin ağırlıkça yaklaşık % 5'ini oluşturmaktadır (Keser ve Bilal, 2010).

Pirina: Pirina zeytinden zeytinyağı elde etme prosesinde açığa çıkmakta ve zeytin çekirdeği ile zeytin posasının birleşiminden meydana gelmektedir (Kalyoncu ve Kalmış, 2007). Zeytinyağı işletmelerinde zeytinlerin sıkılmasından sonra arta kalan yağlı zeytin küspesine pirina veya yağlı pirina, pirinadan organik çözücülerle ve ekstraksiyon sonucu elde edilen yağa pirina yağı denilmektedir. Pirina sanayinin temeli, pirinanın bünyesindeki yağı elde etmek için önce pirinayı kurutmak, sonrada yağ çözücü bir solventle ekstraksiyona tabi tutmak esasına dayanmaktadır. Zeytin üretilen tüm ülkelerde zeytinyağı işleme sürecinde pirinadan yemeklik kalitede yağ üretilmesi için zeytinyağı teknolojileri yanında, pirina yağı teknolojilerinin de gelişmiş olması gerekir. Bu ülkelerdeki zeytinyağı fabrikaları gibi pirina fabrikaları da modern sistemler ile üretim yapmaktadır (Tunalıoğlu ve Armağan, 2008). 100 kg zeytinden 15 – 22 kg zeytinyağı ve 35 – 45 kg pirina elde edilmektedir. Pirina taze ve işlenmiş olmak üzere iki ayrı şekilde bulunmaktadır. Taze pirina mümkün olan en kısa sürede işlenerek enzimatik faaliyetler durdurulmakta ve üzerindeki yağ kimyasal yöntemler ile alınmaktadır (Kalyoncu ve Kalmış, 2007).

Ham pirina: Zeytinlerin yağının presleme ile ilk olarak ayrıldıktan sonra elde edilen üründür.

Yağı alınmış pirina: Ham pirinanın solvent ekstraksiyon yöntemiyle yağı ayrılarak elde edilir.

Çekirdeği kısmi olarak ayıklanmış pirina: Elekten geçirme ve ventilasyon işlemiyle zeytin posasından çekirdeklerin ayıklanması sonrası elde edilir.

Zeytin pulpu: Pirinanın çekirdek fraksiyonlarının elek yardımıyla büyük bir kısmının ayıklanmasından sonra geriye kalan kısmıdır.

Zeytin atık suyu (Karasu): Zeytinden yağ çıkarma işlemi sırasında açığa çıkan sulu atık kısımdır ve miktarı uygulanan yöntemle değişmektedir. Karasu, klasik sulu pres ve üç fazlı modern zeytinyağı fabrikalarında işlenirse pirinadan ayrı olarak elde edildiği için çok daha fazla, iki fazlı modern zeytinyağı işletmelerinde pirina ile

birlikte elde edildiğinden daha az miktarda ortaya çıkmaktadır (Tunalıoğlu ve Armağan,2008). Geleneksel presleme yöntemiyle 100 kg zeytinden 50 kg karasu elde edilirken bu miktar sürekli üretim prosesinde santrifuj yönteminin kullanılmasıyla 110 kg' a kadar çıkabilmektedir (Keser ve Bilal, 2010). Karasu dünyanın pek çok bölümünde büyük çevresel sorun oluşturmaktadır ve çoğu ülkede karasuyun deşarjında kısıtlamalar bulunmaktadır. Karasu değerli iz elementleri (sodyum, magnezyum, demir v.b.) ve potasyum gibi organik bileşikleri, antioksidanları içermektedir (Şengül ve ark., 2003).

1.2.3 Zeytinyağı Yan Ürünlerinin Kimyasal Bileşimi

Zeytinyağı atıksularının miktarı ve özellikleri; zeytin çeşidi, yetiştirme sistemi, meyvenin olgunluk derecesi, iklim şartları, tarım toprağı, hasat etme zamanı, pestisit ve gübre kullanımı, yaşlanma süresi ve yağ ekstraksiyon işlemi gibi pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Tunç ve Ünlü, 2015).

Pirinanın kimyasal içeriğı de çekirdek, kabuk, posa, su gibi fiziksel bileşenler, yağ miktarı, coğrafi orijine bağlı olarak büyük değişiklik göstermektedir. Zeytin yapraklarına benzer şekilde pirinanın ham protein içeriğı düşük düzeyde olup değişken olabilmektedir. Üç fazlı yöntemle elde edilen pirina ile arpa arasında glutamik asit, prolin ve lizin amino asitleri hariç diğer amino asitler bakımından benzerlik gösterdiği ancak üç fazlı yöntemle elde edilen pirinaya kıyasla iki fazlı yöntemle elde edilen pirinanın prolin ve lizin bakımından zengin ve metiyonin bakımından fakir olduğu görülmüştür. Pirinanın yağ asitleri içeriğinin büyük kısmını oleik asit ve çoklu doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır (Keser ve Bilal, 2010). Sürekli sistemlerden elde edilen pirina kuvvetli asit karakterde (pH 5,36), tuzluluğı (EC 3,73) ve C/N oranı (45-46) yüksektir. Organik maddece zengin (800-900 g/ kg), önemli miktarda mineral maddeleri içermekte olup, bu mineral maddelerden makro elementlerden yalnızca N ve K içerikleri yönünden dikkate değer ölçüde zengin (N:20 g/kg, K:16 g/kg), P, Ca ve Mg ile yine iz elementlerde düşük düzeylerdedir. Yağ, fenoller gibi fitotoksik maddelerce zengin olması pirinanın hemen kullanılmasını sınırlandırmaktadır (Soyergin ve ark., 2006). Dünyada özellikle İtalya,

İspanya ve Yunanistan gibi büyük zeytin ve zeytinyağı üreticisi ülkeler ürettikleri pirinayı kontrollü olmak şartıyla gübre olarak, yağı alındıktan sonra yakıt olarak ve pirina yağını da yemeklik olarak tüketmektedirler (Tunalıoğlu ve Armağan, 2008).

Karasu, kendine özgü mor ve siyah rengi estetik olarak da turistik bölgelerde son derece rahatsız edici bir görüntü sergilemekte ve deşarj edildiği ortamlarda yüzeyi kaplayarak canlılar için gerekli olan oksijen alış verişini engellemektedir (Uğurlu ve ark., 2012). Karasu ile ilgili yapılan araştırmalarda gerekli arıtma uygulamalarından geçmeden kullanılmasının çevreye zarar vereceği görülmüştür. Bu nedenle likit gübre, sulama suyu ya da yabancı ot kontrolü için kullanılabileceği bilinmesine rağmen zeytin üretimi yapılan birçok ülkede karasu kullanıma uygun hale getirilmedikçe sorun olarak kalacaktır (Tunalıoğlu ve Armağan, 2008). Karasuyun yapısında bulunan organik bileşiklerin başında zeytin bitkisinin özsuğu olmasından dolayı iz elementler, potasyum, fosfor, antioksidanlar, şeker, azot bileşikler, uçucu asitler, polialkoller, pektin, yağ, polifenoller, ve tanenler bulunmaktadır (Keser ve Bilal, 2010). Karasuyun arıtımı yüksek biyokimyasal oksijen ihtiyacı ($BOİ_5 = 15-135$ gr/L), kimyasal oksijen ihtiyacı ($KOİ = 37-318$ gr/L), askıda katı madde (AKM = $6-69$ gr/L) ve toplam fenol (TF = $2-5$ gr/L) içeriği nedeniyle önem taşımaktadır. 10 gr/L'yi aşan fenolik ve tannik asit ve polialkol içerikleri nedeniyle biyolojik olarak zor ayrışan bir yapıya sahip olup antimikrobiyal aktiviteye, yani toksisiteye sebep olmaktadır (Kartal ve ark., 2008). Zeytin türü, olgunluğu ve prosesin işleyişi, karasuyun karakteristiğini önemli oranda etkilemektedir. Ayrıca, renkliliğin asıl kaynağının tanen ve ligninden kaynaklandığı, fenolik bileşiklerin yapılarının lignine benzerlik gösterdiği belirtilmektedir (Uğurlu ve ark., 2010). Karasuyun miktarı ve fizikokimyasal özellikleri üretim yerine, ürün alınan ağacın yaşına, hasat sezonuna, ürünün o yıl var veya yok olmasına, zeytin çeşidine ve ekstraksiyon metotlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Kılıç ve ark., 2009). Yapılan HPLC analizleri sonucunda hidroksitrisolun en fazla bulunan biyofenol olduğunu göstermiştir. Ayrıca fenolik alkoller (trisol, hidroksitrisol), fenolik asitler (kafeik asit, ferulik asit, kumarik asit gibi sinamik asit türevleri, vanilik, gallik, veratrik, protokateşik ve hidroksibenzoik asitler gibi benzoik asit türevleri ve hidroksifenilasetik asit), sekoroid türevleri (verbaskosid, dikarboksimetil oleuropen aglikonunun dialdehid

formu, ligstrosid), flavonoidler (luteolin-7-glukosid, luteolin) olmak üzere bulunan diğer biyofenoller de tanımlanmıştır (Marco ve ark., 2007; Frenkel ve ark., 2013; Tunç ve Ünlü, 2015; Aktas ve ark., 2001).

1.2.4 Zeytinyağı Üretimi Atıklarının Çevresel Etkileri

Zeytinyağı üretim atıksuları kentsel atıksulardan 100 kat daha yüksek organik madde içermektedir. Alıcı su ortamına deşarj edildiğinde oksijen miktarı azalmakta, tüm ekosistemin dengesi bozulmaktadır. Atıksuda bulunan nutrient alg gelişimini desteklemekte ve sonuç olarak ötrofikasyonu artırmaktadır, yani sucul yaşamı tehdit etmektedir. Bu atıksular açık havuzlarda depolandığında ve/veya araziye veya doğal sulara deşarj edildiğinde fermantasyon meydana gelmektedir. Sonuç olarak metan ve diğer keskin gazlar (hidrojen sülfür, vb.) yayılmaktadır. Bu, yağ üretim periyodu süresince büyük mesafelerde bile koku olarak önemli kirliliğe yol açmaktadır. Bu atıksulardaki lipidler, alıcı sulardaki mikroorganizmaların güneş ışığı ve oksijeni almasını engelleyen geçirimsiz bir film tabakasını su yüzeyinde oluşturmakta ve yararlı mikroorganizmaların yok olmasına neden olmaktadır. Karasuyun renginden dolayı doğal sularda renk değişimi olmaktadır. Doğal suların rengindeki değişim oksidasyondan ve tanenlerin polimerizasyonundan kaynaklanmaktadır. Zeytinyağı üretim atıksuları çeşitli fitotoksik uçucu asitler ve fenolik bileşiklerin varlığından dolayı çok toksiktir. Bu da canlı yaşamını tehdit etmektedir (Tunç ve Ünlü, 2015).

1.2.5 Zeytinyağı Üretimi Atıklarının Değerlendirilmesi

Pirina hayvan yemi katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Besin değeri olarak 1,6 kg pirina 1 kg kepeğe karşılık gelmektedir. Toksik madde içermeyen ve organik madde içeriği yüksek olan kompostlanmış pirina bahçe bitkilerinin yetiştirilmesinde ve toprağın güçlendirilmesinde kullanılmıştır. Pirinadan fermantasyon yoluyla lipaz enzimi elde edilmektedir. Hidroliz edildikten sonra destile edilerek aktif karbon, metanol ve asetik asit elde edilmiştir. Pirinanın içerdiği yüksek lignin içeriği nedeniyle diğer biyokütlelere göre piroliz yoluyla aktif karbon elde edilmesinin daha uygun olduğu belirlenmiştir. Furfurol eldesinde de pirina kullanılmaktadır.

Türkiye’de yağı alınmış pirina sadece yakıt olarak kullanılmaktadır. Pirina aynı zamanda kompozit gübre elde edilmesinde de kullanım alanı bulmuştur (Boğa, 2014).

Zeytinyağı endüstrisi atıksuları bünyesinde; polifenoller, karbonhidratlar, polisakkaritler, polialkoller, çözünmüş mineral tuzları, azot bileşikler, şeker, gres ve yağ asitleri gibi kirletici özelliği yüksek birçok organik maddeleri ihtiva ederler. Miktar olarak fazla olmaları, koyu kahve siyaha yakın bir renk içermesi, yüksek organik madde içeriği ve düşük biyolojik arıtılabilirliği, asidik olmaları, yüksek konsantrasyonlarda fenol içeriği, yüksek katı madde içeriği çevresel olarak sorun teşkil eder. Zeytinyağı endüstrisi, yüksek oranda organik madde içeren, biyolojik oksijen ihtiyacı (BOİ) ve kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) konsantrasyonları yüksek, kuvvetli karakterde atıksular üretmektedir (Deveci ve Çınar, 2011). Zeytinyağı endüstrisi için, zeytinyağı atık suyu içerdiği yüksek kirlilik nedeniyle önlem alınması ve giderilmesi gereken en önemli çevre problemleri arasındadır. Karasuyun arıtımı ve yan ürün olarak değerlendirilmesi için birçok yöntem geliştirilmiş ancak bu yöntemlerin verim, pratiklik ve maliyet açısından yetersiz olduğu görülmüştür. Fizikokimyasal arıtma, kimyasal ve elektrokimyasal arıtma, anaerobik ve aerobik biyolojik arıtma, ultrafiltrasyon, ters osmoz, yakma, kompostlama, yakıt elde etme, lagünde buharlaştırma, organik gübre olarak kullanma, sulama amaçlı kullanma, tek hücre proteini elde etme, membran prosesler, fermantasyona maruz bırakılarak değerli son ürünlere dönüştürme, agro-kimyasal eldesi, aktif karbon üretimi, malzeme olarak değerlendirme, karbonhidrat protein ve gıda maddesi olarak değerlendirme, lipaz enzimi eldesi, yağ asitleri eldesi, kozmetik ve antioksidan üretimi, ilaç sanayinde kullanma, biyokimyasal sentezler ve hayvan yemi olarak kullanma başlıca karasuyu geri kazandırma yöntemleri arasındadır (Oktav ve ark., 2003; Şengül ve ark., 2003). Atıksu arıtımında biyolojik prosesler dünya çapında kabul görmektedir çünkü biyolojik proseslerin çevre dostu, güvenilir ve genellikle uygun maliyetli olduğu düşünülmektedir. Biyolojik arıtma, organik madde ve inorganik nutrientleri giderebilmekte, ancak fenolik maddeler mikroorganizmalara toksik olduğu için, kullanılan mikroorganizmaların seçimi ve arıtılan zeytinyağı atıksularına adaptasyonu dikkate alınmalıdır. Ayrıca biyogaz üretiminin ekonomik

olmadığı ve meydana gelen kalıntının yönetimi ve depolanmayan biyogazın kullanımı gibi ek problemlere sebep olduğu görülmüştür. Toksik ve kalıcı özellikteki organik maddeleri bulunduran atıksuların arıtımında kirleticilerin biyolojik olarak parçalanmaması nedeni ile klasik biyolojik arıtma yöntemleri çok etkili olmamakta, fizikokimyasal yöntemler ise kirleticinin bir ortamdan başka bir ortama geçebilmesinden dolayı pek tercih edilmemektedir. İleri oksidasyon prosesleri ise ya bütün kirleticilerin CO₂, H₂O ve mineral tuzlara tam mineralizasyonu ya da biyolojik ayrışmaya dirençli kirleticilerin seçici giderimi ve biyolojik olarak ayrışabilen ara ürünlere dönüşümü için kullanılmaktadır. İleri oksidasyon prosesleri, ozonlama, UV ışınlaması, fotokatalitik, Fenton reaktanı, elektrokimyasal oksidasyon, ıslak hava oksidasyonu yöntemleridir (Tunç ve Ünlü, 2015).

1.2.6 Zeytinyağı Üretimi Atıklarının Doğal Boyarmadde Olarak Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar

Haddar ve ark.(2015), zeytinyağı üretim aşamasında ortaya çıkan zeytin bitki suyundan elde ettikleri ekstraksiyon ile poliamid kumaşların boyanabilirliğini araştırmışlardır. Yapılan boyamalarda konvansiyonel yöntem ve ultrasonik boyama yöntemi ile çalışılmış ve boyama yöntemleri karşılaştırılmıştır. Ayrıca zeytin bitki suyundan elde edilen ekstraksiyonun doğal bileşenleri HPLC ile analiz edilmiştir. Yapılan boyamaların yıkama, sürtme, ter ve ışık haslıklarına bakılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda ultrasonik boyamada güç seviyesi arttıkça K/S değerlerinin arttığı, daha fazla boya emiliminin olduğu, boyama banyosunun pH'ı arttıkça K/S değerlerinin azaldığı görülmüştür. HPLC analizleri ile zeytin bitki suyunda hidroksitirosol, tirosol, vanilik asit, 3-hidroksibenzoik asit, M-kumarik asit, luteolin, apigenin, sinamik asit organik bileşenleri olduğu bulunmuştur. Yapılan haslık testleri sonucunda her iki yönteminde haslık sonuçlarının iyi olduğu ve sonikatör ile yapılan boyamanın konvansiyonel yöntemle yapılan boyamaya göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Zeytin bitki suyunun boyama öncesi 10,43 gr/L polifenol içerdiği, konvansiyonel yöntemle yapılan boyama sonunda 9,91 gr/L, ultrasonik boyama sonunda da 9,58 gr/L polifenol içerdiği analiz edilmiş, bu veriler ultasonik yöntemle yapılan boyamaların konvansiyonel yöntemle yapılan boyamalara göre daha çevreci

olduğunu göstermiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda ultrasonik yöntemle yapılan boyamaların konvansiyonel yöntemle göre daha yüksek K/S değerleri verdiği görülmüştür. Ultrasonik boyamada optimum boyama koşullarının 500w güç seviyesinde, 100 C°'de 75 dakikada pH 2 olacak şekilde olduğu bulunmuştur.

Haddar ve ark. (2014), yaptıkları çalışmada zeytin atık suyunu boyarmadde olarak kullanmışlar ve akrilik liflerinin boyanabilirliğini araştırmışlardır. Çalışmada, boyama koşullarının boyama prosesi üzerindeki etkisine, haslık özelliklerine, ANOVA ve pareto diyagramları kullanılarak optimum boyama koşullarına, ayrıca çevre etkisine bakılmıştır. Optimum koşulların 100 C°, 105 dk, pH 3, 1:50 flotte oranında olduğu görülmüştür. Haslık özelliklerinin orta derecede olduğu saptanmıştır. Ayrıca zeytin atık suyuyla üst üste yapılan boyamalar uzaklaşan fenol miktarında ve uzaklaşan KOİ değerlerinde artış görülmüştür.

İşmal'ın (2014), yaptığı çalışmada yün kumaşı sulandırılmış ve kaynatılmış pirina ile boyamıştır. Yapılan boyamada demir iki sülfat, şap, kalay iki klorür, bakır sülfat, potasyum dikromatı mordan maddesi olarak kullanmıştır. Mordanlamayı ön mordanlama, birlikte mordanlama ve sonradan mordanlama yöntemlerine göre yapmıştır. Yaptığı boyamaların renk değerlerine, ışık ve yıkama haslıklarına bakmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda, mordan tipine ve mordanlama yöntemine göre farklı renk değerleri bulmuştur. Yıkama ve ışık haslık değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür.

Meksi ve ark. (2012) potansiyel bir doğal boya kaynağı olan zeytin atık suyunu yünün boyanmasında kullanmışlardır. Bu çalışmada boya banyosunun pH'ının sıcaklığının, boyama zamanının ve tuz eklenmesinin yünün boyanabilirliği üzerindeki etkisi ve haslık özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca farklı mordanlama yöntemleri ile mordan çeşidinin boyama kalitesindeki etkisi de araştırılmıştır. Çalışma sonuçları incelendiğinde boyamanın pH 2, 100 C°, 90 dk ve tuz kullanılmadan yapıldığında en yüksek K/S değerlerini verdiği görülmüştür. Mordanlama yönteminin K/S değerlerinde değişiklik yaptığı ve en iyi sonucu sonradan mordanlamanın verdiği, K/S değerlerinin mordan çeşidine göre değiştiği görülmüştür. Haslıkları

incelendiğinde yıkama ve ter haslığının iyi, ışık ve sürtme haslığının orta derecede olduğu görülmüştür.

Son yıllarda sürdürülebilir kaynaklara yönelimden dolayı doğal boyalara yönelik ilgi artmıştır. Zeytinyağı retimi sırasında oluşan karasu ve pirina, bileşimleri ve etrafa yaydıkları koku sebebiyle evre açısından önemli bir kirlilik potansiyeli oluşurmaktadır. Karasu olarak nitelendirilen atıksu, gerek içerdiği yüksek miktardaki yağlardan gerek yüksek miktardaki KOİ gerekse düşük moleküler ağırlıklı fenolik maddeler nedeniyle arıtılabilirliği güç olan atıksulardır. Uygulanan arıtma yöntemleri gerek maliyet gerek verimlilik gerekse pratiklik açısından yetersiz kalmaktadır. Pirina ve karasuyun çevreyi kirlletmeden arıtımı ve bertarafı zeytinyağı üreticisi diğer ülkeler gibi Türkiye açısından da önemli bir evre problemi oluşurmaktadır. Bu çalışmada zeytinyağı üretimi sırasında ortaya çıkan atıkların değerlendirilmesinde tekstil boyacılığının alternatif bir yöntem olarak kullanabilirliği araştırılmıştır. Mordan maddesi olarak demir(II)sülfat, şap, tannik asit ve tartarik asit kullanılarak çeşitli konsantrasyonlarda ve farklı mordanlama süreleri ile %100 yn kumaşlar n mordanlama, % 100 poliamid kumaşlar ise hem n mordanlama hem de birlikte mordanlama tekniğiyle mordanlanmış daha sonra 1:20 flotte oranında zeytinyağı üretimi atık suyu ile boyanmıştır. Kullanılan karasuyun ve boyanan kumaşların HPLC analizleri yapılmış, içerdikleri organik bileşenler tespit edilmiştir. Boyanan kumaşların kolorimetrik renk değerlendirilmesi yapılmış, yıkama, yaş/kuru sürtme, asidik/bazik ter, ışık ve su damlasına karşı haslık testleri uygulanmıştır. Bu çalışmada zeytinyağı üretimi atıklarının doğal boyarmadde olarak tekstilde kullanımı incelenmiştir.

BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOD

2.1 Materyal

2.1.1 Tekstil Materyali ve Kullanılan Kimyasallar

Çalışmada boyamaya hazır % 100 yün bezayağı dokuma kumaş (240 g/m^2 , atkı yönünde 25 tel/cm, çözgü yönünde 29 tel/cm) ve % 100 poliamid 6.6 süprem örme kumaş (260 g/m^2 , ilmek çubuk sıklığı 16 çubuk/cm, ilmek sıra sıklığı 31 sıra/cm) kullanılmıştır. Mordan maddesi olarak demir(II)sülfat, şap, tannik asit ve tartarik asit Sigma-Aldrich firmasından temin edilmiş ve kullanılmıştır.

2.1.2 Karasu

Boyamalarda kullanılan zeytin karasuyu Bozdoğan/Aydın/Türkiye ($37^{\circ}40'26''\text{N}$; $28^{\circ}20'47''\text{E}$) de bulunan TARIŞ zeytinyağı fabrikasından temin edilmiştir.

2.2 Metod

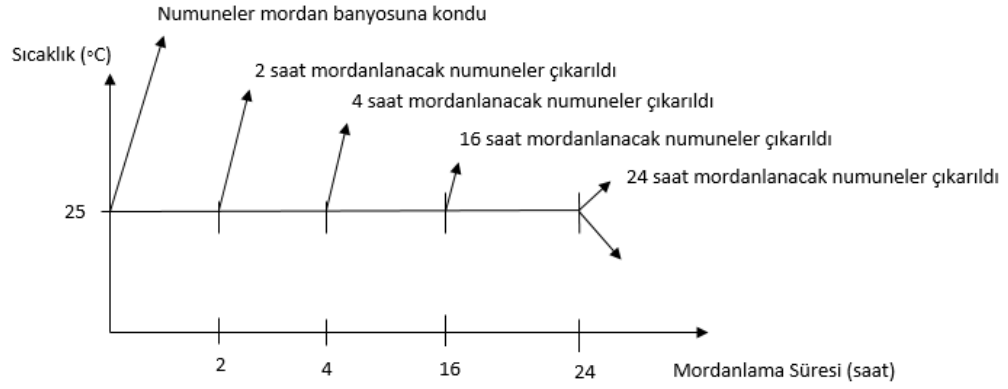
2.2.1 Zeytin Karasuyunun Boyamaya Hazırlanması

TARIŞ fabrikasından alınan zeytin karasuyu 2-fazlı yöntemle üretilmiş olup pirina ve karasu birlikte olarak temin edilmiştir. Karasuyu pirinadan ayırabilmek için filtrasyon yapılmıştır. Filtrasyon sonucunda elde edilen karasu doğrudan boyamada kullanılmıştır. Karasuyun pH'ı ölçülmüş ve pH'ın 4,6 olduğu tespit edilmiştir. Boyamada zeytin karasuyunun pH'ı 4,6 olarak kullanılmıştır.

