

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

**TEKSTİL MATERYALLERİNİN ÇEŞİTLİ DOĞAL  
BOYARMADDELER KULLANILARAK  
RENKLENDİRİLME TASARIMLARININ YAPILMASI**

**Hazırlayan  
Esra AKGÜL**

**Danışman  
Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Haziran 2019  
KAYSERİ**

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

**TEKSTİL MATERYALLERİNİN ÇEŞİTLİ DOĞAL  
BOYARMADDELER KULLANILARAK  
RENKLENDİRİLME TASARIMLARININ YAPILMASI**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan  
Esra AKGÜL**

**Danışman  
Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ**

**Haziran 2019  
KAYSERİ**

## BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

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


Adı-Soyadı: Esra AKGÜL

İmza:



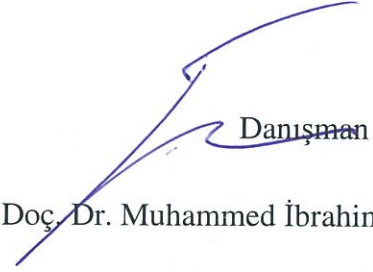
## YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI

“Tekstil Materyallerinin Çeşitli Doğal Boyarmaddeler Kullanılarak Renklendirilme Tasarımlarının Yapılması” adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi 'ne uygun olarak hazırlanmıştır.



Tezi Hazırlayan

Esra AKGÜL

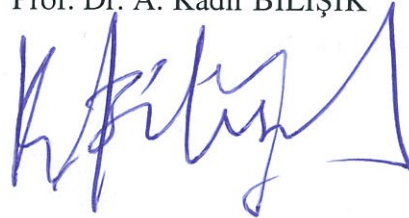


Danışman

Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

Tekstil Mühendisliği ABD Başkanı

Prof. Dr. A. Kadir BİLİŞİK



**Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ** danışmanlığında **Esra AKGÜL** tarafından hazırlanan **“Tekstil Materyallerinin Çeşitli Doğal Boyarmaddeler Kullanılarak Renklendirilme Tasarımlarının Yapılması”** adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Tekstil Mühendisliği** Anabilim Dalında **yüksek lisans** tezi olarak kabul edilmiştir.

21 /06 / 2019

**JÜRİ:**

Danışman : Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

Üye : Prof. Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN

Üye : Doç. Dr. Hüseyin BENLİ

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 02/07/2019 tarih ve 2019/37-38 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

  
  
 02 / 07 / 2019

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca tecrübelerinden faydalandığım, insani ve ahlaki değerleri ile de örnek edindiğim değerli hocam Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ,

Benimle tüm çalışmalarını, deneyimlerini paylaşan, yalnızca bu çalışmada değil her konuda desteği ve yardımlarından ötürü değerli hocam Prof. Dr. Emel KIZILKAYA AYDOĞAN'a,

Tezim için yaptığım deneylerimde benimle bilgisini paylaşan, tüm değerlendirmelerimde danışmanım ile birlikte özveri ile yardımcı olan Doç. Dr. Hüseyin BENLİ'ye,

Desteği ve yardımlarından ötürü değerli hocam Prof. Dr. Cem SİNANOĞLU'na,

Lisans dönemimde hayatıma giren ve hep yanımda olan, aynı zamanda arkadaşlığımızı meslek hayatına da taşıdığımız; Nida YILDIRIM, Gamze OKYAY, ve Sümeyye ÜSTÜNTAĞ'a, deneylerim süresince yardımını esirgemeyen Ayşegül ERDEM ve Fazlıhan YILMAZ'a,

Her yaptığım çalışmada beni inanç ve özveriyle destekleyen, dualarını esirgemeyen bir parçası olduğum için onur duyduğum biricik AİLEM'e

Sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

Esra AKGÜL

Haziran 2019, KAYSERİ

# TEKSTİL MATERYALLERİNİN ÇEŞİTLİ DOĞAL BOYARMADDELER KULLANILARAK RENKLENDİRİLME TASARIMLARININ YAPILMASI

Esra AKGÜL

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü  
Yüksek Lisans Tezi, Haziran 2019  
Danışman: Doç. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