2.2.2 Mordanlama

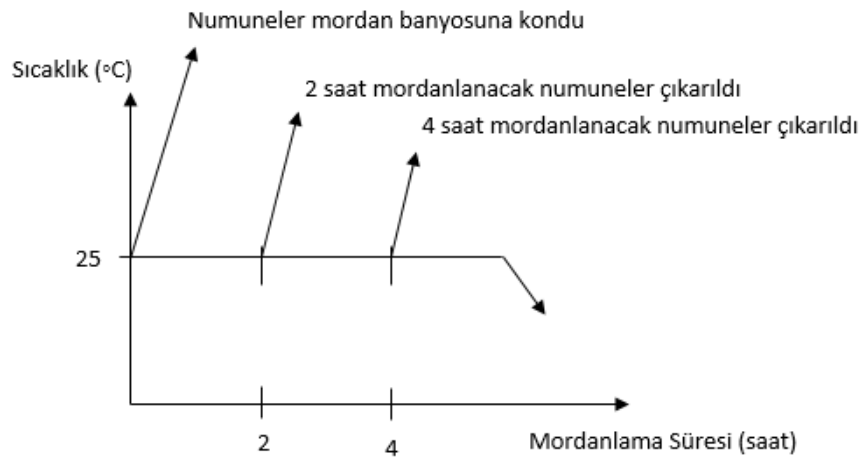
Yün Kumaşların Mordanlanması: Kullanılan % 100 yün kumaşlar mordanlanırken % 2, % 4, % 6, % 8, % 10, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonları, 1:20 flotte oranı kullanılmıştır. Yün kumaşlar ön mordanlama yöntemine göre mordanlanmış olup 2,

4, 16 ve 24 saat mordan işlemi uygulanmıştır. Şekil 2.1’de yün kumaşların ön mordanlama yöntemine göre mordanlama grafiği verilmiştir.



Şekil 2.1 Yün kumaşların ön mordanlama yöntemine göre mordanlama grafiği

Poliamid Kumaşların Mordanlanması: Kullanılan %100 poliamid (6.6) kumaşlar mordanlanırken % 2, % 4, % 6, % 8, % 10, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonları ve 1:20 flotte oranı kullanılmıştır. Poliamid kumaşlar ön mordanlama ve birlikte mordanlama yöntemine göre mordanlanmıştır. Ön mordanlama da 2, 4 saat mordan işlemi uygulanmıştır. Şekil 2.2’de poliamid 6.6 kumaşların ön mordanlama yöntemine göre mordanlama grafiği verilmiştir.

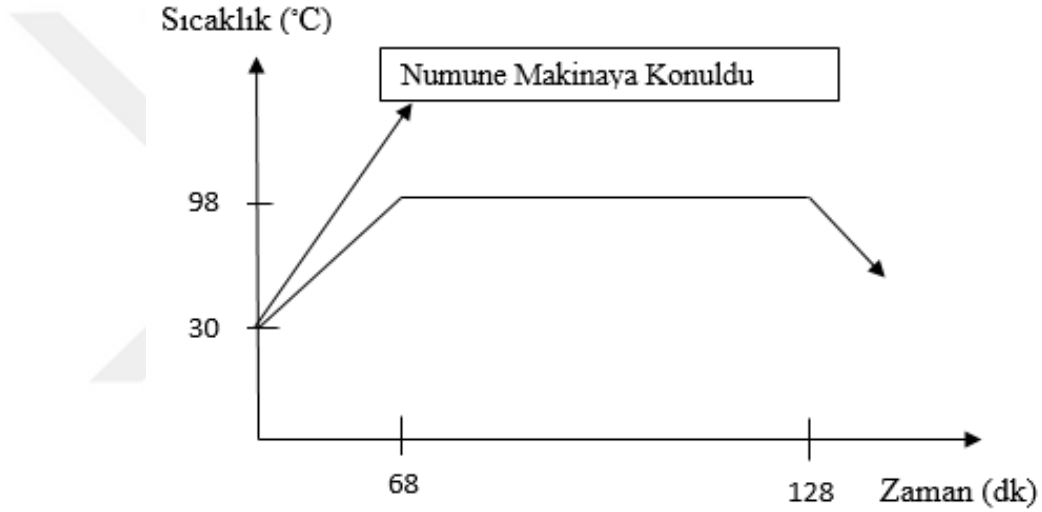


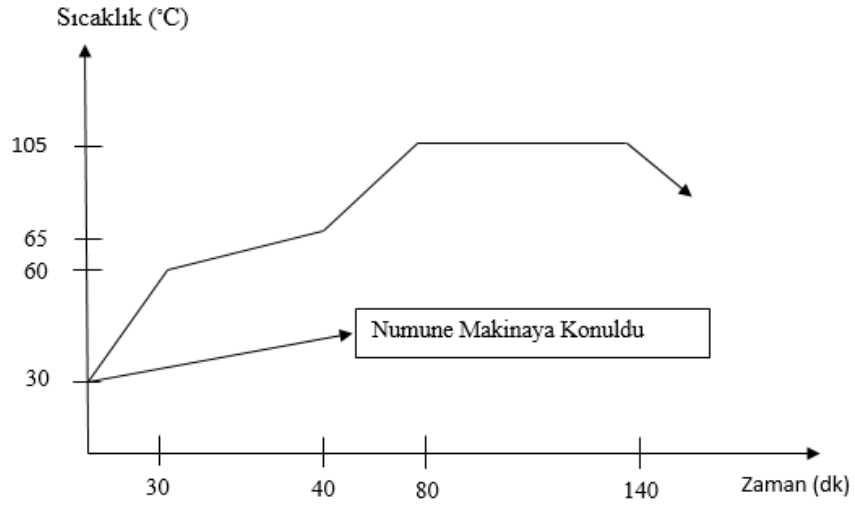
Şekil 2.2 Poliamid 6.6 kumaşların ön mordanlama yöntemine göre mordanlama grafiği

Mordanlama işleminden sonra kumaşlar saf su ile yıkanıp oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.

2.2.3 Boyama

Boyamalar laboratuvar tipi boyama makinesinde (ATAÇ) ve 1:20 flotte oranında gerçekleştirilmiştir. Flotte olarak % 100 zeytin karasuyu kullanılmıştır. Boyama işlemi yün kumaşlar için Şekil 2.3’ deki, poliamid (6.6) kumaşlarda Şekil 2.4’ teki boyama grafiğine göre yapılmıştır.





Şekil 2.4 Poliamid (6.6) kumaşları boyama grafiği

Boyama işleminden sonra kumaşlar saf su ile yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır.

2.3 Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

2.3.1 Renk Ölçümü

Boyama sonrası renk ölçümü analizleri Minolta CM 3600 D marka spektrofotometrede gerçekleştirilmiştir. Renk ölçümünde speküler 'included' olarak seçilmiş, gözlemci açısı 10 derece, ışık kaynağı D 65 gün ışığı kullanılmıştır. Analizler sonucunda elde edilen K/S aşağıdaki formüllere göre yapılmıştır. Boyanan yün kumaşların boyama verimini tespit edebilme amacıyla, boyanmış maksimum absorbsiyon dalga boyunda K/S değerleri hesaplanmıştır.

$$\text{Kubelka Munk: } K/S = (1-R)^2 / 2R \quad (2.1)$$

K: Işık absorbsiyonu

S: Işık yansıması

R: Maksimum absorbsiyon dalga boyundaki remisyon değeri

Renk değerlendirmelerinde CIE L*a*b* sistemindeki renk koordinatlarından faydalanılmıştır. CIE L*a*b* sisteminde yer alan a* değeri kırmızı-yeşil, b* değeri sarı-mavi, L* değeri ise açıklık değerlerini ifade etmektedir. Ayrıca boyalı kumaşların renk verimini hesaplamada K/S değerlerinden yararlanılmıştır.

2.3.2 Yıkama Haslığı Testi

Boyama işlemi gerçekleştirilmiş kumaşların yıkamaya karşı dayanımlarının belirlenebilmesi için Atlas Linitest cihazı kullanılmıştır. Yapılan yıkama haslığı testleri TS EN ISO 105-C06 (A1S): Tekstil – Renk Haslığı Deneyleri Bölüm C06 Evsel Yıkamaya ve Ticari Müesseselerde Yıkamaya Karşı Renk Haslığı Tayini standardına göre yapılmıştır.

2.3.3 Ter Haslığı Testi

Boyama işlemi gerçekleştirilmiş kumaşların tere karşı dayanımlarının belirlenebilmesi için perspirometre cihazı ile TS EN ISO 105-E04'e göre ter haslığı testleri yapılmıştır. Yapılan boyamaların alkali ve asidik ter haslığı sonuçları gri skalaya göre değerlendirilmiştir. Ter haslığında boyama işlemi yapılan materyallerin multifiber refakat bezlerine akma (lekeleme) oranına göre ve boyanmış numunenin solma oranına göre değerlendirmeler yapılmıştır.

2.3.4 Sürtme Haslığı Testi

Boyanmış kumaşların Atlas marka Krokmetre sürtme cihazında TS EN ISO 105-X12: Tekstil– Renk Haslığı Deneyleri Bölüm X12 Sürtmeye Karşı Renk Haslığı Tayini standardına göre yaş ve kuru sürtmeye karşı gösterdikleri dayanımlar ölçülmüştür.

2.3.5 Işık Haslığı Testi

Boyanmış kumaşlara TS EN ISO 105-B02 (Metot 2) standardına göre ışık haslığı testi uygulanmıştır. Işık haslığında; boyama işlemi yapılan materyallerin, yapay ışık

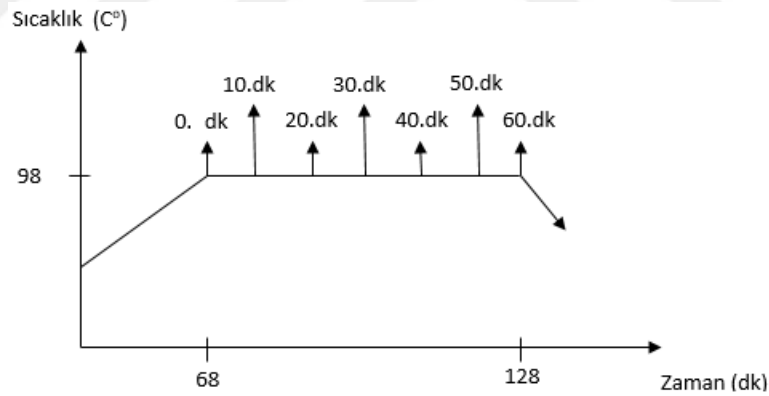
(Xenon Arc lambası) altında solma derecelerinin standart kumaşlardaki solma dereceleri ile kıyaslanması sonucunda değerlendirme yapılmıştır. Işık haslığı test sonuçları mavi ve gri skala ile değerlendirilmiştir.

2.3.6 Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Testi

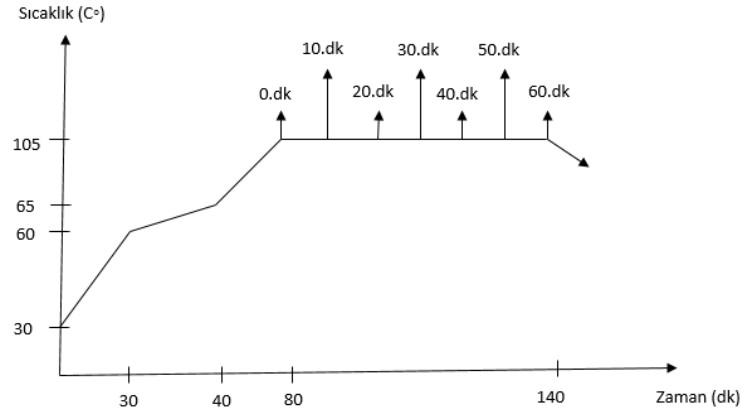
Boyanmış kumaşların su damlasına karşı gösterdikleri dayanımlar ölçülmüştür. Yapılan testler AATCC Test Method 104-2004 standardına göre uygulanmıştır.

2.3.7 HPLC (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi) Analizi

HPLC analizi için örneklerin hazırlanması sürecinde ilk önce yün kumaşlar için Şekil 2.5 ve poliamid kumaşlar için Şekil 2.6’ te bulunan grafiklere göre gösterilen dakikalarda boyama aşamasındaki kumaşlardan örnekler alınmıştır. Alınan örneklerin tartımları yapılmış, Tablo 2.1’ deki veriler elde edilmiştir.



Şekil 2.5 Yün kumaşlardan HPLC analizi için örnek alımı



Şekil 2.6 Poliamid kumaşlardan HPLC analizi için örnek alımı

Tablo 2.1 HPLC analizi için örnek tartımları

HPLC örneklerinin

Alındığı Dakika	Miktar (mg)
0	10,46
10	10,46
20	10,46
30	10,46
40	10,46
50	10,48
60	10,44

Tartımı yapılan örnekler, % 37 HCl:MeOH:H₂O (2:1:1, v/v/v) solüsyon karışımından 400 µl alınarak içine konulmuş, doğal boyarmadde ekstraksiyonunu elde edebilmek için bu solüsyonla 100 C° de, 8 dakika su banyosunda tutulmuştur. Su banyosundan alınan örnekler akan soğuk su altına tutularak soğutulmuş, çözelti azot gazı altında 55 - 65 C° sıcaklıkta su banyosu içinde kuruyana kadar buharlaştırılmıştır. Daha sonra geriye kalan kuru atıklar MeOH:H₂O (2:1, v/v) çözeltisinden 400 µl alınarak çözündürülmüş, 10 dakika boyunca 4000 rpm’de santrifüjlenmiştir. Santrifüj sonrasında oluşan süpernatanttan 100 µl alınmış ve HPLC cihazına enjekte edilmiştir.

Kromatografik deneyler, G1329A ALS otomatik örnekleyici ve G1315A diyod dizinli dedektörü (DAD – diode array detector) içeren Agilent 1200 serisi HPLC cihazı (Agilent Technologies, Hewlett-Packard, Germany) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kromatogramlar, örnek taramaları 191-799 nm arasında olacak

şekilde 2 nm aralık ile elde edilmiştir. Kromatografik pikler 255, 268, 276, 350, 491, 520, 580 ve 620 nm’de gözlemlenmiştir. Analizde G1322A vakum degzörü ve G1316A termostatlı kolon bölmesi kullanılmıştır. Veriler, Agilent Chemstation kullanılarak değerlendirilmiştir. Aynı malzeme ile doldurulmuş koruma kolonu ile korunan bir Nova-Pak C18 analiz kolonu (3.9 mm x 150 mm, 4 mm, Part No WAT 086344, Waters) kullanılmış ve bu kolonlar 30 °C de tutulmuştur. HPLC gradyan elüsyonu Helpine (1996) ve Karapanagiotis ve arkadaşlarının (2005) yaptıkları çalışmalarda bildirdikleri metodlara göre gerçekleştirilmiştir. Hidrolize edilmiş örneklerin kromatografik ayırması iki çözücülü gradyan elüsyon programı kullanılarak yapılmıştır (Çözücü A: H₂O -% 0,1 TFA (trifloro-asetik asit) ve çözücü B: CH₃CN (asetonitril) -% 0,1 TFA). Çözelti akış oranı 0,5 µl/dk olarak uygulamış ve uygulanan elüsyon programı Tablo 2.2’ de açıklanmıştır.

Tablo 2.2 HPLC için gradyan elüsyon programı

Zaman (dk)	H ₂ O + %0,1 TFA (%)	CH ₃ CN + %0,1 TFA (%)
0.0	95.0	5.0
1.0	95.0	5.0
20.0	70.0	30.0
25.0	40.0	60.0
28.0	40.0	60.0
33.0	5.0	95.0
35.0	5.0	95.0
45.0	95.0	5.0

BÖLÜM ÜÇ

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1 Boyanmış Yün Kumaşların Analiz Sonuçları

3.1.1 Renk Ölçüm Analiz Sonuçları

Zeytin üretimi atık suyu ile boyanan yün kumaşların renk ölçüm sonuçları Tablo 3.1 ve Tablo 3.2' de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre boyanan yün kumaşlar arasında en düşük L* değerini % 20 demir(II)sülfat konsantrasyonunu ile 16 saat mordanlanmış örnekte, en yüksek L* değerini de mordanlanmamış örnekte meydana geldiği görülmüştür. Demir(II)sülfat ile mordanlanmış örnekler bakıldığında en düşük L* değerini % 20 mordan konsantrasyonunda 16 saat mordanlanmış örnekte olduğu, en yüksek L* değerini de % 30 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanmış örnekte elde edildiği görülmüştür. Şap ile mordanlanmış örnekler arasında en yüksek L* değerini % 30 mordan konsantrasyonunda 24 saat mordanlanmış örneğin, en düşük değeri de % 6 mordan konsantrasyonunda 16 saat mordanlanmış örneğin verdiği görülmüştür. Tannik asit kullanılarak mordanlanan örnekler içinde en düşük L* değerini % 2 konsantrasyonda 24 saat mordanlanmış olan, en yüksek değeri de % 6 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanmış örneğin meydana getirdiği bulunmuştur. Mordanlanmadan boyanmış yün kumaşın en iyi L* değerini verdiği, en düşük L* değerlerinin demir(II)sülfat mordanında elde edildiği, diğer mordanların L* değerlerinin birbirine benzer olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfat mordanının koyu tonlarda renk oluşturduğu bulunmuştur.

Analiz sonuçlarında a* değerlerine bakıldığında en yüksek a* değerini % 8 şap konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örnekte, en düşük değeri de % 20 demir(II)sülfat konsantrasyonunda 24 saat mordanlanan örnekte elde edildiği görülmüştür. Demir(II)sülfat ile mordanlanan örneklerde en yüksek a* değerini % 2 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğin, en düşük a* değerini de % 20 mordan konsantrasyonunda 24 saat mordanlanan örneğin meydana getirdiği görülmüştür. Şap mordanının kullanıldığı boyamalarda en yüksek değeri % 8

konsantrasyonda 4 saat mordanlanan, en düşük değeri de % 20 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örneğin verdiği tespit edilmiştir. Tannik asit ile mordanlanan örneklerde en yüksek değeri % 2 konsantrasyon da 4 saat mordanlanan örneğin, en düşük değeri de % 6 konsantrasyonda 24 saat mordanlanan örneğin aldığı görülmüştür. Tartarik asit kullanılan boyamalarda da en yüksek a* değerini % 30 konsantrasyon oranında 24 saat mordanlanan örnek, en düşük a* değerini de % 6 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örnek olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfat mordanının kullanıldığı boyamalar haricinde diğer mordan maddeleriyle yapılan boyamaların a* değerlerinde mordansız boyamaya oranla artış olduğu gözlemlenmiştir. Demir(II)sülfat mordanının kullanıldığı boyamalarda a* değerinde az miktarda artış olduğu ancak diğer mordanlarda ki kadar kırmızı değere kayma olmadığı gözlemlenmiştir.

Yapılan analizlerde b* değerlerine bakıldığında yapılan bütün yün boyamalarının içinde en yüksek değeri % 30 şap konsantrasyonunda 16 saat mordanlanan örneğin, en düşük değeri de % 20 demir(II)sülfat mordan konsantrasyonun da 4 saat mordanlanan örneğin olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfat mordan maddesiyle mordanlanan örneklerde en yüksek değeri % 30 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örneğin verdiği görülmüştür. Şap ile mordanlanan örneklerde ise en düşük değeri % 6 mordan konsantrasyonunda 24 saat mordanlanan örnek vermiştir. Tannik asit ile mordanlanan örneklerde en yüksek değeri % 10 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan örnek verirken en düşük değeri de % 2 konsantrasyonda 24 saat mordanlanan örnek vermiştir. Tartarik asitin kullanıldığı boyamalarda en yüksek değeri % 30 konsantrasyonda 16 saat mordanlanan örnek en düşük değeri de % 2 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örnek vermiştir. Demir(II)sülfat ve tannik asidin kullanıldığı boyamalarda b* değerlerinde artış, şap ve tartarik asit mordanlarının kullanıldığı boyamalara göre daha azdır. Mordansız yapılan boyamaya göre demir(II)sülfat ile mordanlanan boyamalar hariç diğer mordanlarla yapılan boyamalarda b* değerlerinde diğer boyamalara göre bir artış olduğu görülmüştür.

Tablo 3.1 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış olan yün kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat ve şap)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon	Süre	L*	a*	b*	K/S	Mordan Maddesi	Konsantrasyon	Süre	L*	a*	b*	K/S
		(%)	(saat)						(%)	(saat)				
Yok	Yok	Yok	Yok	49,911	6,944	18,915	9,397	Yok	Yok	Yok	49,911	6,944	18,915	9,397
Ön Mordanlama	Demir (II)sülfat	2	2	43,188	9,147	18,586	12,881	Şap	2	2	43,591	10,487	19,570	14,092
		2	4	40,400	8,782	17,901	15,626		2	4	43,952	10,056	19,948	14,480
		2	16	41,342	8,611	17,519	13,766		2	16	42,918	10,508	19,542	14,641
		2	24	40,078	8,498	17,311	14,905		2	24	44,453	10,196	19,915	13,722
		4	2	41,551	8,648	17,523	13,426		4	2	43,444	10,409	19,520	14,229
		4	4	39,589	8,140	17,184	15,663		4	4	44,266	10,420	20,280	14,031
		4	16	39,663	7,888	17,318	16,118		4	16	43,189	10,386	19,758	14,448
		4	24	40,355	8,191	17,139	14,416		4	24	43,594	10,137	19,901	14,673
		6	2	41,461	8,229	18,135	14,872		6	2	44,197	10,199	20,184	13,809
		6	4	40,453	8,167	17,707	15,284		6	4	43,538	10,298	20,295	15,110
		6	16	40,348	7,303	16,879	14,788		6	16	42,177	10,478	19,730	15,626
		6	24	39,969	7,816	16,956	15,075		6	24	42,652	10,434	19,422	14,641
		8	2	41,436	7,796	17,820	14,528		8	2	44,525	10,932	20,040	12,881
		8	4	39,872	7,850	17,072	15,179		8	4	44,216	10,994	20,023	12,997
		8	16	39,911	7,783	17,192	15,498		8	16	44,707	10,885	20,311	12,830
		8	24	41,634	7,147	17,145	13,751		8	24	43,847	10,915	19,505	13,010
		10	2	41,936	7,874	18,209	14,544		10	2	45,712	10,585	21,528	14,001
		10	4	40,218	7,320	17,178	15,110		10	4	45,381	10,358	21,176	13,651
		10	16	39,834	6,645	16,711	15,337		10	16	44,787	10,610	21,183	14,183
		10	24	40,374	7,065	17,086	14,939		10	24	45,241	10,511	21,194	13,722
		20	2	37,582	6,999	15,872	16,517		20	2	46,434	8,567	19,736	12,642
		20	4	38,864	7,097	16,440	15,868		20	4	47,043	8,753	19,869	12,293

Tablo 3.1 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış olan yün kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat ve şap)
(devamı)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon	Süre	L*	a*	b*	K/S	Mordan Maddesi	Konsantrasyon	Süre	L*	a*	b*	K/S
		(%)	(saat)						(%)	(saat)				
Ön Mordanlama	Demir(II)sülfat	20	16	37,396	7,102	15,919	16,682	Şap	20	16	46,593	9,316	20,158	12,843
		20	24	37,572	6,292	15,256	16,040		20	24	46,529	9,813	20,838	13,454
		30	2	43,281	8,480	19,479	14,432		30	2	47,009	10,566	21,908	12,958
		30	4	41,643	8,074	18,600	15,231		30	4	46,799	10,742	22,780	14,001
		30	16	40,438	7,779	18,092	15,944		30	16	47,347	10,538	22,294	13,182
		30	24	40,437	6,889	17,182	15,589		30	24	47,674	10,407	22,226	12,779

Tablo 3.2 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış olan yün kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: tannik asit ve tartarik asit)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon	Süre	L*	a*	b*	K/S	Mordan Maddesi	Konsantrasyon	Süre	L*	a*	b*	K/S
		(%)	(saat)						(%)	(saat)				
Yok	Yok	Yok	Yok	49,911	6,944	18,915	9,397	Yok	Yok	Yok	49,911	6,944	18,915	9,397
Ön Mordanlama	Tannik Asit	2	2	43,773	10,062	18,922	13,357	Tartarik Asit	2	2	43,784	10,414	19,415	12,881
		2	4	43,989	10,399	19,655	13,708		2	4	44,689	10,537	20,052	12,459
		2	16	44,139	9,730	19,015	13,195		2	16	43,414	10,545	19,515	13,010
		2	24	42,863	9,841	18,358	13,665		2	24	44,770	10,646	20,476	12,779
		4	2	43,957	9,918	19,071	13,468		4	2	43,730	10,497	20,222	14,385
		4	4	42,975	10,002	18,455	13,622		4	4	43,479	10,690	21,071	15,284
		4	16	43,090	9,855	18,533	12,971		4	16	46,178	10,469	21,827	13,986
		4	24	43,483	9,678	18,729	12,971		4	24	44,065	10,470	20,603	14,464
		6	2	46,512	9,360	19,789	12,556		6	2	47,291	9,944	21,243	12,754
		6	4	47,269	9,459	20,716	12,483		6	4	46,698	10,366	21,329	13,249
		6	16	45,867	9,312	19,857	12,932		6	16	45,816	10,356	20,830	13,426
		6	24	46,243	9,225	19,703	12,945		6	24	45,807	10,359	20,920	13,780
		8	2	45,392	9,955	20,451	13,371		8	2	46,309	10,329	21,368	13,330
		8	4	45,417	9,993	20,447	13,454		8	4	47,574	10,108	21,325	12,495
		8	16	44,466	9,738	19,900	13,665		8	16	45,766	10,579	20,943	13,780
		8	24	44,263	9,662	19,318	13,412		8	24	45,430	10,457	20,696	13,751
		10	2	47,178	9,733	20,554	11,872		10	2	44,628	10,660	21,360	14,657
		10	4	45,483	9,969	21,181	13,927		10	4	46,054	10,688	21,887	14,092
		10	16	45,947	9,653	20,341	12,716		10	16	44,908	10,511	21,671	15,868
		10	24	45,112	9,440	19,691	13,049		10	24	45,523	10,665	21,482	13,927
		20	2	44,742	9,924	19,778	13,289		20	2	45,025	10,679	21,732	14,544
		20	4	45,887	9,731	20,317	12,855		20	4	45,001	10,735	21,709	14,706

Tablo 3.2 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış olan yün kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: tannik asit ve tartarik asit) (devamı)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon	Süre	L*	a*	b*	K/S	Mordan Maddesi	Konsantrasyon	Süre	L*	a*	b*	K/S
		(%)	(saat)						(%)	(saat)				
Ön Mordanlama	Tannik Asit	20	16	45,83	9,579	19,879	12,447	Tartarik Asit	20	16	45,408	10,664	21,651	14,260
		20	24	45,602	9,350	19,642	12,654		20	24	41,082	10,671	19,573	16,177
		30	2	45,031	9,735	20,180	13,426		30	2	44,954	10,856	21,840	14,821
		30	4	46,156	9,474	20,228	12,568		30	4	44,378	10,741	21,885	16,216
		30	16	46,030	9,422	20,004	13,155		30	16	45,873	10,750	22,082	14,322
		30	24	44,459	9,384	19,130	14,821		30	24	45,72	10,914	22,000	14,092

Yapılan boyamaların K/S değerlerine bakıldığında mordanlanan boyamaların değerlerinde genel bir artış olduğu görülmüştür. En yüksek K/S değerini % 20 demir(II)sülfat mordan konsantrasyonunda 16 saat mordanlanan örnekte, en düşük K/S değerini de mordansız olarak yapılan boyamada gözlemlenmiştir. Demir(II)sülfat ile mordanlanan boyamalarda en düşük değeri % 2 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnekte olduğu bulunmuştur. Şap mordanının kullanıldığı boyamalarda en yüksek K/S değerini % 6 konsantrasyonda 16 saat mordanlanan örnekte elde edilirken en düşük değeri de % 20 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan örnekte elde edilmiştir. Tannik asit ile mordanlanan örneklerde % 30 konsantrasyonda 24 saat mordanlanan örnekte en yüksek değer gözlemlenirken % 10 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örnek en düşük değer elde edilmiştir. Tartarik asitte en yüksek değeri % 30 konsantrasyonda 4 saat mordanlama yapılan örnekte, en düşük değeri de % 2 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan örnekte meydana gelmiştir. Boyama veriminin en yüksek olduğu mordan maddesinin demir(II)sülfat olduğu görülmüştür. Mordan maddelerinin yapılan boyamalarda boyama verimini arttırdığı görülmüştür.

Zeytin atık suyu ile yapılan yün kumaş boyamalarında L* değerinin 0 ile 100 arasında değer alabileceği göz önünde bulundurulursa yapılan boyamaların açıklıklarının orta tonlarda yer aldığı görülmüştür. Mordansız boyamanın en açık renkte olduğu (beyaza yakın), mordan maddelerinin renk açıklığını koyulaştırdığı (siyaha yakın) gözlemlenmiştir. En koyu renk demir(II)sülfat mordanında görülmüştür. Koyuluk sırasına bakılırsa demir(II)sülfat > tannik asit > tartarik asit > şap şeklinde olduğu bulunmuştur. Renk analizleri sonucunda mordanlanan örneklerin mordanlanmayana göre a* değerlerinde genel bir artış olduğu, mordansız boyamaya göre daha kırmızı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Tartarik asit ve şap ile mordanlanan boyamaların diğerlerine göre en kırmızı renk elde edilirken, en az kırmızı renk verenin demir(II)sülfat mordanı olduğu görülmüştür. Yapılan boyamaların b* değerleri incelendiğinde a* değerlerindeki gibi en fazla sarı renk elde edilen mordan maddesinin şap ve tartarik asit olduğu en az sarı renk elde edilen mordan maddesinin demir(II)sülfat olduğu görülmüştür. Mordansız boyamanın K/S değerinin en az olduğu, mordanlamayla birlikte K/S değerlerinde artış olduğu

görülmüştür. K/S değeri ile boyamanın verimliliği doğru orantılı olduğuna göre yapılan mordanlı boyamaların veriminin arttığı bulunmuştur. Yapılan boyamalarda mordan maddelerinin boyama verimleri karşılaştırıldığında da demir(II)sülfat > tartarik asit > şap > tannik asit şeklinde olduğu görülmüştür.

3.1.2 Haslık Testleri Sonuçları

Tablo 3.3, Tablo 3.4, Tablo 3.5 ve Tablo 3.6' da zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşlara uygulanan haslık testlerinin sonuçları verilmiştir.

3.1.2.1 Yıkama Haslığı Testi

Yapılan çalışmaların yıkama haslığı sonuçlarına bakıldığında da mordansız boyamanın yıkama haslığının iyi derecede olduğu görülmüştür. Mordan maddesiyle yapılan boyamalar da bütün mordan tiplerinin de, konsantrasyon oranlarının da, mordanlama sürelerinin de yıkama haslık değerlerinin arttığı görülmüştür.

3.1.2.2 Ter Haslığı Testi

Yapılan boyamaların asidik ve bazik ter haslıklarına bakılmıştır.

Asidik ter haslığı testi sonuçlarına göre, yapılan boyamalarda mordan kullanılmadan boyanan örnekte asidik ter haslığının iyi olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfat, şap ve tartarik asidin kullanıldığı boyamalar da mordansız boyama sonuçlarına göre aynı kaldığı, bir değişim olmadığı görülmüştür. Ancak tannik asidin kullanıldığı boyamalarda % 6, % 8, % 10, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonlarında 2, 4, 16 ve 24 saat mordanlanan boyamaların asidik ter haslık değerlerinde bir derece azalma görülmüştür. Bu boyamaların renk değişimleri 4 olurken, refakat bezinde poliamid 6.6 liflerinden oluşan kısımda da lekelenme 4 değerine inmiştir. Tannik asidin kullanıldığı % 2 ve % 4 konsantrasyon oranında 2, 4, 16, 24 saat mordanlama süresine sahip boyamlarda asidik ter haslık sonucunda bir değişim gözlenmemiştir.

Bazik ter haslığı testi sonuçlarına göre mordansız boyamanın bazik ter haslığının iyi olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfatın kullanıldığı boyamalarda mordansız boyama ile aynı sonuçlar elde edilmiştr. Şapın kullanıldığı boyamalarda % 8 mordan konsantrasyonunda 16 saat mordanlanan örnek haricinde diğer örneklerin bazik ter haslığında değişim olmamıştır. % 8 mordan konsantrasyonunda 16 saat mordanlanan örneğin renk değişimi açısından değişme olmamasına rağmen refakat bezinde meydana gelen solmada pamuk liflerinin oluşturduğu kısımda değer 4'e düşmüş, refakat bezindeki diğer değerler değişmemiştir. Tannik asidin kullanıldığı boyamalarda bazik ter haslığı değerlerinde azalma olduğu görülmüştür. Tannik asidin % 20 ve % 30 konsantrasyonlarda kullanıldığı ve 2, 4, 16, 24 saat mordanlama işlemi yapılan boyamalarda refakat bezinde poliamid 6.6 liflerinin kullanıldığı kısmında ter haslığına dayanımı daha da azalmış ve 3/4 değer vermiştir. Tartarik asidin mordan olarak kullanıldığı boyamalarda renk değişimi mordansız olan boyamaya göre azalmış ve değer 4'e düşmüştür. Tartarik asit ile mordanlanan boyamalarda refakat bezinde solma değerleri yn lifinin kullanıldığı bölge dışında değişmemiştir. Yn lifinin kullanıldığı bölgede lekeleme değer 4'e düşmüştür.

3.1.2.3 Işık Haslığı Testi

Mordan kullanılmadan yapılan boyamanın ışık haslık sonucunun 3 olduğu grmştr. Mordan kullanılarak yapılan boyamalardan şap ve tartarik asitin kullanıldığı boyamalarda ışık haslığının 2 olduğu, mordansız boyama ile karşılaştırıldığında haslık dayanımının düştüğü görülmüştür. Tannik asidin kullanıldığı boyamalarda ise ışık haslığında mordansız boyamanın haslık sonucuna göre bir değişim olmamıştır. Ancak demir(II)sülfatın kullanıldığı boyamalarda ışık haslığında gelişme görülmüş, haslık değerlerinin 4 olduğu görülmüştür. Ancak % 8 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan numunenin ışık haslık değer 3'e çıkmıştır.

3.1.2.4 Sürtme Haslığı Testi

Yapılan boyamaların yaşı ve kuru sürtme haslığı incelenmiştir.

Yaşı sürtme haslığı sonuçlarına bakıldığında, yapılan boyamalarda mordan kullanılmayan örneğin yaşı sürtme haslığı 4 olduğu grlmştir. Yapılan mordanlama işlemi sonrasında bütün mordan eşitleri, konsantrasyonları ve sürelerinde yaşı sürtme haslığının iyileştiği haslık değerinin 4/5'e yükseldiği grlmştir.

Kuru sürtme haslığı sonucunda, yapılan boyamalarda mordan kullanılmadan yapılan boyamanın kuru sürtme haslık değerinin 3 olduğu grlmştir. Mordanlama işleminin yaşı sürtme haslığında olduğu gibi kuru sürtme haslığında da değerleri yükselttiği, haslık değerinde iyileşme olduğu grlmştir. Demir(II)sülfat, şap ve tannik asitte kuru sürtme haslığı değerinin 5'e çıktığı yani çok iyi olduğu grlmştir. Tartarik asit kullanılan boyamaların hepsinde iyileşme olduğu grlmştir. Ancak tartarik asitin % 4 konsantrasyon oranında 2, 4, ve 16 saatlik mordanlama sürelerinde, % 20 konsantrasyonda 16, 24 saatlik mordanlama sürelerinde ve % 30 mordan konsantrasyonunda 2 saatlik mordanlama sürelerinde yapılan boyamaların kuru sürtme haslık sonuçlarının 4/5 olduğu, diğer tartarik asit kullanılan boyamalarda ise haslık değerinin 5 olduğu grlmştir.

3.1.2.5 Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Testi

Su damlasına karşı renk haslığı testinde mordansız yapılan boyamanın haslık değerlerinin iki dakika sonrasında 3 olduğu kuruduğunda da haslık değerinin 5 olduğu grlmştir. Mordan kullanılan boyamalarda su damlasına karşı renk haslık test sonuçlarının aynı kaldığı bir değişim olmadığı grlmştir. Sonuç olarak su damlasına karşı renk haslığının iyi olduğu bulunmuştur.

Tablo 3.3 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon(%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlası Hashğı		
				Renk Değışimi	Lekeleme						Asidik						Bazik									Yaş	Kuru	2 dk. Sonra	Kuru	
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değışimi	Lekeleme						Renk Değışimi	Lekeleme											
												Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA		Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA						
Mordans ız	Yok	Yok	Yok	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	3	4	3	3	5	
Ön Mordanlama	Demir(II)sulfat	2	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		2	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		2	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		2	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		4	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		4	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		4	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		4	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		6	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		6	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		6	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		6	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		8	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		8	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	3	4	3	3	5
		8	16	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5

Tablo 3.3 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat) (devamı)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon(%)	Süre (saat)	Yıkama Hashığı							Ter Hashığı														Işık Hashığı	Sürtme Hashığı		Su Damlası Hashığı	
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazik									Yaş	Kuru	2 dk. Sonra	Kuru
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA					
Ön Mordanlama	Demir(II)sülfat	8	24	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		10	2	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		10	4	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		10	16	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		10	24	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		20	2	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		20	4	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		20	16	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		20	24	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		30	2	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		30	4	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		30	16	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5	
		30	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	5	3	5

Tablo 3.4 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: şap)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon(%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlası Hashğı	
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazik						Yaş	Kuru		2 dk. Sonra	Kuru		
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6						Co	CA
Mordans ız	Yok	Yok	Yok	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	3	4	3	3	5	
Ön Mordanlama	Şap	2	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		2	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		2	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		2	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		4	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		4	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		4	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		4	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		6	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		6	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		6	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		6	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		8	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		8	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		8	16	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3

Tablo 3.4 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: şap) (devamı)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon(%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlası Hashğı	
				Renk Değışimi	Lekeleme						Asidik								Bazık							Yaş	Kuru	2 dk. Sonra	Kuru
											Renk Değışimi	Lekeleme						Renk Değışimi	Lekeleme										
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA		Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA		Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA					
Ön Mordanlama	Şap	8	24	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	5	2	4/5	5	3	5	
		10	2	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		10	4	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		10	16	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		10	24	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		20	2	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		20	4	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		20	16	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		20	24	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		30	2	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		30	4	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		30	16	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		
		30	24	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5		

Tablo 3.5 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: tannik asit)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon(%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlası Hashğı	
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazık									Yaş	Kuru	2 dk. Sonra	Kuru
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA					
Mordansız	Yok	Yok	Yok	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	3	4	3	3	5	
Ön Mordanlama	Tannik Asit	2	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		2	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		2	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		2	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		4	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		4	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		4	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		4	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		6	2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		6	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		6	16	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		6	24	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		8	2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
		8	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	3	4	3	3	5
		8	16	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3

Tablo 3.5 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: tannik asit) (devamı)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlası Hashğı	
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazik						Yaş	Kuru		2 dk. Sonra	Kuru		
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA					
8	24	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
10	2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
10	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
10	16	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
10	24	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
20	2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
20	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
20	16	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	3/4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
20	24	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	3/4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
30	2	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	3/4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
30	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	3/4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
30	16	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	3/4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5
30	24	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	4	4/5	5	4	4/5	4	4	3/4	4	4	4/5	3	4/5	5	3	5

Tablo 3.6 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: tartarik asit)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Sürtme Hashğı			Su Damla sı Hashğı		
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik							Bazık												
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co
Mordansız	Yok	Yok	Yok	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	3	4	3	3	5	
Ön Mordanlama	Tartarik Asit	2	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		2	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		2	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		2	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		4	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	4/5	3	5	
		4	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	4/5	3	5	
		4	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	4/5	3	5	
		4	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		6	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		6	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		6	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		6	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		8	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		8	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	
		8	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5	

Tablo 3.6 Zeytin atık suyu ile boyanmış olan yün kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: tartarik asit) (devamı)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon(%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlası Hashğı	
				Lekeleme							Asidik							Bazık								Yaş	Kuru	2 dk. Sonra	Kuru
											Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA					
Ön Mordanlama	Tartarik Asit	8	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		10	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		10	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		10	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		10	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		20	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		20	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		20	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	4/5	3	5
		20	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	4/5	3	5
		30	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	4/5	3	5
		30	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		30	16	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5
		30	24	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	2	4/5	5	3	5

3.2 Boyanmış Poliamid 6.6 Kumaşların Analiz Sonuçları

3.2.1 Renk Ölçüm Analiz Sonuçları

Zeytin atık suyu ile poliamid 6.6 kumaşların ön mordanlama yöntemi ile yapılan mordansız ve mordanlı boyamaların renk analiz sonuçları Tablo 3.7’de, birlikte mordanlama yöntemi ile yapılan boyamaların renk analiz sonuçları Tablo 3.8’ de verilmiştir.

3.2.1.1 Ön Mordanlama Yöntemine Göre Mordanlanan Poliamid 6.6 Kumaşların Renk Ölçüm Analiz Sonuçları

Yapılan analizler sonucunda boyamaların açıklık-koyuluk yani L^* değerleri incelendiğinde ön mordanlama yöntemine göre boyanmış olan numunelerde en yüksek L^* değerini tartarik asitin % 30 konsantrasyonda 2 saat ön mordanlama işlemine tabii tutulmuş boyamanın verdiği, en düşük L^* değerini de %30 tannik asit konsantrasyonunda 4 saat mordanlanmış örneğin verdiği görülmüştür. Yapılan boyamalarda kullanılan mordan maddelerinin L^* değerleri incelendiğinde demir(II)sülfat mordan maddesinin ön mordanlama yöntemine göre uygulandığında en yüksek L^* değerini % 2 konsantrasyon oranında 2 saat mordanlanan örneğin, en düşük L^* değerini de % 20 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örneğin verdiği görülmüştür. Şap mordan maddesinin kullanıldığı boyamalarda en yüksek değeri % 30 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan, en düşük değeri de % 8 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örnekte olduğu görülmüştür. Tannik asitte en yüksek L^* değerini % 2 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğin verdiği görülmüş, tartarik asitte de en düşük L^* değerini % 8 konsantrasyonda 3 saat mordanlanan örneğin sahip olduğu tespit edilmiştir.

Boyamaların a^* değerleri incelendiğinde en yüksek a^* değerini % 30 tannik asit konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğin, en düşük a^* değerini de % 30 demir(II)sülfat konsantrasyon oranında 4 saat mordanlanan örneğin verdiği görülmüştür. Demir(II)sülfat mordanının kullanıldığı boyamalarda en yüksek a^*

değerini % 10 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan örneğin verdiği bulunmuştur. Şap maddesinin mordan olarak kullanıldığı boyamalarda en yüksek değeri % 2 konsantrasyon oranında 2 saat mordanlanan örnek, en düşük değeri de % 8 konsantrasyon oranında 4 saat mordanlanan örnek vermiştir. Tannik asitin kullanıldığı boyamalarda a* değeri için en yüksek değeri % 30 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnek verirken en düşük değeri de % 2 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örnekler vermiştir. Tartarik asit kullanılanlarda ise en yüksek a* değerini % 10 konsantrasyon da 4 saat mordanlanan örnek en düşük a* değerini de % 8 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnek vermiştir.

Yapılan çalışmaların b* değerlerine bakıldığı zaman boyamalar içinde en yüksek değeri % 10 demir(II)sülfat mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan, en düşük b* değerini % 30 tannik asit konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğin verdiği görülmüştür. Demir(II)sülfat ile yapılan boyamaların içinde en düşük b* değerini % 30 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örnek vermiştir. Şap mordan maddesinin kullanıldığı boyamalarda en yüksek değeri % 30 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnek ile en düşük değeri de % 6 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnekte elde edilmiştir. Tannik asit içeren boyamalarda en yüksek b* değerini % 2 tannik asit konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneğin verdiği görülmüştür. Mordan maddesi olarak tartarik asitin kullanıldığı boyamalarda en yüksek b* değeri % 2 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan, en düşük değeri de % 8 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğe ait olduğu görülmüştür.

Ön mordanlama yöntemine göre yapılan boyamaların renk verimliliğine bakıldığında K/S değerinin en yüksek olduğu boyamanın % 6 demir(II)sülfat mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğin sahip olduğu görülmüştür. En düşük K/S değeri de yine demir(II)sülfat mordanında olduğu ve % 10 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğe ait olduğu tespit edilmiştir. Şap mordanının K/S değerlerinin en yüksek % 8 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örnek, en düşük değeri de % 30 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örnek olduğu belirlenmiştir. Tannik asitin mordan maddesi olarak kullanıldığı

boyamalarda en verimli boyamayı % 30 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan örnekte, en düşük olanı da % 2 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnek olduğu görülmüştür. Tartarik asidin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda en yüksek K/S değerini % 8 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnek, en düşük K/S değerini de % 30 konsantrasyonda 2 saat mordanlanan örnekte meydana geldiği gözlemlenmiştir. Mordan maddeleri arasında en verimli mordan maddesinin tannik asit kullanılarak yapılan boyamalar olduğu görülmüştür. Mordan maddelerinin verimi karşılaştırılacak olursa tannik asit > demir(II)sülfat > tartarik asit > şap şeklinde olduğu görülmüştür.

3.2.1.2 Birlikte Mordanlama Yöntemine Göre Mordanlanan Poliamid 6.6 Kumaşların Renk Ölçüm Analiz Sonuçları

Birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan kumaşların renk analiz sonuçları incelendiğinde en yüksek L* değerine sahip boyamanın % 2 şap konsantrasyonunda yapılan boyamanın, en düşük L* değerinde % 30 demir(II)sülfat konsantrasyonunda olduğu görülmüştür. En düşük L* değerinin % 30 demir(II)sülfat konsantrasyonunda meydana gelmesi karasudan kaynaklı olmadığı, mordan maddesinden kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Demir(II)sülfat mordanın kullanıldığı boyamalarda en yüksek L* değerini % 2 konsantrasyonda yapılan boyamanın verdiği, şap mordanının kullanıldığı boyamalarda ise en düşük L* değerini % 6 konsantrasyonda yapılan boyamanın verdiği görülmüştür. Tannik asitin kullanıldığı boyamalarda en yüksek L* değerini % 4 mordan konsantrasyonunun kullanıldığı boyama verirken en düşük değeri de % 30 mordan konsantrasyonunun kullanıldığı boyamanın verdiği görülmüştür. Tartarik asitin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda en yüksek L* değerini % 30 mordan konsantrasyonu en düşük L* değerinde % 10 mordan konsantrasyonun da elde edilmiştir.

Birlikte mordanlanan kumaşların a* değerlerine bakıldığında en yüksek a* değerini % 10 tartarik asit, en düşük a* değerini de % 6 demir(II)sülfat

konsantrasyonu vermiştir. Demir(II)sülfat maddesinin kullanıldığı boyamalarda en yüksek a^* değerini % 30 konsantrasyon vermiş, tartarik asitin kullanıldığı boyamalarda en düşük a^* değerini % 30 mordan konsantrasyonu vermiştir. Demir(II)sülfat mordan maddesinin kullanıldığı boyamaların yüksek a^* değerlerini meydana getirmesi Fe^{+2} iyonlarının fazla olmasından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Şapın mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda en yüksek değeri % 6 mordan konsantrasyonu verirken en düşük değeri de % 20 mordan konsantrasyonu vermiştir. Tannik asit ile yapılan boyamalarda en yüksek a^* değerini % 30 mordan konsantrasyonu en düşük değeri de % 2 mordan konsantrasyonu vermiştir.

Yapılan çalışmaların b^* değerlerine bakıldığında en yüksek değeri % 20 şap mordan konsantrasyonu, en düşük değeri % 20 tannik asit mordan konsantrasyonu vermiştir. Şap ile yapılan boyamalarda en düşük b^* değeri % 2 ve % 10 mordan konsantrasyonları ile elde edilirken, tannik asit ile yapılan boyamalarda en yüksek b^* değeri % 2 mordan konsantrasyonu ile yapılan boyamalarda elde edilmiştir. Demir(II)sülfatın mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda en yüksek b^* değerini % 2, en düşük b^* değerini % 20 mordan konsantrasyonları vermiştir. Tartarik asit ile yapılan boyamalarda en yüksek değeri % 30, en düşük değeri de % 6 mordan konsantrasyonları vermiştir.

Birlikte mordanlanan kumaşların K/S değerleri incelendiği zaman en yüksek değeri % 30 demir(II)sülfat mordanı verirken en düşük değeri de %30 şap konsantrasyonunda elde edilmiştir. Demir(II)sülfat maddesinin mordan olarak kullanıldığı boyamalarda en düşük K/S değerini %2 mordan konsantrasyonu ile yapılan boyamada oluşmuştur. Şapın kullanıldığı boyamalarda en yüksek K/S değerini %30 şap konsantrasyonunun kullanıldığı boyama da görülmüştür. Tannik asit ile yapılan boyamalarda en yüksek değeri %30, en düşük değeri %10 mordan konsantrasyonlarında elde edilmiştir. Tartarik asitin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda da en yüksek değer %10, en düşük değer de %4 mordan konsantrasyonlarında elde edilmiştir. Birlikte mordanlama yöntemi ile boyanan kumaşların genel olarak K/S değerlerine bakıldığında en yüksek K/S değerlerine

sahip boyamaların demir(II)sülfat mordan maddesine ait olduğu görölmüştür. Boyamalarda kullanılan mordan maddelerinin K/S değeri karşılaştırıldığı zaman demir(II)sülfat > tartarik asit > tannik asit > şap şeklinde olduğu bulunmuştur.