## ÖZET

Çevre bilincindeki artış, doğal ürünlere ve doğal boyalara olan ilginin artmasına neden olmuştur. Bu durum, son yıllardaki en önemli konu başlıklarından biri olan sürdürülebilirlik konusuna olan ilgiyi de artırmıştır. Keten doğal bir liftir ve bilinen en eski tekstil malzemelerindendir. Lüks ürün gruplarında değerlendirilen ketene olan ilgi her geçen gün artmasına rağmen, keten ve keten karışımları ile ilgili boyama çalışmaları literatürde sınırlı sayıdadır. Bu nedenle, bu çalışmada %100 keten materyallerin doğal boyarmaddelerle renklendirme tasarımlarının yapılması, boyanmış materyallerin haslık özelliklerinin değerlendirilmesi, ve boyama işlem parametrelerinin optimizasyonunun yapılması amaçlanmıştır. Böylelikle, doğal boyaların endüstri uygulamalarında, firmaların hızlı karar verebilmeleri için know-how'larını oluşturmaları ve optimum işlem parametrelerini belirlemesi sağlanacaktır. Bu çalışma kapsamında, keten kumaşın, doğal boya kaynakları olan nar kabuğu, ceviz kabuğu ve kök boya ile boyama işlem parametreleri sistematik olarak değiştirilerek kumaşın renklendirme tasarımları yapılmıştır. Renklendirilmiş keten kumaşların çocuk gömleği, perde, masa örtüsü ve ayakkabı-çanta gibi farklı ürün gruplarında kullanılması amaçlanmıştır. Sürdürülebilirliği sağlamak için, her bir farklı ürün grubu adına müşterinin üründen beklediği haslık isteğini karşılayabilecek optimum boyama işlem parametrelerinin seçiminde, çok kriterli karar verme metodlarından TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** doğal boyalar, keten, çok kriterli karar verme, sürdürülebilirlik

# MAKING OF COLORING DESIGN OF TEXTILE MATERIALS BY USING VARIOUS NATURAL DYES

Esra AKGÜL

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

M. Sc. Thesis, May 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Muhammed İbrahim BAHTİYARİ

## ABSTRACT

The increase in environmental consciousness create an upsurge in the interest in natural products and natural dyes. This also has increased interest in sustainability which is one of the most important topics in recent years. Linen is a natural fiber and one of the oldest known textile materials. Although the interest in linen which is considered in luxury product groups increase day by day, the dyeing studies relating to linen and linen blends are limited in literature. Therefore, the aim of this study is to make coloring design of 100% linen with natural dyes, to evaluate the fastness properties of dyed materials, and to optimize the dyeing process parameters. Thus, in industrial applications of natural dyes, it will be ensured that companies create their know-how in order to make quick decisions and determine the optimum process parameters. With the scope of this study, the dyeing parameters have been changed systematically and have been made the coloring designs of the linen fabric with the natural dye sources which are pomegranate peel, walnut shell and root dye. The colored linen fabrics are intended to be used in different product groups such as children's shirts, curtains, tablecloths and shoe-bags. To ensure sustainability, the TOPSIS method, a multi-criteria decision making method, was used to select the optimum dyeing process parameters that meet the fastness requirements expected by the customer on behalf of each different product group.

**Keywords:** natural dye, linen, multicriteria decision making, Sustainability



## İÇİNDEKİLER

### TEKSTİL MATERYALLERİNİN ÇEŞİTLİ DOĞAL BOYARMADELER KULLANILARAK RENKLENDİRME TASARIMLARININ YAPILMASI

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK SAYFASI.....	ii
KABUL ONAY .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER .....	vii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ .....	xiii
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

<b>1.1. Keten Lifi .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.1. Keten Lifinin Elde Edilmesi .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1.2. Keten Lifinin Fiziksel Yapısı .....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.3. Keten Lifinin Kimyasal Yapısı.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1.4. Keten Lifinin Fiziksel Özellikleri.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.5. Keten Lifinin Kimyasal Özellikleri.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.6. Keten lifinin kullanım yerleri.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.7. Keten liflerinin terbiyesi .....</b>	<b>8</b>
<b>1.1.8. Keten liflerinin boyanması .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2. Doğal Boyamacılık ve Doğal Boyarmaddeler .....</b>	<b>9</b>

1.2.1. Doğal Boyarmaddelerin Sınıflandırılması .....	10
1.2.2. Doğal Boyarmaddelerin Avantaj ve Dezavantajları .....	13
1.2.2.1. Doğal Boyarmaddelerin Avantajları.....	13
1.2.2.2. Doğal Boyarmaddelerin Dezavantajları .....	14
1.2.3. Tez Kapsamında Kullanılan Bitkisel Doğal Boyarmadde Kaynakları .....	15
1.2.3.1. Nar Kabuğu ( <i>Punica granatum L.</i> ).....	15
1.2.3.2. Kökboya ( <i>Rubia tinctorium L.</i> ).....	18
1.2.3.3. Ceviz kabuğu ( <i>Juglans regia L.</i> ).....	22
1.3. Çok Kriterli Karar Verme .....	25
1.3.1. Çok Kriterli Karar Verme: TOPSIS Yöntemi .....	28