Tablo 3.7 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış poliamid 6.6 kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat, şap, tannik asit, tartarik asit)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	L*	a*	b*	K/S	Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	L*	a*	b*	K/S
Mordansız	Yok	Yok	Yok	53,820	4,136	10,972	4,4133	Mordansız	Yok	Yok	Yok	53,820	4,136	10,972	4,4133
Ön Mordanlama	Demir(II)sülfat	2	2	63,906	2,782	19,546	3,9801	Ön Mordanlama	Şap	2	2	71,746	3,601	13,898	2,1039
		2	4	62,809	2,799	19,316	4,1322			2	4	72,809	3,033	14,336	2,0329
		4	2	60,437	3,061	21,480	5,2822			4	2	70,378	3,030	13,850	2,0892
		4	4	58,067	3,595	22,067	6,2985			4	4	70,296	2,936	13,564	2,0499
		6	2	54,950	4,183	24,837	8,7470			6	2	70,980	3,023	13,557	1,9473
		6	4	56,783	3,562	22,082	6,5558			6	4	70,701	2,864	13,566	1,9362
		8	2	54,658	3,939	24,104	8,6475			8	2	68,411	3,025	13,707	2,1917
		8	4	57,352	4,482	25,427	7,3038			8	4	69,846	2,814	13,781	1,9832
		10	2	53,891	4,602	26,820	1,0216			10	2	70,061	3,090	13,828	1,9788
		10	4	54,890	4,821	24,814	7,9302			10	4	70,017	3,158	14,458	2,0625
		20	2	53,760	4,766	24,135	7,9249			20	2	72,029	3,206	14,719	2,0084
		20	4	58,904	4,051	22,347	5,4465			20	4	71,485	3,182	14,327	1,9196
		30	2	61,024	1,718	13,834	3,3696			30	2	71,241	2,996	14,836	2,0335
		30	4	59,570	1,568	13,996	3,6794			30	4	73,044	3,182	14,764	1,7756

Tablo 3.7 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanmış poliamid 6.6 kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat, şap, tannik asit, tartarik asit) (devamı)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	L*	a*	b*	K/S	Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	L*	a*	b*	K/S
Ön Mordanlama	Tannik Asit	2	2	69,252	2,787	12,726	2,1075	Ön Mordanlama	Tartarik Asit	2	2	72,117	3,064	14,065	2,0600
		2	4	67,589	2,943	14,237	2,4185			2	4	72,667	3,348	15,454	2,0301
		4	2	68,257	3,051	12,055	2,2184			4	2	72,528	2,991	14,080	2,0431
		4	4	67,400	3,136	12,682	2,3244			4	4	71,397	3,323	15,193	2,1045
		6	2	65,650	3,199	10,604	2,3313			6	2	67,399	1,860	12,275	2,2514
		6	4	59,719	3,440	8,688	2,5752			6	4	69,778	3,382	15,023	2,2986
		8	2	62,039	3,719	9,908	2,7138			8	2	63,516	1,616	11,488	2,6207
		8	4	62,455	3,806	10,014	2,6464			8	4	71,298	3,233	15,041	2,1643
		10	2	61,012	3,921	8,082	2,5395			10	2	71,655	3,389	14,432	2,1248
		10	4	59,039	4,175	9,439	2,9985			10	4	71,416	3,474	14,873	2,0863
		20	2	53,923	4,842	7,962	3,6168			20	2	71,016	3,259	14,641	2,1625
		20	4	53,158	4,953	9,269	4,0715			20	4	71,048	2,827	14,901	2,1098
		30	2	47,087	5,658	7,801	5,3212			30	2	74,284	2,587	14,277	1,6863
		30	4	46,823	5,654	8,782	5,7847			30	4	72,285	3,147	14,667	1,9373

Tablo 3.8 Zeytin atık suyu ile birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların renk ölçüm sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat, şap, tannik asit, tartarik asit)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	L*	a*	b*	K/S	Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	L*	a*	b*	K/S
Mordansız	Yok	Yok		53,820	4,136	10,972	4,4133	Mordansız	Yok	Yok		53,820	4,136	10,972	4,4133
Birlikte Mordanlama	Demir(II)sülfat	2	Yok	66,678	2,147	11,974	2,5720	Birlikte Mordanlama	Tannik Asit	2	Yok	67,490	3,060	10,314	2,2133
		4		62,361	1,876	10,637	2,8909			4		67,743	3,124	10,045	2,1520
		6		60,985	1,744	10,452	3,0921			6		66,717	3,134	9,083	2,1374
		8		61,031	2,277	10,764	3,1418			8		65,724	3,268	8,896	2,1368
		10		59,002	2,516	10,165	3,3905			10		66,472	3,219	8,699	1,9815
		20		52,370	3,156	10,158	4,6834			20		61,619	3,789	8,363	2,5474
		30		49,023	3,694	11,281	5,7756			30		60,763	3,916	8,493	2,7234
	Şap	2		72,544	3,372	15,167	1,9483		Tartarik Asit	2		70,913	3,451	16,625	2,4561
		4		70,931	3,485	15,581	2,0769			4		71,059	3,614	14,406	2,2865
		6		68,882	3,959	15,190	2,1662			6		70,100	3,812	14,394	2,3910
		8		71,723	3,066	15,463	1,9016			8		70,907	3,721	15,04	2,5107
		10		69,972	2,942	15,167	2,0223			10		69,177	4,149	16,026	2,8333
		20		70,668	1,785	17,168	2,1899			20		70,674	3,878	17,06	2,6777
		30		71,811	2,226	16,475	1,7844			30		72,131	3,308	17,152	2,6281

3.2.2 Haslık Testleri Sonuçları

3.2.2.1 Ön Mordanlama Yöntemi İle Boyanan Poliamid 6.6 Kumaşların Haslık Testleri Sonuçları

Ön mordanlama yöntemi kullanılarak boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonuçları Tablo 3.9, Tablo 3.10, Tablo 3.11 ve Tablo 3.12’ de verilmiştir.

3.2.2.1.1 Yıkama Haslığı Testi. Ön mordanlama yöntemi ile boyanan kumaşlarda mordan maddesi kullanılmadan boyanan örneğin yıkama haslığı sonuçlarına bakıldığında mordansız kumaşın renk değişiminin 4 derecede olduğu, lekelemede refakat kumaşta ise poliakrilonitril liflerinin bulunduğu alanda 3/4, diğer kısımlarda ise 4 derecede sonuç verdiği görülmüştür.

Demir(II)sülfat mordan maddesinin kullanıldığı boyamalarda yıkama haslık değerlerinde artış olduğu saptanmış, ancak % 8 mordan konsantrasyonunda 4 saat ve % 10 konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneklerin renk değişimlerinin 4/5, diğer konsantrasyon ve mordan sürelerindeki örneklerin 5 olduğu tespit edilmiştir. Demir(II)sülfat mordan maddesinin kullanıldığı boyamalarda refakat bezindeki lekelenme derecesine baktığımızda PAN liflerinde % 20 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan kumaş 5 sonucunu vermiş, % 8 konsantrasyonda 4 saat mordanlanan örnekte 4 derecesinde lekelenme olmuştur. Diğer demir(II)sülfat konsantrasyonlarında PAN lifinde 4/5 derecede lekelenme olmuştur. %8 mordan konsantrasyonunda 4 saat, % 10 mordan konsantrasyonunda 4 saat ve % 20 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnekler refakat bezindeki poliester kumaşın olduğu kısımda 4/5 derece verirken diğer konsantrasyon ve sürelerdeki boyamalar 5 derece de sonuç vermiştir. % 10 mordan konsantrasyonunda 2 saat ve % 20 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örnekler pamuk ve asetat liflerinde 4/5 derecede lekeleme yaparken refakat bezindeki diğer liflerde 5 derecesin de lekeleme yapmıştır. Tannik asitin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda yıkama haslık sonuçlarına göre renk değişimlerinde 5 sonuçlarını vermişlerdir. Ayrıca refakat bezini lekelemesi değerlendirildiğinde bazı konsantrasyon ve mordan

sürelerinde pamuk liflerinin olduğu kısımların ve diğer liflerin bulunduğu kısımların çok iyi sonuç verdiği görülmüştür. Ancak % 8 mordan konsantrasyonunda 4saat, % 10, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonlarında 2 ve 4 saat mordanlanan kumaşların pamuk liflerinde lekeleme derecesinin 4/5 olduğu görülmüştür. Şap ve tartarik asidin kullanıldığı boyamalarda yıkama haslık sonuçları hem renk değişiminde, hem de lekelemede 5 sonuçlarını verdiği tespit edilmiştir.

3.2.2.1.2 Ter Haslığı Testi. Ön mordanlama ile boyanan poliamid kumaşların hem asidik hemde bazik ter haslığı incelenmiştir.

Mordansız boyamanın asidik ter haslığı sonuçları hem renk değişimi hemde lekeleme açısından 3 derecesinde olduğu görülmüştür. Mordanlama işlemi genel olarak asidik ter haslığına karşı dayanımı arttırmıştır. Demir(II)sülfat ile şapın mordan maddesi olarak kullanıldığı örneklerin asidik ter haslıkları, renk değişimi açısından değerlendirildiğinde 4/5 olduğu görülmüştür. Bu mordan maddelerinin kullanıldığı boyamalarda lekelenme derecelerine bakıldığında refakat bezdeki yün ve asetat liflerinde 5 derecede değerler verdiği, diğer liflerde de 4/5 derecede değerler verdiği görülmüştür. Tannik asidin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamaların asidik ter haslık sonuçları incelendiğinde renk değişimi açısından iyileşme olduğu ancak gerçekleşen iyileşmede % 2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4, % 4 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneklerin derecelerinin 4 olduğu diğer örneklerle göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu örnekler dışında geri kalan tannik asit ile mordanlanmış kumaşların renk değişimi açısından 3/4 derecede olduğu bulunmuştur. Bu örnekler refakat bezini lekeleme açısından incelendiğinde refakat bezdeki yün liflerinin bulunduğu kısma bulaşmanın olmadığı, lekelenme derecesinin çok iyi olduğu görülmüştür. PAN ve PET liflerinin olduğu kısımda da dayanım artmış, lekelenme derecesinin 4/5 olduğu bulunmuştur. Ancak refakat bezdeki poliamid 6.6 liflerinin bulunduğu kısımda lekelenme artmış, mordansız kumaş ile karşılaştırıldığında lekelenme derecesinde düşüş olduğu bulunmuştur. Poliamid 6.6 liflerinin bulunduğu kısımda % 2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan kumaşların lekelenme derecesinin 3 olduğu, diğer konsantrasyon ve süreler de ki lekelenme derecelerinin 2 olduğu saptanmıştır. Refakat bezdeki pamuk

liflerinin olduğu kısımdaki lekelenme incelendiğinde % 2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin lekelenme derecelerinde artış olduğu ve 4 olduğu görülmüştür. Buna rağmen diğerkonsantrasyonlarda ve saatlerde mordanlanan örneklerin pamuk liflerini lekeleme derecesinde bir değışiklik olmadığı saptanmıştır. Refakat bezinde asetat liflerindeki lekelenme incelendiğinde genel olarak mordansız kumaşı göre artış olduğu görülmüştür. % 2, % 6 ve % 10 mordan konsantrasyonlarında 2 ve 4 saat, % 8 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanmış örneklerin lekelenme derecelerinin 5 olduğu, diğerkordanlanmış örneklerin derecelerinin 4/5 olduğu görülmüştür. Tartarik asitin kullanıldığı kumaşlarda renk değışimi incelendiğinde % 4 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğinin sonucunun 5 olduğu görülmüş, diğerkörneklerin renk değışim derecelerinin de mordansız örneğe göre arttığı ancak derecenin 4/5 olduğu tespit edilmiştir. Tartarik asit ile mordanlanan örneklerin lekelenme derecelerine bakıldığında % 4 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğinin refakat bezinde ki yün, PAN, PET ve poliamid 6.6 liflerinde 5 derecesinde de lekeleme yaptığı görülmüş, diğerkordan konsantrasyonlarının ve sürelerinin refakat bezindeki bütün liflerde iyi ve 5 derecede lekeleme meydana getirdiği bulunmuştur.

Bazik ter haslığı sonuçları incelendiğinde; mordansız kumaşın dayanımının asidik dayanımıyla aynı olduğu, renk değışim derecesinin 3, refakat bezinde meydana gelen lekelenme derecesinin 3/4 olduğu görülmüştür. Kullanılan mordanlarda tannik asit dışındaki diğerkordanların bazik ter haslığına karşı dayanımı arttırdığı görülmüştür. Demir(II)sülfatın mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda renk değışim derecesi 3'ten 4'e yükselmiştir. Lekelenme dereceleri incelendiğinde yün liflerini % 8 konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneğinin lekeleme derecesinin 4, diğerkboyamaların 5 derecesinde sonuç verdiğı görülmüştür. PAN ve PET liflerinde meydana gelen lekelenme derecesinin % 30 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerde 4 derecede, diğerkörneklerde 4/5 derecede sonuç verdiğı bulunmuştur. Poliamid 6.6 liflerinde % 20 demir(II)sülfat konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneğinin iyi derecede lekeleme yaptığı, diğerkboyamaların 4 derecesinde de lekeleme dayanımları olduğu görülmüştür. Refakat bezinde pamuk liflerinin bulunduğu alandaki lekelenme derecesi incelendiğinde % 2, % 4 ve % 6 mordan

konsantrasyonlarında 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin lekelenme derecelerinin mordanlı kumaşın derecesine göre azaldığı ve 3 lekeleme derecesine sahip olduğu görülmüştür. Pamuk liflerinde geri kalan boyamalarda da artış olduğu görülmüş, 4 derecesin de lekelenme meydana geldiği görülmüştür. Asetat liflerinin olduğu kısımda bütün demir(II)sülfatlı boyamaların lekeleme derecesi artmış ve 4/5 lekeleme meydana gelmiştir. Şap mordan maddesinin kullanıldığı boyamalarda renk değişimi derecelerinin ve refakat bezde yün, PAN, PET, poliamid 6.6 ve asetat liflerinde meydana gelen lekeleme derecelerinin arttığı, hepsinde 4/5 haslık sonucu verdiği görülmüştür. Şap mordanının kullanıldığı boyamalarda, refakat bezinde pamuk liflerinin bulunduğu alanda da haslık değerlerinin arttığı tespit edilmiş, ancak % 2 şap konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan ve % 4 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneklerin lekelenme derecelerinin 4 olduğu diğer şap kullanılarak boyanan kumaşların derecelerinin 4/5 olduğu görülmüştür. Tannik asit ile mordanlanan örneklerde renk değişim dereceleri % 8 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan ve % 10 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneklerde değişmemiş, % 2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerde 4 derecede, diğer örneklerde de 3/4 sonucu vermiştir. Tannik asitin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda refakat bezdeki lekelenme dereceleri incelendiğinde % 8 mordan konsantrasyonunda 4 saat, % 10, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin yün liflerinde 3 ve 2 lekeleme derecesi verdiği, % 2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat, % 8 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneklerin lekelenme derecelerinin değişmediği, geri kalan örneklerde yünü lekeleme derecesinin arttığı tespit edilmiştir. PAN liflerinin olduğu kısımdaki lekelenme incelendiğinde %4 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan kumaşların 4/5 lekeleme derecesi verdiği, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonlarında 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin 2 lekeleme derecesinin olduğu, diğer konsantrasyon ve sürelerdeki lekeleme derecelerinin 3 ve 4 değerinde olduğu görülmüştür. PET liflerindeki lekeleme dereceleri incelendiğinde % 2 mordan konsantrasyonunda 2 saat ve % 6 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneklerin 4/5 derecede değer verdiği, % 4 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin değerlerinin değişmediği, % 2 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan ve % 6 mordan

konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan kumaşların 4 verdiği, diğer örneklerin 2 veya 3 olduğu, % 20 mordan konsantrasyonunda 2 saat ve % 30 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin 1/2 değerler verdiği görülmüştür. Refakat bezdeki poliamid 6.6 liflerinin bulunduğu alandaki değerler incelendiğinde PET liflerinin bulunduğu alandaki lekeleme dereceleri ile hemen hemen aynı değerlere sahip olduğu görülmüştür. PET liflerinin lekelenme derecelerinden farklı olarak % 6 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat, % 8 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneklerde lekeleme derecelerinin azaldığı görülmüştür. Tannik asitin kullanıldığı boyamalarda, refakat bezde pamuk liflerinin bulunduğu alandaki lekeleme derecelerinin de % 2 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örnekte 4/5 olduğu, % 2 ve % 6 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneklerde 4 olduğu, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonlarında 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerde 1/2 olduğu, diğer örneklerde de 3 olduğu görülmüştür. Asetat liflerinin bulunduğu alanda lekeleme derecelerinin % 2, % 4 ve % 6 mordan konsantrasyonlarında 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin 4/5 derecede lekeleme sonucu verdiği, % 8, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonlarında 4 saat, % 30 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneklerin düşük olduğu görülmüştür. Tartarik asitin kullanıldığı boyamalarda refakat bezdeki bütün lifler için lekeleme derecelerinin arttığı ve 4/5 derecede değerler verdiği görülmüştür.

Tablo 3.9 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: demir(II)sülfat)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlasına Karşı Renk Hashğı		
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazık						Yaş	Kuru		2 dk. Sonra	Kuru			
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Lekeleme					Renk Değişimi	Lekeleme												
												Wo	PAN	PET	PA6.6	Co		CA	Wo	PAN	PET	PA6.6						Co	CA	
Mordansız	Yok	Yok	Yok	4	4	3/4	4	4	4	4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	4	5		
Ön Mordanlama	Demir(II)sülfat	2	2	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	3	4/5	3	1/2	4	4	5	
		2	4	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	3	4/5	3	1/2	4	4	5	
		4	2	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	3	4/5	4	1/2	4	4/5	5	
		4	4	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	3	4/5	4	1/2	4	4	5	
		6	2	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	3	4/5	4	1/2	3/4	4	5	
		6	4	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	3	4/5	4	1/2	3/4	3/4	5	
		8	2	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	4	4/5	4/5	4	4	4/5	4	1	3	3/4	5	
		8	4	4/5	5	4	4/5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	4	4/5	4	1/2	3	3/4	5	
		10	2	4/5	5	4/5	5	5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	4	4/5	4	1	2/3	3	5	
		10	4	5	5	4/5	4/5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	4	4/5	4	1	2	3/4	5	
		20	2	5	5	4/5	4/5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4	4	4/5	4	1	1	3/4	5	
		20	4	5	5	5	5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4/5	4/5	4/5	4	4	4/5	4	1/2	1/2	3/4	5
		30	2	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4	4	4	4	4	4/5	4	3/4	3/4	3/4	5
		30	4	5	5	4/5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4	5	4	4	4	4	4	4/5	4	3/4	3/4	3/4	5

Tablo 3.10 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonuçları (mordan maddesi: şap)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlasına Karşı Renk Hashğı	
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazık						Yaş	Kuru		2 dk. Sonra	Kuru		
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6						Co	CA
Mordansız	Yok	Yok	Yok	4	4	3/4	4	4	4	4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	4	5	
Ön Mordanlama	Şap	2	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	2	5	5	4	5
		2	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	2	5	5	4	5	
		4	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	4	5	
		4	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	2	5	5	4	5	
		6	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	5	5	4	5	
		6	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	5	5	3/4	5	
		8	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	5	
		8	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	5	
		10	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	5	
		10	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	5	
		20	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	5	5	4	5	
		20	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	5	5	3/4	5	
		30	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	4/5	3/4	5	
		30	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	4/5	3	5	

Tablo 3.11 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonucu (mordan maddesi: tannik asit)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlasına Karşı Renk Hashğı	
				Renk Değişimi	Lekeleme						Baz						Bazık									Yaş	Kuru	2 dk. Sonra	Kuru
											Renk Değişimi	Lekeleme						Renk Değişimi	Lekeleme										
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA		Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA		Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA					
Mordansız	Yok	Yok	Yok	4	4	3/4	4	4	4	4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	4	5
Ön Mordanlama	Tannik Asit	2	2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	3	4/5	5	4	3/4	4	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4	5
		2	4	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	3	4/5	5	4	3/4	4	4	4	4	4/5	4	4/5	4/5	4	5
		4	2	5	5	5	5	5	5	5	4	5	4/5	4/5	2	3/4	4/5	3/4	4/5	4/5	3/4	3/4	3	4/5	4	4/5	5	4	5
		4	4	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	4/5	3/4	4/5	4	3/4	3/4	3	4/5	4	4/5	5	4	5
		6	2	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	5	3/4	4/5	4	4	3/4	3	4/5	3	5	5	3/4	5
		6	4	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	5	3/4	4/5	4	4/5	4	4	4/5	3	4/5	4/5	4	5
		8	2	5	5	5	5	5	5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	4/5	3/4	3/4	3	3	3	2	3/4	3	4/5	5	3/4	5
		8	4	5	5	5	5	5	4/5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	5	3	3	3	3	2/3	2	2/3	3	5	5	3/4	5
		10	2	5	5	5	5	5	4/5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	5	3	3	3	2/3	2/3	2	3	4	5	5	3/4	5
		10	4	5	5	5	5	5	4/5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	5	3/4	3	3	2/3	2/3	2	3	4	5	5	4	5
		20	2	5	5	5	5	5	4/5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	4/5	3/4	2	1/2	1/2	1/2	1/2	2	4	5	5	4	5
		20	4	5	5	5	5	5	4/5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	4/5	3/4	2	2	2	2	1/2	2/3	4	5	5	4	5
		30	2	5	5	5	5	5	4/5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	4/5	3/4	2	1/2	1/2	1/2	1/2	2/3	4	5	5	4/5	5
		30	4	5	5	5	5	5	4/5	5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	4/5	3/4	2	1/2	1/2	1/2	1/2	2/3	4	5	5	4/5	5

Tablo 3.12 Zeytin atık suyu ile ön mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonucu (mordan maddesi: tartarik asit)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	Yıkama Haslığı							Ter Haslığı														Işık Haslığı	Sürtme Haslığı		Su Damlasın a Karşı Renk Haslığı	
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazık												
																							Renk Değişimi	Lekeleme					
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA							
Mordansız	Yok	Yok	Yok	4	4	3/4	4	4	4	4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	4	5	
Ön Mordanlama	Tartarik Asit	2	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	5	
		2	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	5	
		4	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	5	5	3/4	5	
		4	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	5	5	4	5	
		6	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	5	
		6	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	4	5	
		8	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3	5	5	4	5	
		8	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	4	5	
		10	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	5	5	4	5	
		10	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	4	5	
		20	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	4	5	
		20	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	4	5	
		30	2	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	5	5	4	5	
		30	4	5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	4	5	

3.2.2.1.3 *Işık Haslığı Testi.* Yapılan boyamaların ışık haslığı test sonuçları incelendiğinde, mordansız yapılan boyamanın ışığa karşı dayanımının 3 olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfat ve tannik asidin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda ışık haslığının aynı kaldığı veya arttığı, şap ve tartarik asidin kullanıldığı boyamalarda azaldığı görülmüştür. Demir(II)sülfat mordanının kullanıldığı boyamalarda %2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin değerleri mordansız boyanan örneklerle aynı kalırken, diğer konsantrasyon ve sürelerde boyanan örneklerin ışık dayanımları artmış oldukça 5 değerlerini vermiştir. Şap mordan maddesinin kullanıldığı boyamaların hepsinde ışığa karşı dayanım azalmış, boyamaların hepsi kötü değerler vermiştir. Tannik asidin kullanıldığı boyamalarda %6 ve %8 mordan konsantrasyonunda 4 saat ve %8 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneklerin ışık haslık değerlerinde değişme olmazken diğer boyamaların hepsinde değerler artmış ve ışığa karşı 4 derecesinde sonuçlar elde edilmiştir. Tartarik asidin kullanıldığı boyamaların ışık haslık sonuçlarına bakıldığında sonuçların düşük olduğu görülmüştür.

3.2.2.1.4 *Sürtme Haslık Testi.* Yapılan boyamaların yaş ve kuru sürtme haslıkları incelenmiştir. Mordan kullanılmadan yapılan boyamanın yaş ve kuru sürtme haslık dereceleri orta değerde olduğu görülmüştür.

Yapılan boyamaların yaş sürtme haslık deneyleri sonucu en kötü haslık değerlerini demir(II)sülfatın kullanıldığı boyamalar vermiş, diğer mordan maddeleri iyi sonuçlar vermiştir. Demir(II)sülfat mordan maddesinin kullanıldığı boyamalarda % 30 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin yaş sürtme haslığı sonuçları 3/4, diğer konsantrasyon ve mordan sürelerinde boyanan örneklerin yaş sürtme haslık sonuçları 1/2 olarak belirlenmiştir. Şap mordan maddesinin kullanıldığı boyamalarda yaş sürtme haslığında gelişme olduğu görülmüştür. % 2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat, % 4 mordan konsantrasyonunda 4 saat, % 6 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat, % 20 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin yaş haslık sonuçları 5 sonucunu vermiş, diğer konsantrasyon ve sürelerde ki boyamalar 4/5 derecede sonuç vermiştir. Tannik asitin kullanıldığı boyamalarda % 2 ve % 4 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat, % 6 mordan

konsantrasyonunda 4 saat ve % 8 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneklerin yaş haslık sonuçları 4/5 iken, diğer tannik asit kullanılarak yapılan boyamaların sonuçları 5 olarak bulunmuştur. Mordan maddesi olarak tartarik asit kullanılan boyamalarda da % 4 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat, % 8, % 10 ve % 30 mordan konsantrasyonlarında 2 saat mordanlanan örneklerin yaş sürtme haslıkları 5 çıkarken, diğer mordan konsantrasyon ve sürelerinde tartarik asit ile mordanlanan kumaşların yaş sürtme haslık sonuçları 4/5 çıkmıştır.