## 2. BÖLÜM

### YÖNTEM VE MATERYAL

2.1. Materyal.....	31
2.1.1. Kumaş.....	31
2.1.2. Kullanılan doğal boyarmadde kaynakları .....	31
2.2. Yöntem .....	33
2.3. Değerlendirmede Kullanılan Deney ve Test Metotları.....	35
2.3.1. Doğal Boyarmaddelerle Boyanabilirlik ve Renk Verimliliği (K/S) Tayini.....	35
2.3.2. Renk Haslık Testleri.....	35
2.3.3. TOPSIS yöntemi.....	36

## 3. BÖLÜM

### BULGULAR

3.1. Kullanılan Doğal Boyarmaddelerle Elde Edilen Renkler ve Haslıklar .....	40
3.1.1. Nar Kabuğu .....	40
3.1.2. Kök Boya .....	44
3.1.3. Ceviz Kabuğu.....	48

<b>3.2. TOPSIS Metodu ile Doğal Boyarmaddeler İle Boyanan Keten Kumaşın Kullanım Yerine Göre Boyama Parametrelerinin Seçimi .....</b>	<b>52</b>
---	-----------

## **4. BÖLÜM**

### **TARTIŞMA ve SONUÇ-ÖNERİLER**

<b>4.1. Kullanılan Doğal Boyarmaddelerle Elde Edilen Renkler ve Haslıklar .....</b>	<b>59</b>
<b>4.2. TOPSIS Metodu ile Doğal Boyarmaddeler ile Boyanan Keten Kumaşın Kullanım Yerine Göre Boyama Parametrelerinin Seçimi .....</b>	<b>76</b>
<b>4.2.1. Nar Kabuğu ile Yapılan Denemelerin TOPSIS ile Değerlendirilmesi .....</b>	<b>77</b>
<b>4.2.2. Kök Boya ile Yapılan Denemelerin TOPSIS ile Değerlendirilmesi.....</b>	<b>81</b>
<b>4.3. Genel Sonuç ve Öneriler .....</b>	<b>96</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>100</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>112</b>

## KISALTMALAR VE SİMGELER

<b><u>Sembol</u></b>	<b><u>Anlamı</u></b>
<b>CK</b>	Ceviz Kabuğu
<b>ÇKKV</b>	Çok Kriterli Karar Verme
<b>FOASTAT</b>	Gıda ve Tarım Örgütü Kurumsal İstatistik Veri Tabanı
<b>KB</b>	Kök Boya
<b>NK</b>	Nar Kabuğu
<b>TOPSIS</b>	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözümüne Benzerlik yolu ile Tercih Sırasına Ulaşma Tekniği)

## TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. 2014 yılı için dünyanın en fazla keten elyaf üreticileri.....	4
Tablo 1.2. Keten Lifinin Kimyasal Bileşenleri.....	7
Tablo 2.1. Denemelerde kullanılan %100 keten dokuma kumaş özellikleri.....	31
Tablo 2.2. Kullanılan cihaz makineler ve markaları .....	33
Tablo 2.3. Keten kumaşların her bir boyarmadde kaynağının her bir konsantrasyonu ile boyanmasına ait parametreler .....	34
Tablo 2.4. Ürünler ve Haslık Kriter Ağırlıkları.....	39
Tablo 3.1. Keten kumaşın nar kabuğu kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ ve $h^\circ$ ) ve $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri .....	41
Tablo 3.2. Keten kumaşın kökboya kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ ve $h^\circ$ ) ve $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri .....	45
Tablo 3.3. Keten kumaşın ceviz kabuğu kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ , $a^*$ , $b^*$ , $C^*$ ve $h^\circ$ ) ve $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri .....	49
Tablo 3.4. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre nar kabuğu ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması.....	52
Tablo 3.5. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre kök boya ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması.....	55
Tablo 3.1. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre ceviz kabuğu ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması.....	57
Tablo 4.1. Farklı işlem parametreleri ile keten kumaş numunelerinin nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu ile boyanması sonucu açığa çıkan renkler .....	60
Tablo 4.2. TOPSIS metoduna göre nar kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının çocuk gömleği ve ayakkabı çanta olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri .....	78