Ön mordanlama yöntemine göre mordanlanan örneklerin kuru sürtme haslık sonuçları incelendiği zaman tartarik asit ile mordanlanan örneklerin hepsinde kuru sürtme haslık sonuçlarının 5 olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfat ile ön mordanlanan kumaşlarda kuru sürtme haslığı 4 ile 1/2 arasında değişmekte olduğu görülmüştür. % 2 ve % 4 demir(II)sülfat mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin en yüksek kuru sürtme haslık sonuçlarına sahip olduğu ve sonuçların 4 olduğu görülmüştür. % 20 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin kuru sürtme haslıkları 1/2 çıkmış, diğer boyamaların sonuçları da 3 ve 2 derecelerin de çıkmıştır. Şap ile mordanlanan örneklerin sonuçlarına bakıldığında kuru haslık değerlerinde iyileşme olduğu % 30 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin kuru sürtme haslık derecelerinin 4/5 olduğu, diğer şap kullanılarak boyanan kumaşların sonuçlarının da 5 olduğu görülmüştür. Tannik asit kullanılan boyamalarda da kuru sürtme haslık değerleri yükselmiş, % 2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat, % 6 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneklerin sonuçlarının 4/5, diğer boyamaların sonuçlarının da 5 olduğu görülmüştür.

3.2.2.1.5 Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Testi. Su damlasına karşı renk haslığı deneylerinde mordansız boyanan kumaşın test sonuçlarına bakıldığında 2 dakika sonrasında değerin 4 olduğu, kuruduktan sonrada değerin 5 olduğu görülmüştür.

Demir(II)sülfat ile ön mordanlama yapılmış kumaşların % 4 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan kumaşın iki dakika sonra 4/5 sonuç verdiği, % 2 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat, % 4 mordan konsantrasyonunda 4 saat ve %

6 mordan konsantrasyonunda 2 saat mordanlanan örneklerin mordansız olan kumaşla aynı değeri verdiği, diğer örneklerin sonuçlarının da 4 ve 3 olduğu görülmüştür. Şap mordan maddesi ile mordanlanan örneklerin iki dakika sonra ölçümlelerinde mordansız yapılan boyamanın sonuçları ile aynı kaldığı bazı örneklerde de 4 derecede sonuç verdiği görülmüştür. Tannik asitin kullanıldığı boyamalarda % 30 mordan konsantrasyonunda 2 ve 4 saat mordanlanan örneklerin sonuçlarının 4/5 olduğu, % 6, % 8 ve % 10 mordan konsantrasyonlarında 2 saat, % 8 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneklerin değerlerinin 4 olduğu, diğer boyamaların değerlerinin mordansız olana göre değişmediği görülmüştür. Tartarik asit ile mordanlanan örneklerin su damlasına karşı renk haslığı sonuçlarına bakıldığında; iki dakika sonrasındaki ölçümlerin % 2, % 4 ve % 6 mordan konsantrasyonlarında 2 saat, % 2 mordan konsantrasyonunda 4 saat mordanlanan örneklerin 4 değerini verdiği, diğer boyamaların mordansız boyanmış örnek ile aynı değeri verdiği görülmüştür.

Bütün mordan tiplerinin su damlasına karşı renk haslık sonuçları kuruduktan sonra yapılan değerlendirmede kumaşlarda renk değişimi gözlenmemiştir. Yapılan boyamaların hepsinin kuru ölçüm sonuçları mordansız olan örnek ile aynı çıkmış hepsinde yüksek su haslığı değeri verdiği görülmüştür.

3.2.2.2 Birlikte Mordanlama Yöntemi İle Boyanan Poliamid 6.6 Kumaşların Haslık Testleri Sonuçları

Birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonuçları Tablo 3.13 ve Tablo 3.14'te verilmiştir.

Tablo 3.13 Zeytin atık suyu ile birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonucu (mordan maddesi: demir(II)sülfat ve şap)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Sürtme Hashğı	Su Damlasına Karşı Renk Hashğı				
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazik						Işık Hashğı							
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Renk Değişimi	Wo	PAN	PET	PA6.6		Co		CA	Yaş	Kuru	2 dk. Sonra	Kuru
Mordansız	Yok	Yok	Yok	4	4	3/4	4	4	4	4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	4	5	
Birlikte Mordanama	Demir(II)sülfat	2		5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	5	2	4/5	5	3	5	
		4		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	2/3	5	2	4/5	5	3	5		
		6		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5	2	4/5	5	3	5		
		8		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	2/3	5	2	4/5	5	3	5		
		10		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	2/3	5	2	4/5	5	3	5		
		20		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4	5	2	4/5	5	3	5		
		30		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	3	5	2	4	5	3	5		
	Şap	2		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	2	5	5	3/4	5
		4		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	2	4/5	4/5	3/4	5
		6		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	4/5	3/4	5
		8		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	2	4/5	4/5	3/4	5
		10		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	5
		20		5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	2	4/5	5	3/4	5
30	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	2	4/5	5	3/4	5			

Tablo 3.14 Zeytin atık suyu ile birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan poliamid 6.6 kumaşların haslık testleri sonucu (mordan maddesi: tannik asit ve tartarik asit)

Mordanlama Yöntemi	Mordan Maddesi	Konsantrasyon (%)	Süre (saat)	Yıkama Hashğı							Ter Hashğı														Işık Hashğı	Sürtme Hashğı		Su Damlasına Karşı Renk Hashğı	
				Renk Değişimi	Lekeleme						Asidik						Bazık												
																							Renk Değişimi	Lekeleme					
					Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA	Wo	PAN	PET	PA6.6	Co	CA							
Mordansız	Yok	Yok	Yok	4	4	3/4	4	4	4	4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3	3/4	3/4	4	5	
Birlikte Mordan	Tannik Asit	2		4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5	4/5	4/5	2	3/4	5	4	4	4	4	3/4	3	3/4	5	5	5	3	5
		4		4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5	4/5	4/5	2	4/5	5	4	3	3	3	3	2/3	3	5	4/5	5	3	5
		6		4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	3	2/3	2/3	2/3	2	3	5	5	5	3	5
		8		4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	3	2/3	2/3	2/3	2	3	5	4/5	5	3	5
		10		4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	3	2/3	2/3	2/3	2	3	5	5	5	3	5
		20		4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	3	2/3	2/3	2/3	2	3	5	4/5	5	3	5
		30		4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	3/4	5	4/5	4/5	2	4/5	5	3/4	3	2/3	2/3	2/3	2	3	5	4/5	4/5	3	5
	Tartarik Asit	2		5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	5	4	4/5	4	4/5	4/5	4	5	3	4/5	4/5	3/4	5
		4		5	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4/5	4	4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	3	5	5	3/4	5
		6		5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	3	5	5	3/4	5
		8		5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5	5	3/4	5
		10		5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	5	3	4/5	5	3/4	5
		20		5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	5	4	4/5	4	4/5	4/5	4	5	3	4/5	5	3/4	5
		30		5	5	5	5	5	5	5	4/5	5	4/5	4/5	4/5	4	5	4	4/5	4	4/5	4/5	4	4/5	3	4/5	4/5	3	5

3.2.2.2.1 *Yıkama Haslığı Testi.* Mordan kullanılmadan yapılan boyamanın yıkama haslık sonuçları incelendiğinde renk değişiminin, yün, PET, poliamid 6.6, pamuk ve asetat liflerinde meydana gelen lekeleme derecesinin 4 olduğu, refakat bezinde ki PAN liflerinde de lekeleme derecesinin 3/4 olduğu görülmüştür.

Birlikte mordanlanan kumaşların yıkama haslık sonuçları incelendiğinde kullanılan bütün mordan tiplerinde gelişme olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfat, şap ve tartarik asidin kullanıldığı boyamaların yıkama haslık sonuçları çok iyi çıkmıştır. Tannik asidin kullanıldığı boyamalarda da yıkama haslığının mordansız boyamaya göre gelişmesine rağmen renk değişim sonucu 4 olduğu görülmüştür. Lekeleme sonuçlarına bakıldığında refakat bezdeki yün liflerinin olduğu yerde sonuçların 5 olduğu, diğer liflerde ise 4/5 olduğu görülmüştür.

3.2.2.2.2 *Ter Haslığı Testi.* Birlikte mordanlama yöntemine göre boyanan kumaşların asidik ve bazik ter haslıkları üzerine çalışılmıştır.

Mordansız yapılan boyamanın asidik ter haslık sonuçları incelendiğinde renk değişiminin 3, refakat bezdeki bütün liflerde de 3/4 lekeleme sonuçları verdiği görülmüştür. Şap ve demir(II)sülfatın mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamaların hepsinde asidik ter haslığında gelişme olduğu görülmüştür. Şap ve demir(II)sülfatın kullanıldığı boyamalarda renk değişimi 4/5 sonuçlarını vermiştir. Refakat bezdeki lekeleme dereceleri incelendiğinde; yün ve asetat liflerinde çok iyi değerler, diğer liflerde de 4/5 değerinde sonuçlar verdiği görülmüştür. Tannik asidin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda renk değişimi 3/4 değerini vermesine karşı mordansız boyamaya göre gelişme olduğu görülmüştür. Refakat bezdeki lekeleme dereceleri incelendiğinde; yün ve asetat liflerinde 5, PAN, PET ve pamukta 4/5 olduğu görülmüştür. Ancak refakat bezdeki poliamid 6.6 liflerinde 2 lekeleme derecesi olduğu gözlemlenmiştir. Tartarik asit kullanılarak yapılan boyamalarda renk değişimi incelendiğinde % 2 ve % 4 mordan konsantrasyonu kullanılan boyamalarda 4, konsantrasyonlardaki boyamalarda 4/5 sonuçlar verdiği bulunmuştur. Tartarik asidin kullanıldığı boyamalarda lekeleme dereceleri

incelendiğinde yün ve asetat liflerinde çok iyi derecede sonuç verdiği bulunmuştur. PAN ve poliamid 6.6 liflerinde % 2 ve % 4 konsantrasyonda yapılan boyamalar 4 değerini verirken, diğer konsantrasyonlar 4/5 değerini vermiştir. PET liflerindeki lekelenme incelendiği zaman % 2 mordan konsantrasyonu 4, diğer konsantrasyonlar 4/5 değerini vermiştir. Pamuk liflerindeki lekeleme derecesi incelendiğinde % 6 ve % 8 mordan konsantrasyonlarının çok iyi, diğerlerinin 4 olduğu görülmüştür.

Bazik ter haslığı sonuçlarına bakıldığında; mordansız boyamada renk değişimin 3, refakat bezdeki bütün liflerde lekeleme derecesinin 3/4 olduğu görülmüştür. Demir(II)sülfatın kullanıldığı boyamalarda renk değişiminde ve refakat bezdeki yün, PAN, PET liflerindeki lekelenme derecesinin 4/5 olduğu görülmüştür. Poliamid 6.6 liflerindeki lekelenme derecesinin % 6 mordan konsantrasyonunda 4/5 olduğu, diğer konsantrasyonlarda 4 derecede olduğu bulunmuştur. Refakat bezindeki pamuk liflerinde ise % 2 ve % 20 mordan konsantrasyonunda orta, % 6 da 3/4, % 30 da 3 olduğu, geri kalan konsantrasyonlarda da 2 olduğu görülmüştür. Asetat liflerinde ise lekelenme derecesinin 5 olduğu tespit edilmiştir. Şap mordan maddesinin kullanıldığı boyamalarda bazik ter haslığındaki renk değişimine bakıldığında 4/5 sonucunun elde edildiği görülmüştür. Refakat bezdeki yün liflerinde 5, PAN, PET, poliamid 6.6 ve asetat liflerinde 4/5 derecede sonuçlar verdiği bulunmuştur. Ancak pamuk liflerinin olduğu yerdeki lekelenme incelendiğinde % 6 ve % 10 konsantrasyonlarında iyi, diğer konsantrasyonlarda 4 sonucu elde edilmiştir. Tannik asidin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamalarda renk değişimleri % 2 ve % 4 konsantrasyonlarında 4 iken diğer konsantrasyonlarda 3/4 değeri meydana gelmiştir. Lekelenme dereceleri incelendiğinde, yün liflerinde % 2 konsantrasyonda 4, diğer konsantrasyonlarda ise 3 olduğu görülmüştür. PAN ve PET liflerindeki lekelenmede % 2 de 4, % 4 ve % 20 de 3, diğer konsantrasyonlarda ise 2 olduğu görülmüştür. Poliamid 6.6 liflerindeki lekelenme dereceleri incelendiğinde % 2 konsantrasyonda 3/4, % 4 konsantrasyonda 3, diğer konsantrasyonlarda 2 olduğu tespit edilmiştir. Pamuk ve asetat liflerindeki lekelenme dereceleri ise % 2 konsantrasyonda 3, diğer konsantrasyonlarda ise 2 olduğu görülmüştür. Tartarik asidin mordan maddesi olarak kullanıldığı boyamaların bazik ter haslık sonuçlarına bakıldığında, renk değişimi ve refakat bezdeki PAN liflerinde % 2, % 20 ve % 30 mordan konsantrasyonlarında 4, diğer

konsantrasyonlarda 4/5 sonucunu verdiği görölmüştür. Refakat bezindeki lekelenme derecelerine bakıldığında yün, PET, poliamid 6.6 liflerinde 4/5, pamukta 4 değerini verdiği görölmüştür. Asetat liflerinde % 8 ve % 30 mordan konsantrasyonunda 4/5 sonuçlar verdiği diğer konsantrasyonda 5 olduğu görölmüştür.

3.2.2.2.3 Işık Haslığı Testi. Mordansız boyamanın ışık haslığı sonucunun 3 olduğu görölmüştür. Işık haslık sonuçlarına bakıldığında en iyi sonuçların tannik asidin kullanıldığđı, en kötü sonuçları da şap ve demir(II)sülfatın kullanıldığđı boyamalarda olduğu görölmüştür. Demir(II)sülfat ve şapın kullanıldığđı boyamalarda test sonuçları 2 iken, tartarik asitte 3, tannik asitte de 5 olduğu görölmüştür.

3.2.2.2.4 Sürtme Haslığı Testi. Mordanlanmadan boyanan örneğin yaş ve kuru sürtme haslık sonucu 3/4 olduğu görölmüştür.

Birlikte mordan yöntemine göre boyanan örneklerin yaş sürtme haslık sonuçları incelendiğinde bütün mordan tiplerinde gelişme olduğu görölmüştür. Demir(II)sülfatın mordan maddesi olarak kullanıldığđı boyamalarda % 30 mordan konsantrasyonunda 4, diğer konsantrasyonlarda 4/5 sonucunu verdiği görölmüştür. Şap mordan maddesinin kullanıldığđı boyamalarda % 2 mordan konsantrasyonunda 5, diğer konsantrasyonlarda 4/5 sonucu elde edilmiştir. Tannik asitin kullanıldığđı boyamalarda % 2, % 6 ve % 10 mordan konsantrasyonlarında 5, diğer konsantrasyonlarda 4/5 sonucu verdiği, tartarik asitte ise % 4 ve % 6 da 5 değerini verirken diğer mordan konsantrasyonlarında 4/5 değerini verdiği görölmüştür.

Yapılan boyamaların kuru sürtme haslık sonuçları incelendiği zaman demir(II)sülfat mordanının kullanıldığđı boyamaların haslık sonuçlarının 5 olduğu görölmüştür. Şap mordan maddesi ile yapılan boyamalarda % 4, % 6 ve % 8 konsantrasyonda 4/5, diğer konsantrasyonlarda 5 değerini verdiği tespit edilmiştir. Tannik asitte ise % 30 mordan konsantrasyonunda iyi, diğer konsantrasyonlarda ise çok iyi sonuçlar elde edilmiştir. Tartarik asidin kullanıldığđı boyamalarda % 2 ve % 30 mordan konsantrasyonunda 4/5 kuru sürtme haslık sonuçları elde edilirken diğer konsantrasyonlarda çok iyi haslık sonuçları elde edilmiştir.

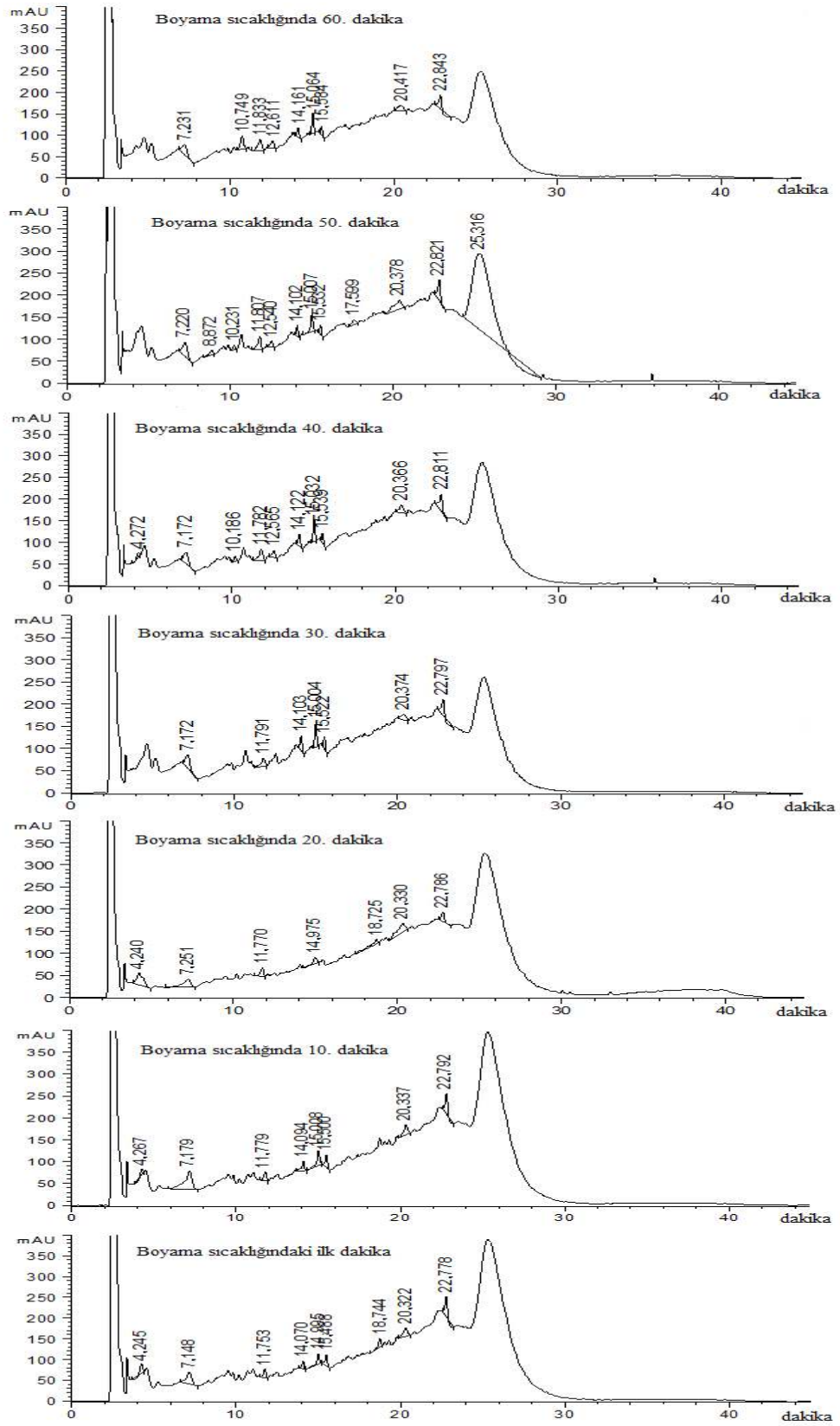
3.2.2.2.5 *Su Damlasına Karşı Renk Haslığı Testi.* Mordansız boyamanın su damlasına karşı renk haslık sonuçlarına bakıldığında iki dakika sonra 4 değeri elde edilirken kuru halinde 5 değeri elde edilmiştir.

Birlikte mordanlanan örneklerden demir(II)sülfat ve tannik asit kullanılan boyamalar incelendiğinde iki dakika sonra yapılan ölçümler 3 bulunmuştur. Şapın kullanıldığı boyamalarda 3/4 değerleri elde edilirken tartarik asitin kullanıldığı boyamalarda % 30 konsantrasyonda 3, diğer boyamalarda 3/4 değeri elde edilmiştir.

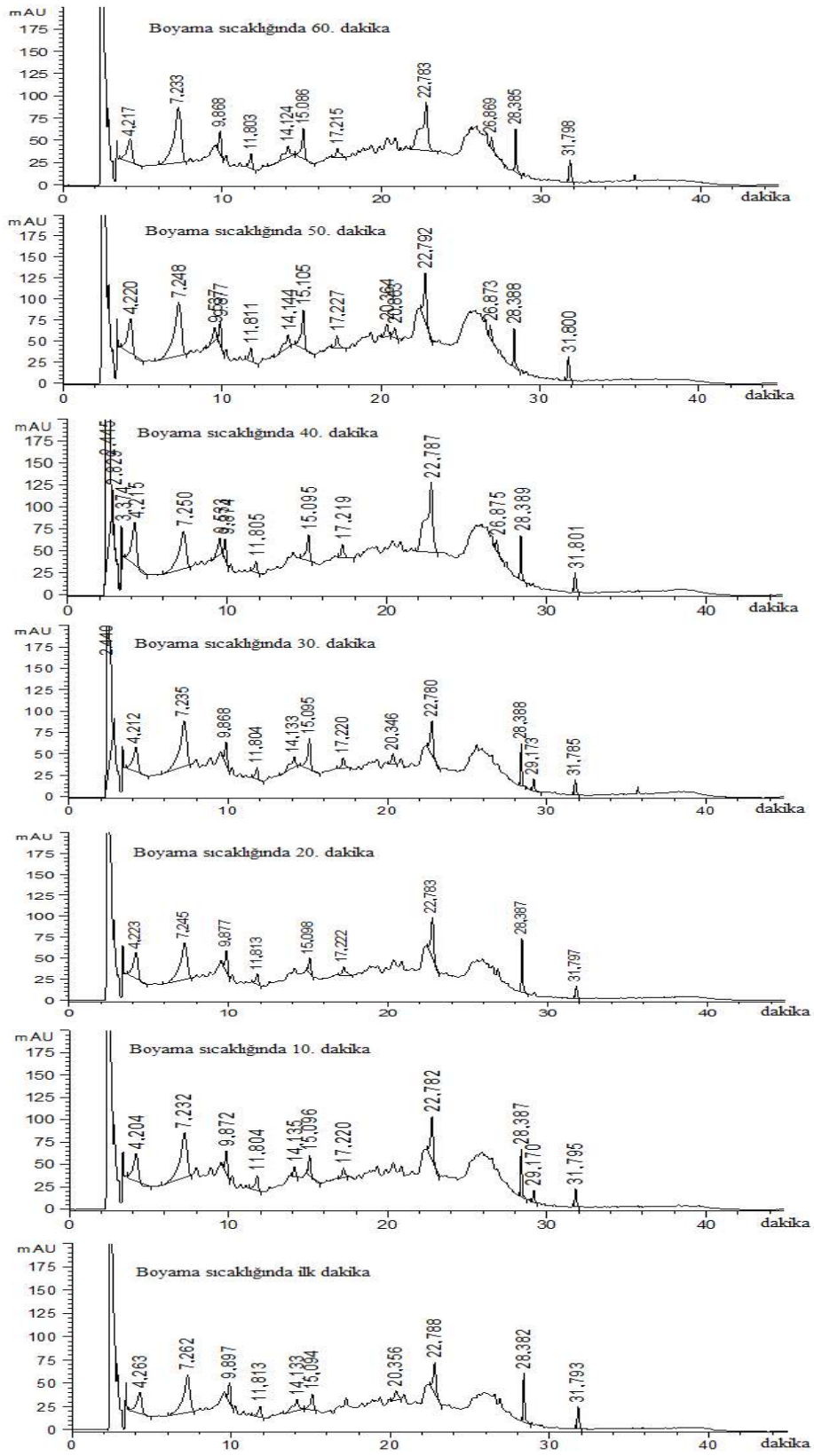
Kuruduktan sonraki lekelenme derecesine bakıldığı zaman bütün mordan maddelerinde su damlasına karşı lekelenme olmadığı sonuçların çok iyi olduğu görülmüştür.