Tablo 4.3. TOPSIS metoduna göre nar kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının perde ve masa örtüsü olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri .....	80
Tablo 4.4. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının çocuk gömleği olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri .....	82
Tablo 4.5. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının masa örtüsü olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri.....	84
Tablo 4.6. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının perde olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri.....	86
Tablo 4.7. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının ayakkabı çanta olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri .....	88
Tablo 4.8. TOPSIS metoduna göre ceviz kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının çocuk gömleği olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri .....	91
Tablo 4.9. TOPSIS metoduna göre ceviz kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının masa örtüsü olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri.....	93
Tablo 4.10. TOPSIS metoduna göre ceviz kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının perde ve ayakkabı-çanta olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri .....	95

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1.	Keten Lifi Yapısı .....	3
Şekil 1.2.	Doğal boya kaynaklarının şematik gösterimi .....	9
Şekil 1.3.	Nar meyvesi.....	16
Şekil 1.4.	Granatoninin kimyasal yapısı.....	16
Şekil 1.5.	Nar ağacı .....	17
Şekil 1.6.	Kökboyadan elde edilen alizarin, purpurin, xanthopurpurin and pseudopurpurin'nin kimyasal yapıları.....	20
Şekil 1.7.	Kökboya bitkisi .....	21
Şekil 1.8.	Juglon renk bileşenin kimyasal yapısı.....	23
Şekil 1.9.	Ceviz.....	24
Şekil 1.10.	"İdeal" ve "negatif İdeal" Çözümlere Olan Uzaklıkların İki Boyutlu Uzayda Gösterimi.....	29
Şekil 2.1.	Nar kabuğu ve öğütülmüş nar kabuğu.....	32
Şekil 2.2.	Kök boya bitkisi ve öğütülmüş kök boya.....	32
Şekil 2.3.	Ceviz kabuğu ve öğütülmüş ceviz kabuğu .....	33
Şekil 2.4.	Doğal boyarmaddelerle yapılan boyama grafiği .....	35

## GİRİŞ

Günümüzde firmalar artan rekabet koşullarında var olabilmek için tüketicilerin sesini dinlemek ve tüketicilerin istedikleri ürün özelliklerine göre çalışma şartlarını dinamik bir şekilde optimize etmek zorundadırlar. Artan çevre bilinci, tekstil ürünlerinden beklentilerin artması, kişiselleştirilmiş ürünlere olan ilgi doğal boyamacılığın önemini artırmış ve tüketicinin de ihtiyacına yönelik isteklerini karşılayacak ürünler geliştirmenin yolunu açmıştır. Bir ürünün algısında moda ve model dışında farklılık oluşturan en önemli unsurlardan biri de renklendirme tasarımlarıdır. Farklı renkler, farklı tasarım algıları ortaya koyar. Terbiyeciler tarafından tekstil ürünlerini renklendirme sanatı olarak yeniden keşfedilen doğal boyamacılık, tüketicilerin kendilerini ifade etme şekillerinden biri olan bir ürünün kendilerine has üretilmiş hissini yakalamalarına olanak sağlamıştır. Ancak doğal boyamacılık her ne kadar eski bir yöntem de olsa, sürdürülebilirlik açısından mevcut boyama işlem parametrelerinin istenen ürün özelliklerine ve kullanım kalitesine göre ne şekilde optimize edileceği tam olarak bilinmemektedir.

Doğal boyarmaddelerin keten kumaşın kullanım yerlerine göre haslık değerleri dikkate alınarak boyama parametrelerinin tasarlanması çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözümüne ait yapılmış çalışmalara literatürde rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmanın literatürde boyama parametrelerinin seçimi için yapılacak çalışmalara örnek olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada, lüks tekstil tüketim grubunda sayılan keten kumaşın, doğal boyarmaddeler ile haslıklar gözetilerek kullanım yerlerine göre renklendirilme tasarımlarında boyama işlem parametrelerinin optimizasyonu, çok kriterli karar verme yöntemlerinden, TOPSİS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi ile ele alınmıştır. Böylelikle boyama işlem parametrelerinin seçiminde doğal boyamacılık için farklı bir perspektif kazandırılması hedeflenmektedir.



Çalışmanın 1. bölümünde keten lifi hakkında bilgi verilmiş, doğal boyamacılık ve çok kriterli karar verme metodu anlatılmıştır. Bununla birlikte çok kriterli karar verme metodu olan TOPSİS yöntemi ile ilgili literatür araştırmasına yer verilmiştir.

Çalışmanın 2. bölümünde; belirlenen boyama işlem parametrelerine ait deney tasarımı anlatılarak elde edilen sonuçların nasıl değerlendirileceği ifade edilmiştir.

Çalışmanın 3. bölümünde; elde edilen renkler ve haslıklar sunulmuş ve çözümde kullanılan TOPSİS yöntemi ile her bir boya kaynağının önceden belirlenen dört farklı kullanım yerine göre değerlendirilmesi yapılmış ve uygulama bulgularına yer verilmiştir.