3.3 HPLC-DAD Analizleri

Zeytinyağı atık suyu ile boyanan kumaşların boyama sıcaklığına geldiği ilk dakikada, onuncu, yirminci, otuzuncu, kırkinci, ellinci ve altmışıncı dakikalarda boyanmış kumaşlardan örnekler alınmıştır. Alınan örneklerden elde edilen ekstraktlardan HPLC analizleri yapılmıştır. Şekil 3.1’de yün kumaşların, Şekil 3.2’ de ise poliamid 6.6 kumaşların zeytinyağı atık suyu ile yapılmış boyamalarının HPLC kromatogramları verilmiştir.

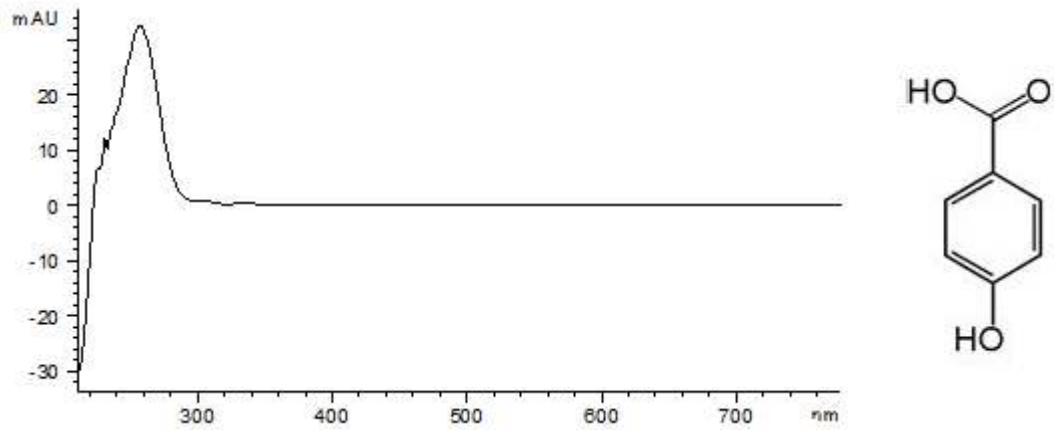


Şekil 3.1 Zeytinyağı atık suyu ile boyanan yün kumaşların HPLC kromatogramı

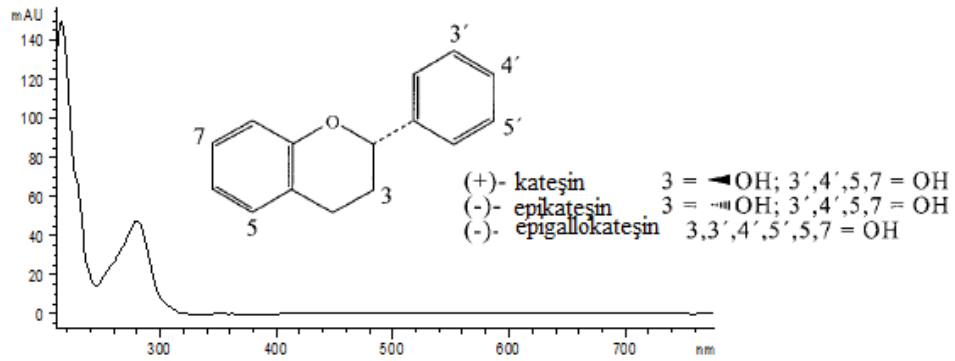


Şekil 3.2 Zeytinyağı atık suyu ile boyanan poliamid 6.6 kumaşların HPLC kromatogramı

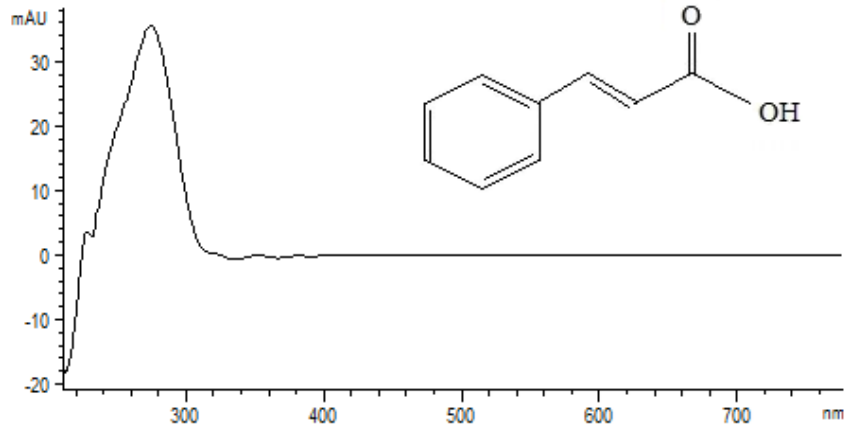
Yün kumaşa yapılan HPLC analizleri sonucunda; 4,260 dakika alıkonma zamanında p-hidroksibenzoik asit maddesi (λ_{max} : 256nm) (Şekil 3.2), 7,320 dakika alıkonma zamanında epikateşin türevi (λ_{max} : 215, 280 nm) (Şekil 3.3), 9,56 dakika alıkonma zamanında p-hidroksibenzoik asit türevi (λ_{max} : 255 nm) (Şekil 3.5), 22,787 dakika alıkonma zamanında sinamik asit (λ_{max} : 276 nm) (Şekil 3.4) tanımlanabilmiştir.



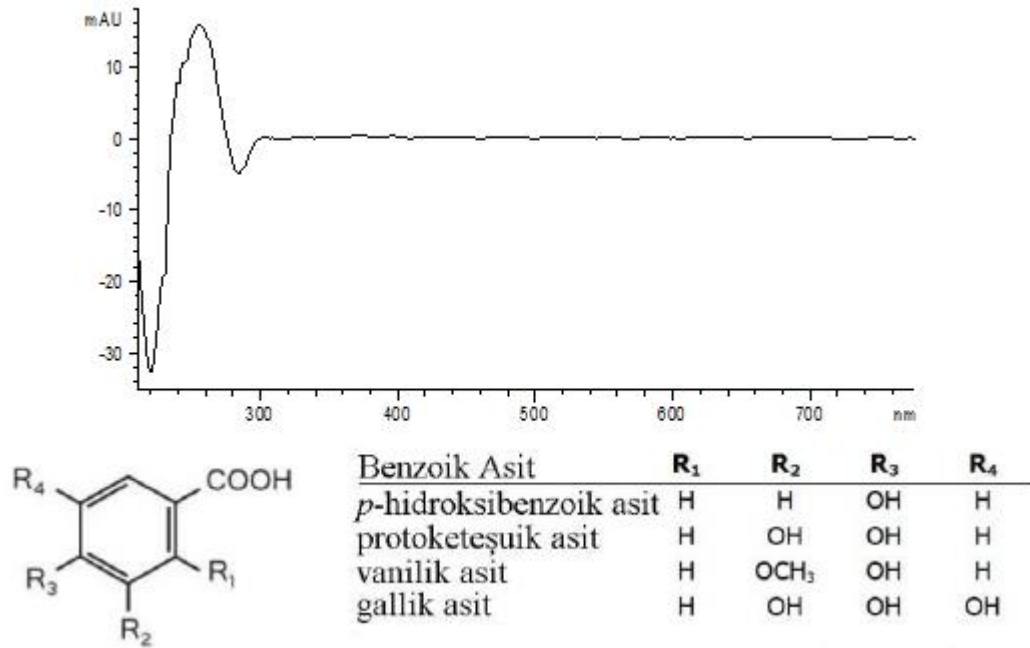
Şekil 3.3 p-hidroksibenzoik asitin spektrumu (λ_{max} : 256nm)



Şekil 3.4 Epikateşin türevinin spektrumu (λ_{max} : 215, 280 nm)



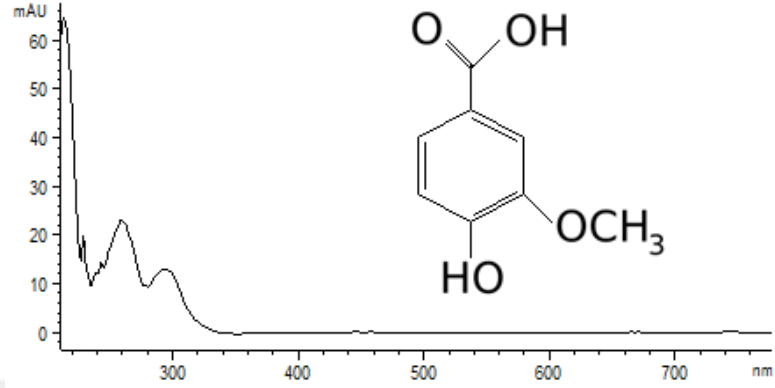
Şekil 3.5 Sinamik asitin spektrumu (λ_{max} : 276 nm)



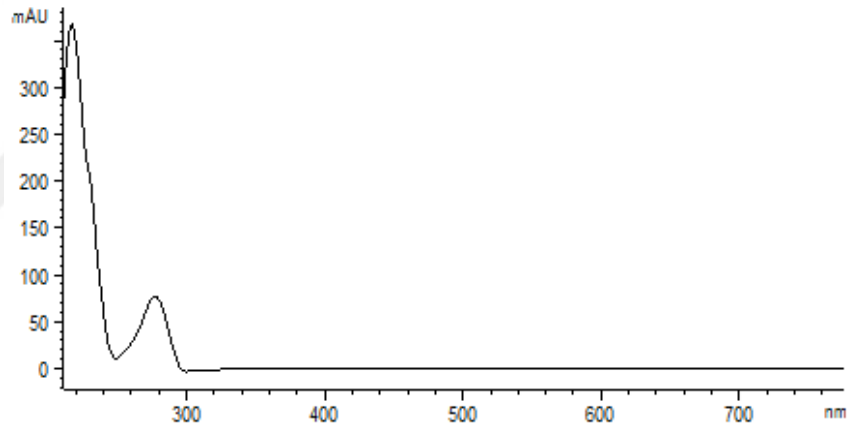
Şekil 3.6 *p*-hidroksibenzoik asit türevinin spektrumu (λ_{max} : 255 nm)

Poliamid 6.6 kumaşlara yapılan analizler sonucunda; *p*-hidroksibenzoik asit maddesi (λ_{max} : 256nm) (Şekil 3.2), 7,320 dakika alıkonma zamanında epikateşin türevi (λ_{max} : 215, 280 nm) (Şekil 3.3), 9,56 dakika alıkonma zamanında *p*-hidroksibenzoik asit türevi (λ_{max} : 255 nm) (Şekil 3.5), 22,787 dakika alıkonma zamanında sinamik asit (λ_{max} : 276 nm) (Şekil 3.4), 15,094 dakika alıkonma zamanında vanilik asit (λ_{max} : 259, 293 nm) (Şekil 3.6), 28,38 dakika alıkonma zamanında epikateşin ya da türevi (λ_{max} : 217, 277 nm) (Şekil 3.7), 31,794 dakika

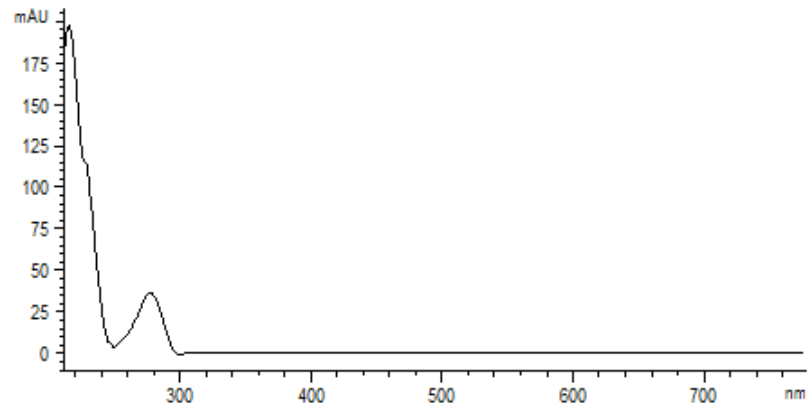
alikonma zamanında epikateşin türevi (λ_{max} : 215, 277 nm) (Şekil 3.8) tanımlanabilmiştir.



Şekil 3.7 Vanilik asidin spektrumu (λ_{max} : 259, 293 nm)

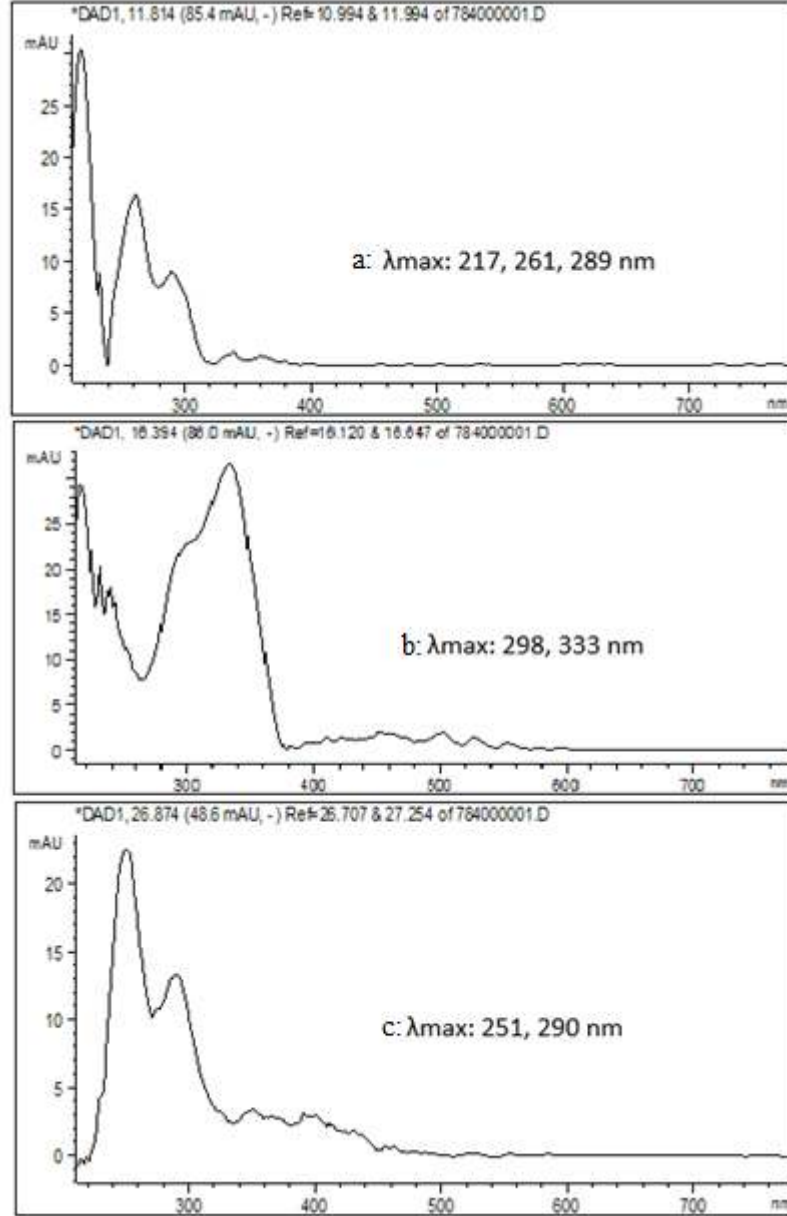


Şekil 3.8 Epikateşin ya da türevinin spektrumu (λ_{max} : 217, 277 nm)



Şekil 3.9 Epikateşin türevinin spektrumu (λ_{max} : 215, 277 nm)

Tanımlanabilen boyarmadde bileşenlerinin ile birlikte Şekil 3.10’ da verilen spektrumlar da pik vermiştir, ancak hangi bileşene ait oldukları tanımlanamamıştır.



Şekil 3.10 Tanımlanamayan bileşenlerin spektrumları

Tablo 3.15 Yün ve poliamid 6.6 kumaşlarda yapılan HPLC analizleri sonucunda kromatogramlarda pik veren bileşenler

Boyarmadde Bileşeni	Alıkonma Zamanı (dk)	Maksimum Absorbans (nm)
---------------------	----------------------	-------------------------

p-hidroksibenzoik asit	4,26	256
Epikateşin türevi	7,32	215, 280
p-hidroksibenzoik asit türevi	9,56	255
Tanımlanamayan (a)	11,814	217, 289
Vanilik asit	15,094	259,293
Tanımlanamayan (b)	16,394	298, 333
Sinamik asit	22,787	276
Tanımlanamayan (c)	26,874	251, 290
Epikateşin ya da türevi	28,38	217,277
Epikateşin türevi	31,794	215, 277

Yapılan HPLC analizleri incelendiğinde; yün ve poliamid 6.6 kumaşın boyama sıcaklığına geldiği ilk anda daha boyarmadde alımını gerçekleştirdiği görülmüştür. Boyama sıcaklığına geldikten sonra 10’ar dakikalık periyotlarla kumaştan alınan numunelerin HPLC analizleri incelendiğinde 9,56 dakika alıkonma süresinde ki p-hidroksibenzoik asit türevinin, tanımlanamayan (b) ve (c) maddelerinin boyama ilerledikçe liflere tutunduğu, diğer maddelerin boyama sıcaklığında ki ilk dakikada daha liflerle bağ oluşturduğu görülmüştür. Yün kumaşta yapılan HPLC analizinde 4,26 dakika alıkonma süresinde ki p-hidroksibenzoik asitin de boyama sıcaklığında lifle bağ kurduğu daha sonra boyamanın 50’inci ve 60’ıncı dakikalarında alınan numunelerde pik vermediği görülmüş, yün lifinin belirli bir süre sonra diğer maddelerle bağ yapıp p-benzoik asit ile olan bağlarının kopmasına ve liften uzaklaşmasına neden olduğu düşünülmüştür.

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR

Zeytinyağı üretim aşamasında ortaya çıkan ürünlerin meydana getirdiği kötü koku, yüksek organik içerik (KOİ: 220 g/L, KOİ/BOİ₅: 2-5, zor parçalanır olması), asidik ortam oluşturmaması, yüksek fenolik ve katı madde içeriğinden dolayı çok büyük çevresel problem meydana getirmektedir. Zeytinyağı üretimi atıklarının çevresel probleminin giderilmesi için birçok çalışma yapılmıştır. Doğal boyarmaddeleri meydana getiren fenolik bileşenlerin, zeytinyağı üretim atıklarının da içerdiği ve bu atıkların yüksek fenolik madde içeriğinin (80 g/L'den fazla fenolik madde içeriği) olması zeytinyağı üretim atıklarının doğal boyarmadde olarak kullanım olanaklarının araştırılmasına yöneltmiştir.

Bu tezde, zeytinyağı üretim atıklarının doğal boyarmadde olarak kullanım olanağı incelenmiştir. Bu süreçte yapılan çalışmalarda yapılan boyamaların CIE L*a*b* değerleri, K/S değerleri, yıkama haslığı, sürtme haslığı, asidik ve bazik ter haslığı, ıslık haslığı ve su damlasına karşı renk haslığı testleri uygulanmıştır. Ayrıca boyamalar üzerinden HPLC analizleri yapılarak boyarmadde tespiti yapılmaya çalışılmıştır.

Yün kumaşın çeşitli mordan konsantrasyon ve sürelerinde mordanlanması ile yapılan boyamalarda K/S değerleri incelendiğinde, K/S değerlerinin $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ > tartarik asit > şap > tannik asit mordan kullanım şekline göre azaldığı görülmüştür. Mordan konsantrasyonunun artması boyamaların K/S değerlerinde çok az artışa neden olmuş, mordanlama sürelerinin ise çok fazla bir etki yaratmadığı görülmüştür. Bunun da elyafın boyarmaddeye doymuş olabileceğinden ya da mordan maddesinin tamamının bağlanmamış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmüştür. Yün kumaşın boyama sonrasında CIE L*a*b* değerleri incelendiğinde, boyamaların daha kırmızı ve daha sarı renk koordinatları verdiği görülmüştür. Boyamalarda meydana gelen renkler mordan maddesine göre değişiklik gösterip genelde koyu kahverengi ve açık kahverengi tonları arasında olmuştur. Bu yüzden yün liflerinin karasuyun içerdiği boyarmadde moleküllerine karşı bir afinitesi olduğu anlaşılmıştır. Yün

kumaşın karasu ile yapılan boyamalarının çok düzgün olduğu, boyamalarda abraj oluşmadığı görülmüştür. Yapılan haslık testleri sonucunda demir(II)sülfatın bütün haslık testlerinde en iyi sonuçları verdiği görülmüştür. Şap ve tartarik asidin ışık haslığının kötü, diğer haslıkların iyi olduğu, tannik asidin haslık test sonuçlarının orta olduğu görülmüştür. Meksi ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada yün kumaşı 1:40 flotte oranında pH 2, 100 °C, 60 dk boyama koşullarını optimum boyama koşulları olarak belirlemiştir. Bu koşullarda yaptıkları mordansız boyamaların haslık testlerini değerlendirdiklerinde mordansız kumaşın yıkama haslığını 4/5, ışık haslığını 3, kuru sürtme haslığını 4, yaş sürtme haslığını 3, asidik ter haslığını 4/5, bazik ter haslığını 4/5 bulmuşlardır. Yaptıkları mordanlı boyamalarda şap mordan maddesini kullandıkları (%3 konsantrasyon oranında, 30 °C, 45 dakika mordanlama koşullarında) boyamaların haslık testlerinde de alum için yıkama haslığını 4/5, ışık haslığını 4, kuru sürtme haslığını 4, yaş sürtme haslığını 3, asidik ter haslığını 5, bazik ter haslığını 4/5 olduğunu görmüşlerdir. Bu durum da bu çalışmada yapılan test sonuçlarını desteklemektedir.

Poliamid 6.6 kumaşlara yapılan renk analizi testlerinin sonucunda ön mordanlama yönteminin birlikte mordanlama yöntemine göre daha iyi K/S değerleri verdiği görülmüştür. Ön mordanlama yöntemi kullanılarak yapılan boyamalarda K/S değerlerinde tannik asit > demir(II)sülfat > tartarik asit > şap azaldığı, birlikte mordanlama yapılan boyamalarda demir(II)sülfat > tartarik asit > tannik asit > şap şeklinde olduğu görülmüştür. Yapılan boyamalarda mordan konsantrasyon artışının ve ön mordanlama yönteminde mordanlama süresinin poliamid 6.6 kumaşlarda çok fazla bir değişikliğe neden olmadığı görülmüştür. Ancak CIE L*a*b* değerleri incelendiğinde poliamid 6.6 kumaşların yün kumaşlara göre daha açık tonlarda renk verdiği görülmüştür. Ön mordanlama yönteminde poliamid 6.6 kumaşlarda düzensiz boyama yani abrajlar meydana gelmiş, birlikte mordanlama yönteminde ise homojen bir boyama meydana gelmiştir. Yapılan boyamaların haslık testleri incelendiğinde ön mordanlama yönteminde haslık değerlerinin iyi olduğu, şap ve tartarik asidin ışık haslığının kötü olduğu görülmüştür. Işık haslıklarının kötü olması şap ve tartarik asidin elyafa tutunamamasından kaynaklı olduğu düşünülmüştür. Birlikte mordanlama yönteminde de tannik asit ile mordanlanan kumaşların ışık

haslık değerinin en iyi olduğu, diğer mordanların haslık değerlerinin orta ile iyi derece arasında değiştiği görülmüştür. Haddar ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada poliamid kumaşları zeytin karasuyu ile mordanlamadan boyamış, çalışma sonucunda yıkama haslığını 3/4, asidik ter haslığını 3/4, bazik ter haslığını 3/4, kuru sürtme haslığını 3/4, yaş sürtme haslığını 3/4, ışık haslığını 3 bulmuşlardır. Bu çalışmada mordansız boyanan poliamid kumaşların haslık değerleriyle örtüştüğü için Haddar ve ark. (2015) yaptıkları çalışma bu çalışmayı desteklemektedir.

Yapılan HPLC analizleri sonucunda on adet boyarmadde bileşiği tespit edilmiş, bunların yedisi tanımlanabilmiştir. P-hidroksibenzoik asit (alıkonma zamanı: 4,26) , epikateşin türevi (alıkonma zamanı: 7,32), p-hidroksibenzoik asit türevi (alıkonma zamanı: 9,56), vanilik asit (alıkonma zamanı: 11,814), sinamik asit (alıkonma zamanı: 22,787), epikateşin ya da türevi (alıkonma zamanı: 28,38), epikateşin türevi (alıkonma zamanı: 31,794) boyarmaddeleri tanımlanabilenlerdir. Yapılan HPLC kromatogramları incelendiğinde hem y n hem de poliamid 6.6 kumaş boyama sıcaklığına geldiği ilk dakikada daha boyarmadde molekülleri lif tarafından alınmış, boyama sonununa kadar da boyarmadde molekülleri lif ile bağ oluşturmuştur. Haddar ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada zeytin karasuyunun HPLC analizlerini incelemişler, hidroksitrisol, trisol, vanilik asit, 3-hidroksibenzoik asit, sinamik asit, luteolin, epigenin, M-kumarik asit, fenil-asetik boyarmadde moleküllerini tespit edebilmişlerdir. Yaptıkları  alışma, bu çalışmada tanımlanabilen vanilik asit, p-hidroksibenzoik asit ve sinamik asit boyarmadde bileşiklerinin doğruluğunu desteklemektedir.

Yapılan  alışmalar sonucunda ve literatüre göre (Haddar ark., 2015; Haddar ve ark., 2014; İşmal, 2013; Meksi ve ark., 2012) zeytinyağı üretimi atıklarının içerdiği yüksek fenolik içeriklerin doğal boyarmadde olarak kullanılabilceğini göstermektedir. Renk analizlerinin ve haslık analizlerinin iyi sonuçlar vermesi ve boyarmadde moleküllerinin lif tarafından alınması zeytinyağı üretim atıklarını alternatif bir doğal boyarmadde kaynağı olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Ahn, C., Zeng, X. ve Obendorf, S.K. (2012). Analysis of dye extracted from phellodendron bark and its identification in archaeological textiles. *Textile Research Journal*, 82, 1645.
- Akar, D. (2006). *Doğu akdeniz bölgesinde yayılış gösteren bazı ısıtıs (çivit otu) türlerinin boyama özelliklerinin ve boyarmadde içeriklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.
- Akbulut, H. (2011). *Florene süstitüe benzokinon türevlerinin sentezi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Aktas, E. S., Imre, S. ve Ersoy, L. (2001). Characterization and lime treatment of olive mill wastewater. *Water Research*, 35, 9, 2336–2340.
- Ali, N. F. ve El-Mohamedy, R. S. R. (2011). Eco-friendly and protective natural dye from red prickly pear (opuntia lasiacantha pfeiffer) plant. *Journal of Saudi Chemical Society*, 15, 257-261.
- Altun, L. M., Sever Yılmaz, B. ve Saltan Çitoğlu, G. (2007). Viburnum opulus l. ve viburnum lantana l.'da amentoflavon hplc analizi. *Ankara Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 36 (3) 161-169.
- Anonim. (2014). *The ancient art of purple*. 20 Mayıs 2016, <http://mexicovacationrental.org/ancient-art-purple/>.
- Anonim. (2015). *Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (YPSK/HPLC)*. 23 Mayıs 2016, <http://akimya.pharmacy.ankara.edu.tr/files/2015/02/hplc-ders-2015.pdf>.
- T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Komisyonu. (2013). *Kimya teknolojisi kromatografik analizler*. Ankara: MEGEP.

- Aydın, S. A. ve Üstün, F. (2007). Tanenler 1 kimyasal yapıları, farmakolojik etkileri, analiz yöntemleri. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 33 (1) 21-31.
- Azbar, N., Bayram, A., Filibeli, A., Müezzinoğlu, A., Şengül, F. ve Özer, A. (2004). A review of waste management options in olive oil production. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 34, 1-39.
- Başalma, D. ve Pashazadeh, M. (2011). Hintyağının (*ricinus communis* L.) önemi, bitkisel özellikleri ve tarımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25, 57-67.
- Başer, İ. ve İnancı, Y. (1990). *Boyarmadde kimyası*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Döner Sermaye İşletmesi Matbaa Birimi.
- Baysal, T. ve Ersus, S. (1999). Karotenidler ve insan sağlığı. *Gıda*, 24 (03) 177-185.
- Bechtold, T., Ali, A. M. ve Mussak, R. (2007). Natural dyes for textile dyeing: a comparison of methods to assess the quality of canadian golden rot plant material, *Dyes and Pigments*, 75, 287-293.
- Boğa, M. (2014). Zeytinyağı yan ürünlerinin ruminant beslemede kullanım olanakları. *Türk Tarım-Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2 (3) 137-143.
- Broadbent, A. D. (2001). *Basic principles of textile coloration*. England: Society of Dyers and Colourists.
- Chairat, M., Bremner, J. B. ve Chantrapromma, K. (2007). Dyeing of cotton and silk yarn with the extracted dye from the fruit hulls of mangosteen, *garcinia mangostana* linn. *Fibers and Polymers*, 8, 6, 613-619.

- Çiftçi, Y. (2013). *Aletli analiz laboratuvar çalışmaları için el kitabı*. 23 Mayıs 2016, <http://www.istgumlab.com/yciftci/?cat=3>.
- Demirbağ, Ç. ve Dölen, E. (2015). Deniz kabuklularında bulunan indigoid boyarmaddelerin metal etkileşimlerinin spektrofotometrik yöntemle incelenmesi. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 19, 116-120.
- Deo, H. T. ve Desai, B. K. (1999). Dyeing of cotton and jute with tea as a natural dye. *Coloration Technology*, 115, 225-227.
- Deveci, E. Ü. ve Çınar, Ö. (2011). Zeytinyağı endüstrisi atıklarının arıtımında fungal defenolizasyonun önemi. *Biyoloji Bilimleri Araştırma Dergisi*, 4 (2) 107-111.
- Deveoğlu, O. ve Karadağ, R. (2011). Genel bir bakış: doğal boyarmaddeler. *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 23 (1) 21-32.
- Deveoglu, O., Sahinbaskan, B. Y., Torgan, E. ve Karadag, R. (2012). Investigation on colour, fastness properties and hplc-dad analysis of silk fibres dyed with rubia tinctorium l. and quercus ithaburensis decaisne. *Coloration Technology*, 128, 364-370.
- Deveoglu, O., Erkan, G., Torgan, E. ve Karadag, R. (2012). The evaluation of procedures for dyeing silk with buckthorn and walloon oak on the basis of colour changes and fastness characteristics. *Coloration Technology*, 129, 223-231.
- Elnagar, K., Elmaaty, T. A. ve Raouf, S. (2014). Dyeing of polyester and polyamide synthetic fabrics with natural dyes using ecofriendly technique. *Journal of Textiles*, 2014, 8.
- Enez, N. (1987). *Doğal Boyamacılık, Anadolu'da Yün Boyamacılığında Kullanılmış Olan Bitkiler ve Doğal Boyalarla Yün Boyamacılığı*. İstanbul: Fatih Yayınevi Matbaası.

- Erkan, G. ve Yılmaz, D. (2016). Dyeing of wool yarns with laurus nobilis l. berries. *Annals of The University of Oradea Fascicle of Textiles, Leatherwork*, 17, 2, 53-58.
- Erkan, G., Şengül, K. ve Kaya, S. (2014). Dyeing of white and indigo dyed cotton fabrics with mimosa tenuiflora extract. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18, 139–148.
- Feng, X. X., Zhang, L. L., Chen, J. Y. ve Zhang, J. C. (2006). New insights into solar uv-protective properties of natural dye. *Journal of Cleaner Production*, 15, 366-372.
- Frankel, E., Bakhouch, A., Lozano-Sanchez, J., Segura-Carretero, A. ve Fernandez-Gutierrez, A. (2013). Literature review on production process to obtain extra virgin olive oil enriched in bioactive compounds, potential use of byproducts as alternative sources of polyphenols. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61, 5179–5188.
- Ghoreishian, S. M., Maleknia, L., Mirzapour, H. ve Norouzi, M. (2013). Antibacterial properties and color fastness of silk fabric dyed with turmeric extract. *Fibers and Polymers*, 14, 2, 201-207.
- Gulrajani, M. L. ve Bhaumik, S. (2003). Dyeing of red sandalwood on wool and nylon. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 28, 221-226.
- Gupta, D., Gulrajani, M. L. ve Kumari, S. (2004). Light fastness of naturally occurring anthraquinone dyes on nylon. *Coloration Technology*, 120, 205-212.
- Göktepe, H., Benli, H. ve İltaş, V. (2012). Civan perçemi (achillie millefolium l.) bitkisinden elde edilen boyarmadde ile yünlü kumaşların boyanması ve spektrofotometrik analizi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28, 5.

Guesmi, A., Hamadi, N. B., Ladhari, N. ve Sakli, F. (2012). Dyeing properties and colour fastness of wool dyed with indicaxanthin natural dye. *Industrial Crops and Products*, 37, 493- 499.

Gulrajani, M. L. (2001). Present status of natural dyes. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 26, 191-201.

Gürbüz, Y., Kamalak, A., .Çiçek, T. ve Sakarya, M. (2004). Doğal karotenoid kaynakları ve yumurta sarı rengi. 4. *Ulusal Zootekni Bilim Kongresi*, Isparta, 325-330.

Haddar, W., Baaka, N., Meksi, N., Elksibi, I. ve Mhenni, M. F. (2014). Optimization of an ecofriendly dyeing process using the wastewater of the olive oil industry as natural dyes for acrylic fibres. *Journal of Cleaner Production*, 66, 546-554.

Haddar, W., Baaka, N., Meksi, N., Ticha, M. B., Guesmi, A. ve Mhenni, M. F. (2015). Use of ultrasonic energy for enhancing the dyeing performances of polyamide fibers with olive vegetable water. *Fibers and Polymers*, 16, 7, 1506-1511.

Haji, A. (2010). Functional dyeing of wool with natural dye extracted from berberis vulgaris wood and rumex hymenosepolus root as biomordant. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 29, 3.

Haji, A., Shoushtari, A. M. ve Mirafshar, M. (2013). Natural dyeing and antibacterial activity of atmospheric-plasma-treated nylon 6 fabric. *Coloration Technology*, 130, 37-42.

Halpine, S. M. (1996). An improved dye and lake analysis method for high performance liquid chromatography and diode-array detector. *Studies in Conservation*, 41, 76-94.

- Hasan, M. M., Nayem, K. A., Azim, A. Y. M. A. ve Ghosh, N. C. (2015). Application of purified lawsone as natural dye on cotton and silk fabric. *Journal of Textiles*, Article ID 932627, 7.
- Hwang, E. K., Lee, Y. H. ve Kim, H. D. (2008). Dyeing, fastness, and deodorizing properties of cotton, silk, and wool fabrics dyed with gardenia, coffee sludge, cassia tora. l., and pomegranate extracts. *Fibers and Polymers*, 9, 3, 334-340.
- İnönü Üniversitesi Açık Kaynak Ders Notları. (2010). *Fen ve mühendislik bilimleri için enstrümental analiz*. Malatya: Kimya Yayınları.
- İşmal, Ö. E. (2014). A Route from olive oil production to natural dyeing: valorisation of prina (crude olive cake) as a novel dye source. *Coloration Technology*, 130, 147-15.
- Jothi, D. (2008). Extraction of natural dyes from african marigold flower (tagetes erecta l.) for textile coloration. *Autex Research Journal*, 8, 2.
- Julkinen-Tiitto, R. ve Haggman, H. (2009). Tannins and tannin agents. T. Bechtold ve R. Mussak, (Ed.), Handbook of Natural Colorants, (201-220). United Kindom: John Wiley & Sons Ltd.
- Kabay Erkal, N. (2002). *Yeni o,o'-dihidroksi azo boyarmaddelerin metal komplekslerinin sentezi ve yapılarının aydınlatılması*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Kahraman, A., Serteser, M. ve Köken, T. (2002). Flavonoidler. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 3, 01-08.
- Kalyoncu, F. ve Kalmış, E. (2007). Pirinanın farklı *pleurotus* türlerinin yetiştiriciliğinde kullanım olanaklarının araştırılması, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9, 2, 87-92.

- Karadağ, R. (2007). *Doğal boyamacılık*. Ankara: T.C. Kültür Ve Turizm Bakanlığı Geleneksel El Sanatları ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü.
- Karadağ, R. (2008). *Doğal boyama reçeteleri*. Ankara: T.C. Kültür Ve Turizm Bakanlığı Geleneksel El Sanatları ve Mağazalar İşletme Müdürlüğü.
- Karapanagiotis, I., Daniilia, S., Tsakalof, A. ve Chrysoulakis, Y. (2005). Identification of red natural dyes in post-byzantine icons by hplc. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 28, 5, 739-749.
- Kartal, Z., Hancı Ölmez, T. ve Alaton Arslan, İ. (2008). Bir zeytinyağı karasuyunun koagülasyon ve elektrokoagülasyon prosesleriyle kimyasal arıtılabilirliğinin incelenmesi. *İtühdergisi/e Su Kirlenmesi Kontrolü*, 18, 2-3, 3-12.
- Kayabaşı, N., Şanlı, H. S. ve Etikan, S. (2003). Bazı boya bitkilerinden karışık boyama yöntemiyle elde edilen renkler ve bu renklerin ışık, sürtünme ve su damlası haslık değerleri. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 13, 1-11.
- Keser, O. ve Bilal, T. (2010). Zeytin sanayi yan ürünlerinin hayvan beslemede kullanım olanakları, *Hayvansal Üretim*, 51 (1) 64-72.
- Kılıç Yalılı, M., Kaya, G. ve Kestinoğlu, K. (2009). Kimyasal, biyolojik ve ileri arıtma yöntemleri ile zeytin karasuyunun arıtımına yönelik bir envanter çalışması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 14, 2.
- Kumaresan, M., Palanisamy, P. N. ve Kumar, P. E. (2011). Application of ecofriendly natural dye on silk using combination of mordants. *International Journal of Chemistry Research*, 2, 1.
- Kumaresan, M., Palanisamy, P. N. ve Kumar, P. E. (2012). Dyeing of silk fabric with eco-friendly natural dyes using single mordants: comparison of fastness

properties and colour strength. *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences*, 3, 4.

Kumbasar Akçakoca, E. P. (2009). Effects of alkali proteases on dyeing properties of various proteinous materials with natural dyes. *Textile Research Journal*, 79, 6, 517-525.

Kurtoğlu, N. ve Şenol, D. (2004). Tekstil ve ekolojiye genel bakış, karsinojen ve allerjik etki yapabilen tekstil kimyasalları. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 7 (1) 2004.

Lee, J. J., Lee, H. H., Eomb, S. I. ve Kima, J. P. (2001). Uv absorber aftertreatment to improve light fastness of natural dyes on protein fibres. *Coloration Technology*, 117, 3, 134-138.

Lee, Y. H. ve Kim, H. D. (2004). Dyeing properties and colour fastness of cotton and silk fabrics dyed with cassia tora l. extract. *Fibers and Polymers*, 5, 4, 303-308.

Lee Y. H. (2007). Dyeing, fastness, and deodorizing properties of cotton, silk, and wool fabrics dyed with coffee sludge (coffea arabica l.) extract. *Journal of Applied Polymer Science*, 103, 251–257.

Lee, Y. H., Hwang, E. K. ve Kim, H. D. (2009). Colorimetric assay and antibacterial activity of cotton, silk and wool fabrics dyed with peony, pomegranate, clove, coptis chinensis and gallnut extracts. *Materials*, 2, 10-21.

Maamoun, D. ve Khairy, M. (2014). Improving printability of silk and polyamide substrates with madder nano-sized particles. *American Journals of Nanoscience and Nanotechnology Research*, 2, 12.

- Mahale, G., Sunanda, S. ve Sunanda, R. K. (2003). Silk dyed with acalypha (acalpa wilkesiana) and its fastness. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 28, 86-89.
- Mansour, H. F. ve Heffernan, S. (2011). Environmental aspects on dyeing silk fabric with sticta coronata lichen using ultrasonic energy and mild mordants. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 13, 207–213.
- Marco, E., Savarese, M., Paduano, A. ve Sacchi, R. (2007). Characterization and fractionation of phenolic compounds extracted from olive oil mill wastewaters. *Food Chemistry*, 104 (2007) 858–867.
- Meksi, N., Haddar, W., Hammamia, S. ve Mhenni, M. F. (2012). Olive mill wastewater: a potential source of natural dyes for textile dyeing. *Industrial Crops and Products*, 40, 103-109.
- Mirjalili, M., Nazarpour, K. ve Karimi, L. (2011). Eco-friendly dyeing of wool using natural dye from weld as co-partner with synthetic dye. *Journal of Cleaner Production*, 19, 1045-1051.
- Mirjalili, M. ve Karimi, L. (2013). Extraction and characterization of natural dye from green walnut shells and its use in dyeing polyamide: focus on antibacterial properties. *Journal of Chemistry*, 2013, 9.
- Mirjalili, M. ve Karimi, L. (2013). Antibacterial dyeing of polyamide using turmeric as a natural dye. *Autex Research Journal*, 13, 2.
- Mirjalili, M., Karimi, L., Paydar, H. ve Chizarifard, G. (2014). Effect of henna natural dye on antibacterial properties of dyed nylon fabric with various mordants. *Iranian Journal of Organic Chemistry*, 6, 4, 1389-1395.

- Mongkhlorattanasit, R., Kryštůfek, J., Wiener, J. ve Viková, M. (2011). Dyeing, fastness, and uv protection properties of silk and wool fabrics dyed with eucalyptus leaf extract by the exhaustion process. *Fibres & Textiles*, 19, 3 (86) 94-99.
- Nagia, F. A. ve El-Mohamedy, R. S. R. (2006). Dyeing of wool with natural anthraquinone dyes from fusarium oxysporum. *Dyes and Pigments*, 75, 550-555.
- Nateri, A. S., Hajipour, A., Dehnavi, E. ve Ekrami, E. (2014). Colorimetric study on polyamides dyeing with weld and pomegranate peel natural dyes. *Clothing and Textiles Research Journal*, 32, (2) 124-135.
- Oktav, E., ve Özer, A.. (2014). *Zeytinyağı endüstrisi atık sularının fiziksel ön arıtımı*. 26 Mayıs 2016, https://www.researchgate.net/publication/239552531_ZEYTINYAGI_ENDUSTRI_ATIKSULARININ_FIZIKSEL_ON_ARITIMI.
- Oktav, E., Çatalkaya, E. Ç. ve Şengül, F. (2003). Zeytinyağı endüstrisi atık sularının kimyasal yöntemlerle arıtımı. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5, 3, 11-21.
- Ötleş, S. ve Atlı, Y. (1997). Karotenoidlerin insan sağlığı açısından önemi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 3, 1, 249-254.
- Palamutçu, S. ve Dağ, N. (2009). Fonksiyonel tekstiller I: elektromanyetik kalkanlama amaçlı tekstil yüzeyleri. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3, 1, 87-101.
- Pazarlioglu Kasikara, N., Akkaya, A., Sariisik, A. M., Erkan, G. ve Kumbasar Akcakoca, E. P. (2011). Dyeing of wool fibers with natural fungal dye from *suillus luteus*. *Asian Journal of Chemistry*, 23, 6, 2600-2604.

- Prabhu, K. H. ve Teli, M. D. (2014). Eco-dyeing using tamarindus indica l. seed coat tannin as a natural mordant for textiles with antibacterial activity. *Journal of Saudi Chemical Society*, 18, 864–872.
- Prabhu, K. H., Teli, M. D. ve Waghmare, N. G. (2011). Eco-friendly dyeing using natural mordant extracted from emblica officinalis g. fruit on cotton and silk fabrics with antibacterial activity. *Fibers and Polymers*, 12, 6, 753-759.
- Prusty, A.K., Das, T., Nayak, A. ve Das, N.B. (2010). Colourimetric analysis and antimicrobial study of natural dyes and dyed silk. *Journal of Cleaner Production*, 18, 1750-1756.
- Pruthi, N., Chawla, G. D. ve Yadav, S. (2008). Dyeing of silk with barberry bark dye using mordant combination. *Natural Product Radiance*, 7 (1) 40-44.
- Punrattanasin, N., Nakpathom, M., Somboon, B., Narumol, N., Rungruangkitkrai, N. ve Mongkholrattanasit, R. (2013). Silk fabric dyeing with natural dye from mangrove bark (rhizophoraapiculata blume) extract. *Industrial Crops and Products*, 49, 122– 129.
- Raisalne, R., Nioussiainen, P. ve Hynninen, P. H. (2001). Emodin and dermocybin natural anthraquinones as mordant dyes for wool and polyamide. *Textile Research Journal*, 71 (11) 1016-1022.
- Samanta, A. K. ve Konar, A. (2011). *Dyeing of textiles with natural dyes*. Natural Dyes, Dr. Emriye Akcakoca Kumbasar (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/21341. Available from: <http://www.intechopen.com/books/natural-dyes/dyeing-of-textiles-with-natural-dyes>.
- Saravanan, P. ve Chandramohan, G. (2011). Dyeing of silk with ecofriendly natural dye obtained from barks of ficus religiosa L. *Universal Journal of Environmental Research and Technology*, 1, 3, 268-273.

- Saxena, S. ve Raja, A. S. M. (2014). Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. S. S. Muthu, (Ed.), Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing Eco-friendly Raw Materials, Technologies, and Processing Methods (37-80). Singapore;Springer Science + Business Media.
- Seelinger, G., Merfort, I., Wölfe, U. ve Schempp, M. C. (2008). Anti-carcinogenic effects of flavonoidluteolin. *Molecules*, 13, 2628-2651.
- Soyergin, S., Uysal, E. ve Albayrak, B. (2006). Pirinanın (zeytin kekinin) kompost yapımı. *Türkiye III. Organik Tarım Sempozyumu*, 1, 308-314, Yalova, Türkiye.
- Sun, S., Xing, T. ve Tang, R. (2013). Simultaneous coloration and functionalization of wool, silk, and nylon with the tyrosinase-catalyzed oxidation products of caffeic acid. *Industrial Engineering Chemistry Research*, 52, 8953–8961.
- Susever, S. (2015). *Kolon kromatografisi*. 23 Mayıs 2016, <http://docs.neu.edu.tr/staff/serdar.susever>.
- Şanlı, H.Ş. ve Arlı, M. (2007). Bazı boya bitkileriyle ipekli tekstil ürünlerinin boyanması ve elde edilen renklerin belirlenmesi. *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 55-78.
- Şengül, F., Özer, A., Çatalıkaya Çokay, E., Oktav, E., Evcil, H., Çolak, O. ve Sağer, Y. (2003). *Zeytin karasuyu arıtımı projesi: EBSO kapsamındaki zeytinyağı işletmeleri için durum tespiti, karasu karakterizasyonu, karasu arıtılabilirlik çalışmaları ve sonuçları*. 25 Mayıs 2016, <http://webb.deu.edu.tr/cevmer/CevmerPdf/KarasuRaporu.pdf>.
- Taşcı, Ç. (2010). *Boyarmaddeler*. Bitirme Ödevi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya.
- Topel, E. (2014). *Sol-jel teknolojisi ile tekstil materyallerinin boyanması ve haslık özelliklerinin geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

- Tunalıoğlu, R. ve Armağan, G. (2008). Aydın ilindeki zeytinyağı işletmelerinde elde edilen yan ürünlerin tarım-sanayi ve çevre ilişkileri boyutunda değerlendirilmesi. *Türkiye 8. Tarım Ekonomisi Kongresi, Gıda İşletmeciliği Cildi*, 135-143.
- Tunç, M. S. ve Ünlü, A. (2015). Zeytinyağı üretim atıksularının özellikleri, çevresel etkileri ve arıtım teknolojileri. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4 (2) 44-74.
- Tutak, M. ve Benli, H. (2008). Bazı bitkilerden elde edilen doğal boyarmaddelerin yünü boyama özelliğinin incelenmesi. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10, 2, 53-59.
- Uğurlu, M., Karaoğlu, M. H. ve Kula, İ. (2010). Uv/H₂O₂/TiO₂/Sep. nanopartikül kullanılarak zeytin karasuyunda fotokatalitik bozunma ve renk giderimi. *Ekoloji*, 19, 77, 97-106.
- Uğurlu, M., Karaoğlu, M. H., Duru, M. E., Tel, G., Vaizoğullar, A. İ. ve Baştan, S. (2012). O₃/UV/NaBO₃ ile fotolitik olarak arıtılan zeytin karasuyundaki organik bileşiklerin spektroskopik analizleri. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 14 (1) 77-92.
- Uddin, M. G. (2014). Effects of different mordants on silk fabric dyed with onion outer skin extracts. *Journal of Textiles*, 2014, 8.
- Vankar, P. S., Shanker, R. ve Srivastava, J. (2007). Ultrasonic dyeing of cotton fabric with aqueous extract of eclipta alba. *Dyes and Pigments*, 72 (2007) 33-37.
- Vankar, P. S. ve Shanker, R. (2009). Dyeing of cotton, wool and silk with extract of allium cepa. *Pigment & Resin Technology*, 38 (4) 242–247.
- Wang, C., Xu, C., Tian, A., Fua, S. ve Wang, C. (2012). Extraction of natural dyes from alpinia blepharocalyx k. schum. for dyeing of silk fabric. *Coloration Technology*, 129, 32–38.

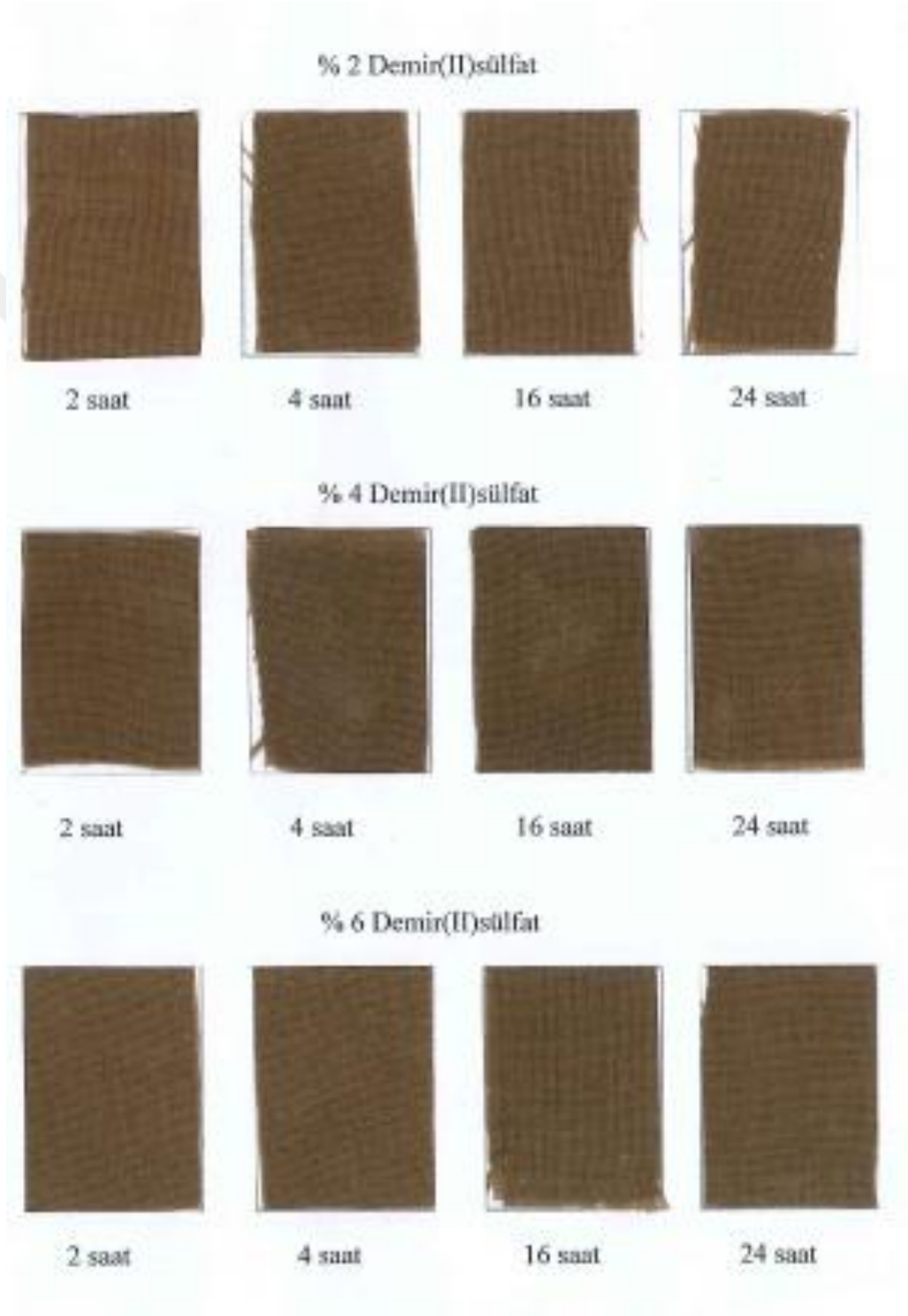
Yaqub, A., Bhatti, R. A., Arif, M. F., Sheikh, I. A. ve Haq, H. U. (2014). Isolation and its purification of laccaic acid dye from stick lac and study of its (colour fastness) properties and reflectance on silk fabric dyed with heavy metal mordants. *Technical Journal, University of Engineering and Technology Taxila*, 19, 1.

Yay Erses, A. S., Oral, V. H., Onay, T. T. ve Yenigün, O. (2012). A study on olive oil mill wastewater management in Turkey: a questionnaire and experimental approach. *Resources, Conservation and Recycling*, 60 (2012) 64– 71.



EKLER

EK-1 : Ön Mordanlama Yöntemine Göre Boyanmış Yün Kumaşların Renk Kataloğu



% 8 Demir(II)sülfat



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 10 Demir(II)sülfat



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 20 Demir(II)sülfat



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 30 Demir(II)sülfat



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 2 Şap



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 4 Şap



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 6 Şap



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 8 Şap



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 10 Şap



2 saat



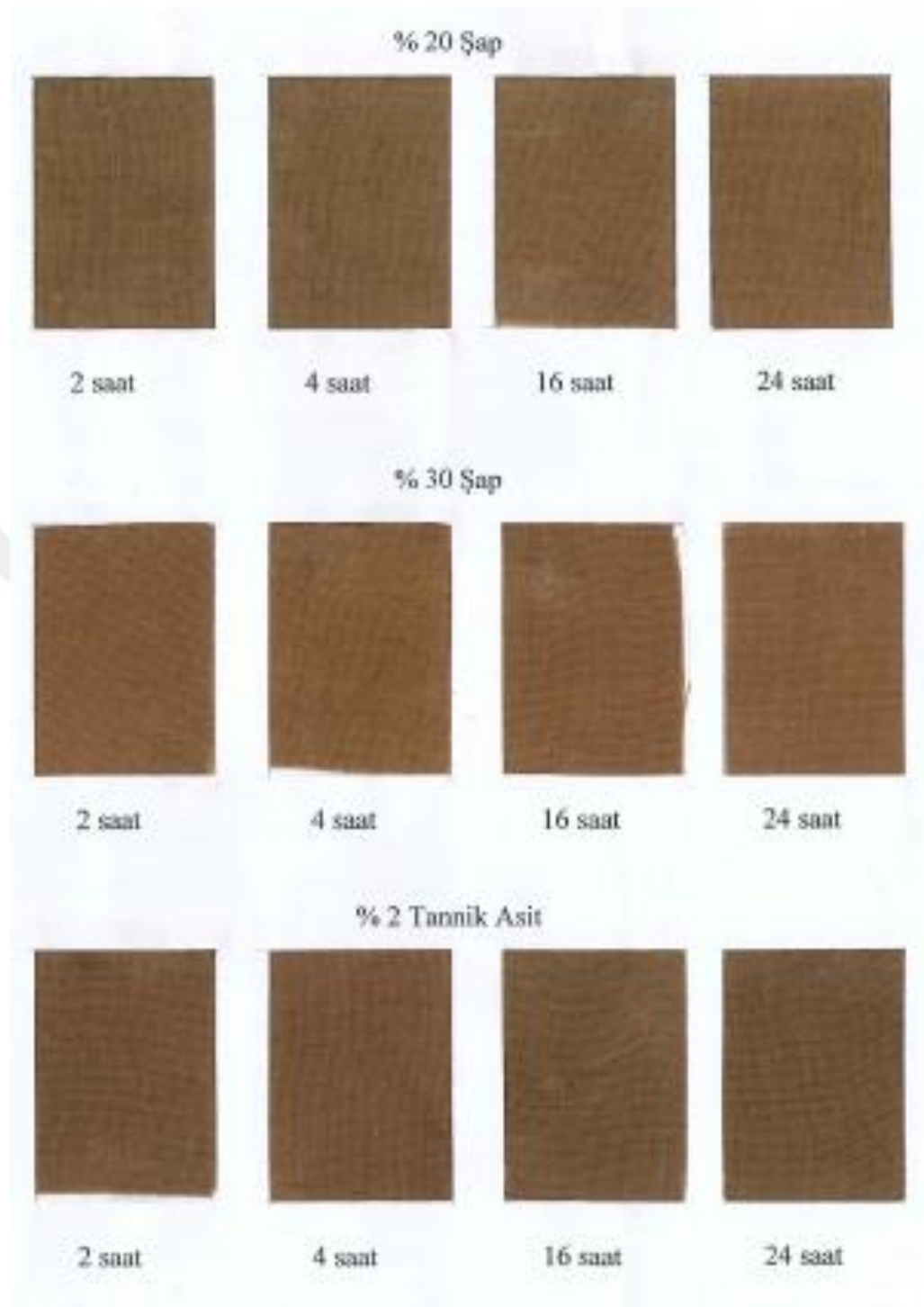
4 saat



16 saat



24 saat



% 4 Tannik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 6 Tannik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 8 Tannik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 10 Tannik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 20 Tannik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 30 Tannik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 2 Tartarik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 4 Tartarik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 6 Tartarik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 8 Tartarik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 10 Tartarik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 20 Tartarik Asit



2 saat



4 saat



16 saat



24 saat

% 30 Tartarik Asit



2 saat



4 saat

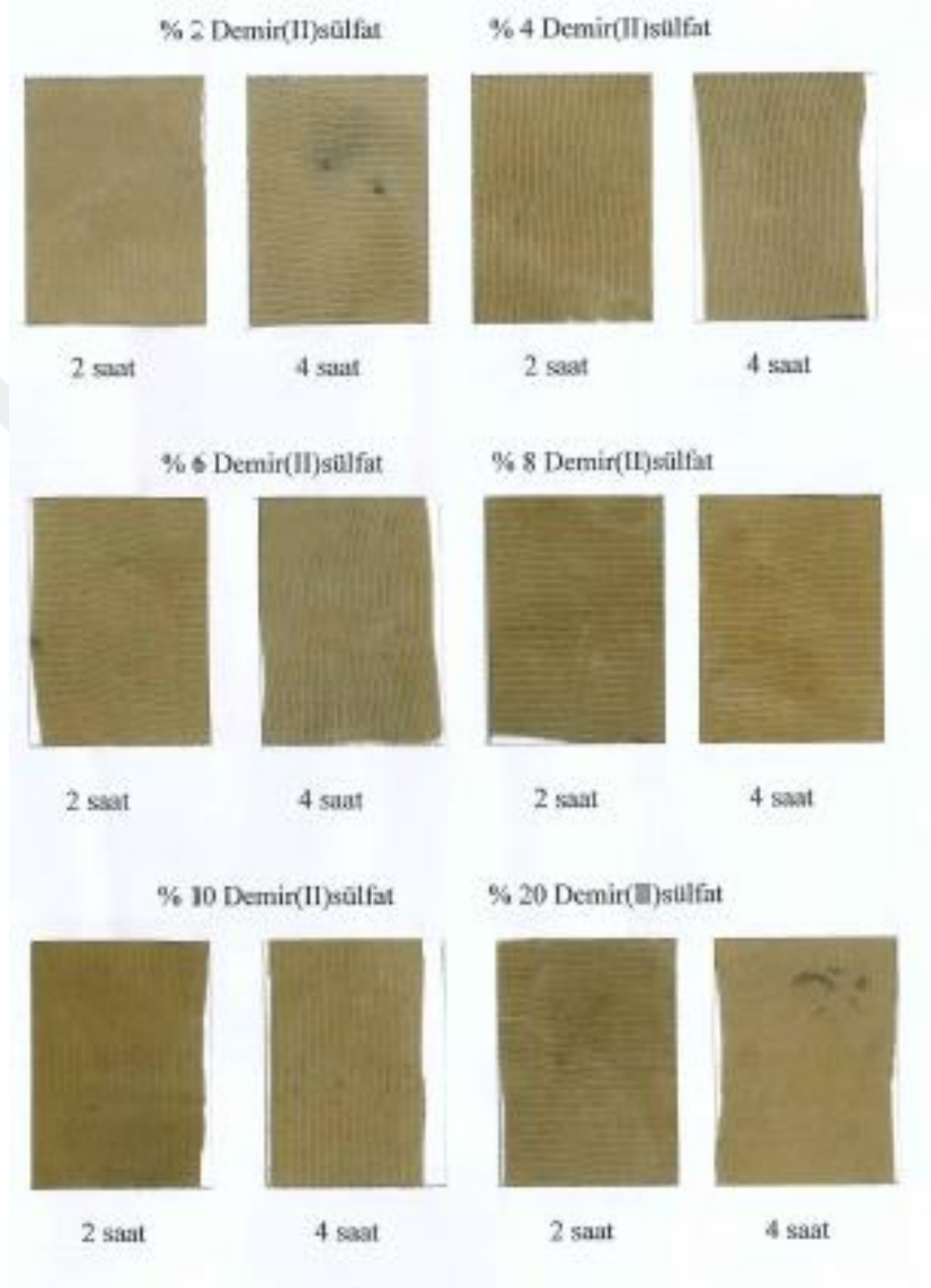


16 saat



24 saat

EK-2 : Ön Mordanlama Yöntemine Göre Boyanmış Poliamid 6.6 Kumaşların Renk Kataloğu



% 30 Demir(II)sülfat



2 saat



4 saat

% 2 Şap



2 saat



4 saat

% 4 Şap



2 saat



4 saat

% 6 Şap



2 saat



4 saat

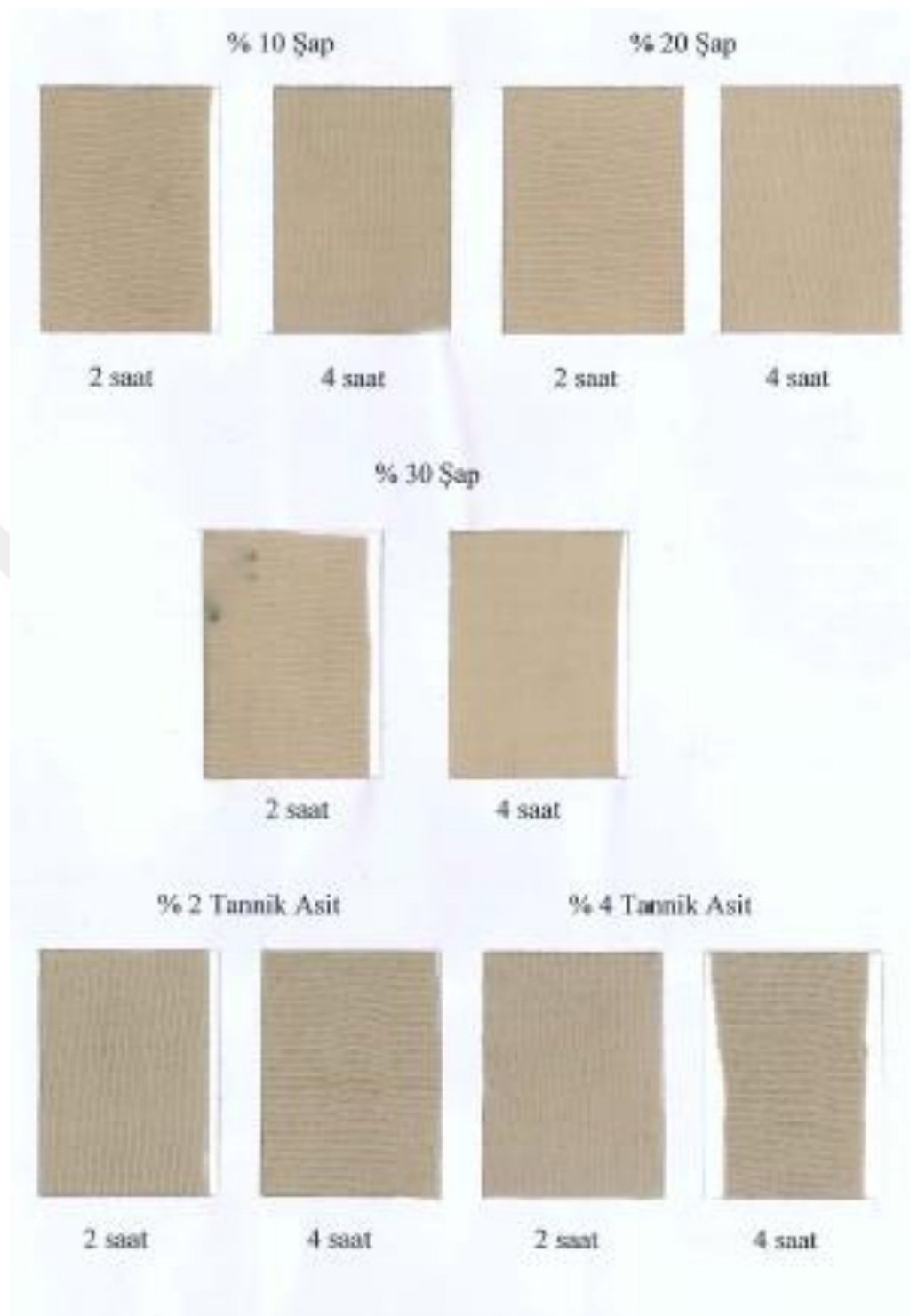
% 8 Şap

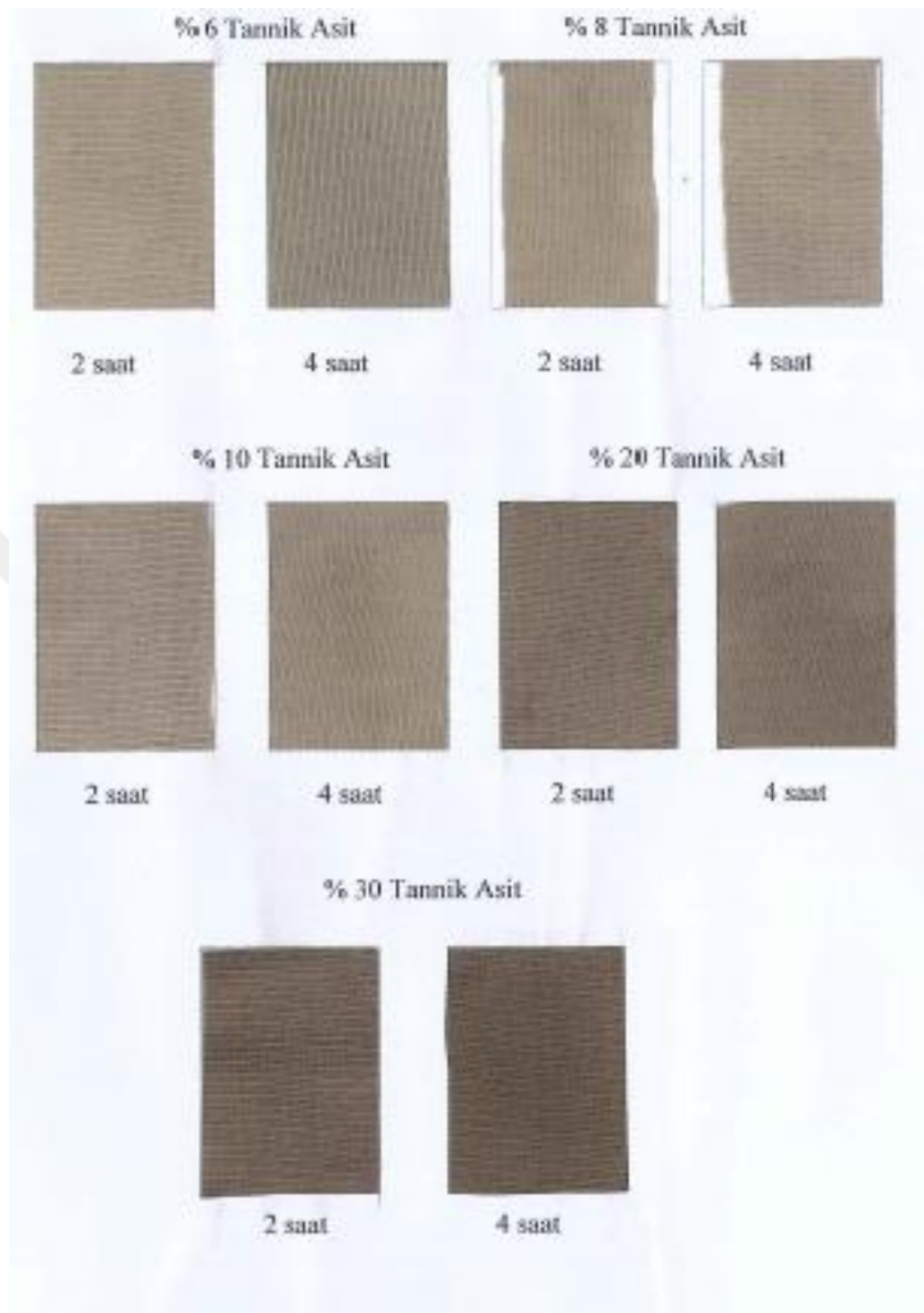


2 saat



4 saat

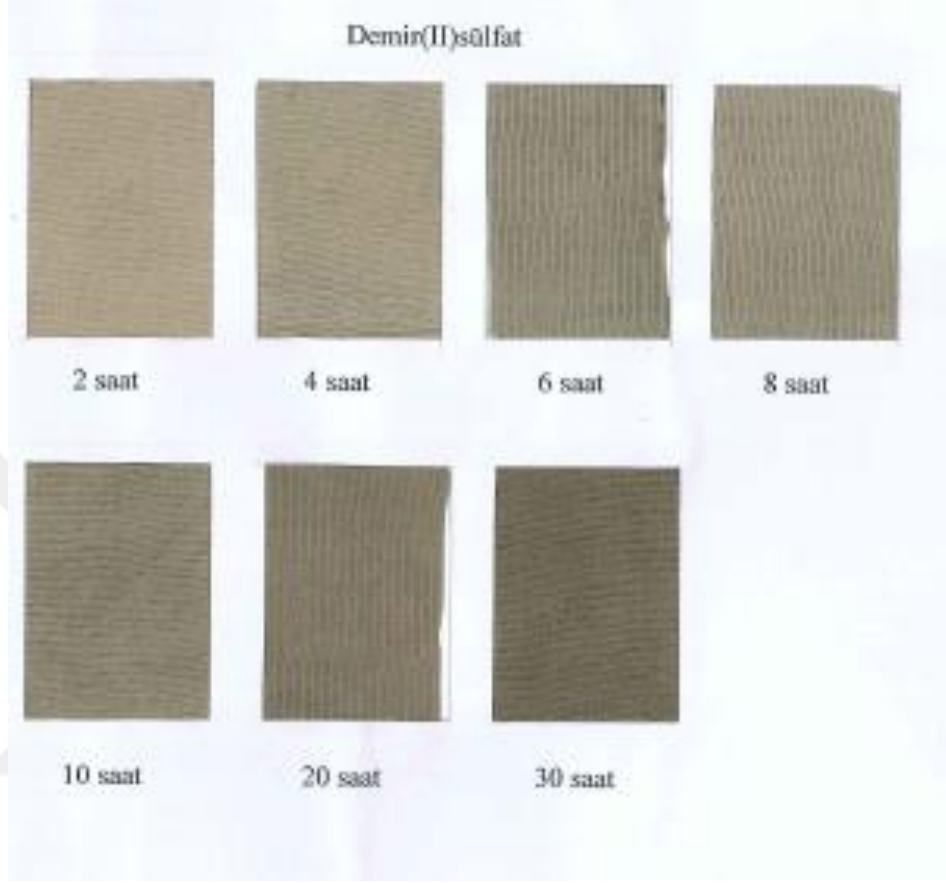


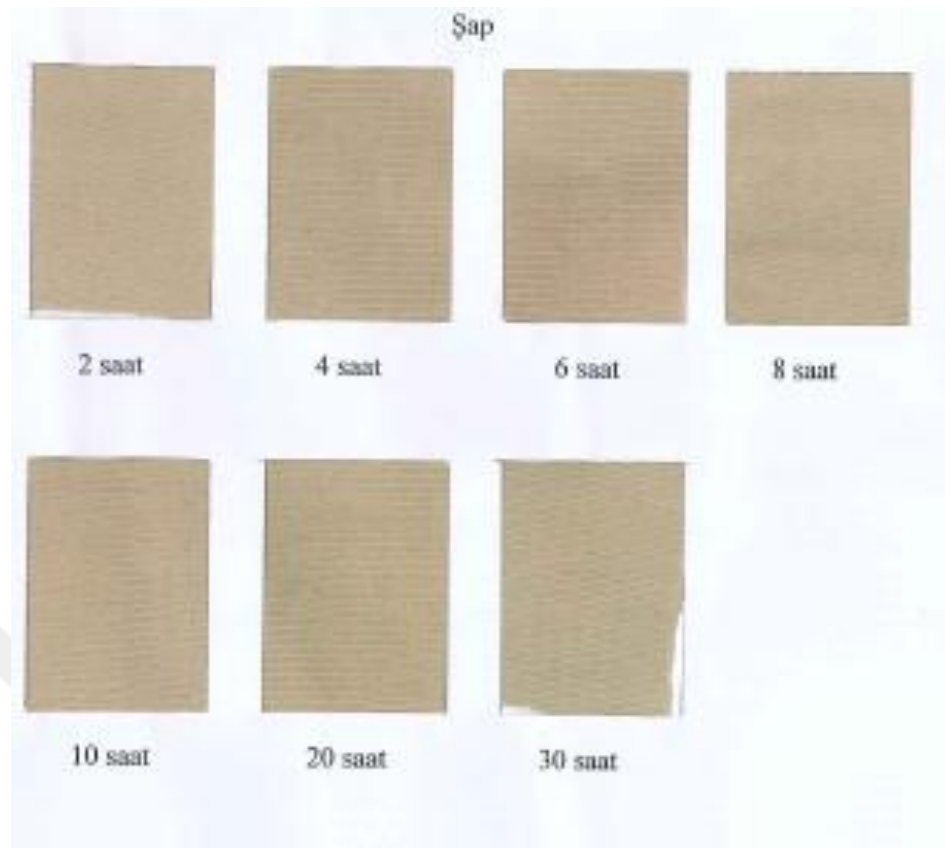






EK-3 : Birlikte Mordanlama Yöntemine Göre Boyanmış Poliamid 6.6 Kumaşların Renk Kataloğu





Tannik Asit



2 saat



4 saat



6 saat



8 saat



10 saat



20 saat



30 saat