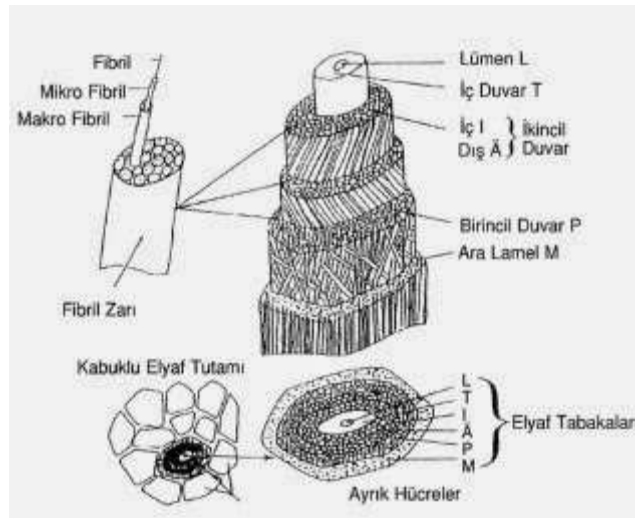
Çalışmanın 4. Bölümü olan tartışma, sonuç ve değerlendirme kısmında ise yapılan tüm çalışma ile ilgili genel değerlendirmeler yer almaktadır. Diğer bir ifade ile kullanılan doğal boyarmaddeleri ile elde edilen renkler ve haslıklar işlem parametrelerinin bu sonuçlara ait olanları tartışılmış ve belirlenen 4 farklı ürün için TOPSİS yöntemi ile alternatif proses parametreleri sunulmuştur.

## 1. BÖLÜM

### GENEL BİLGİLER ve LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

#### 1.1. Keten Lifi

Keten (*Linum usitatissimum* L. ve *Linum angustifolium* Huds) olarak bilinen Şekil 1.1'de yapısı gösterilen; ketengiller familyasından tohumu ve lifi için yetiştirilen bir yıllık bitkidir. Keten lifi yaklaşık % 70 oranında selüloz içerir [1]. Bilinen en eski selülozik esaslı gövde lifi olan ketenden yapılmış materyallere, İsviçre'nin göl kıyılarındaki yerleşim bölgelerinde ve Eski Mısır mezarlarında rastlanmıştır. Bu da ketenin, iplik ve kumaş haline getirilme işlemlerinin binlerce yıl önceden geliştiğini ortaya koymaktadır [2].



Şekil 1.1. Keten Lifi Yapısı [3].

Bu lif anti alerjik özelliklere, iyi bir nem emiciliğine sahiptir ve cildin nefes almasına izin verir. Keten kumaşının çabuk kırışan ve sert bir tuşesi vardır. Çoğunlukla yazlık

kıyafetlerde kullanılmaktadır. Ayrıca, düşük elastikiyet ve esnekliğe sahiptir, bu da keten kumaşların deformasyonunu zorlaştırır. [1].

1900'lü yılların sonunda dünyada keten bitkisinin üretimi %70 ile Rusya başta iken, 2014 yılı FOASTAT verilerinde keten bitkisi üretiminde 3. sıralarda yer almaktadır [4]. 2014 verilerine göre Kanada, Çin, Rusya, Hindistan ve Amerika dünyadaki başlıca keten üreticileri olarak yer almaktadır. Türkiye'de de keten ekilmektedir ama düşük kalitededir. Fransız keteni parlaklığı, İrlanda keteni ise beyazlığı ile ünlüdür [5].

Tablo 1.1. 2014 yılı için dünyanın en fazla keten elyaf üreticileri [4].

Sıra	Ülke	Üretim (Ton)
1	Kanada	872,500
2	Çin	387,000
3	Rusya	365,088
4	Hindistan	141,000
5	Amerika	161,750

### 1.1.1. Keten Lifinin Elde Edilmesi

Keten lifi, sonbahar ve ilkbaharda ekilen, temmuz ve ağustos aylarında bitki yeşilliğini kaybedip, yapraklarını dökünce hasadı yapılan bir yıllık ömrü olan keten bitkisinin saplarından elde edilir. Türüne göre lifinden ve yağından faydalanılan keten bitkilerinin tekstilde kullanılacak lifleri boyu en az 60 cm olanlarından elde edilebilmektedir [5-6].

Keten bitkisinde lif hücreleri gruplar halinde kabuk kısmı içerisinde yer alarak lif demetlerini oluşturmaktadırlar. Bir saptaki demet sayısı; çeşide, yetiştirme şartlarına ve sapın kalınlığına göre değişmektedir. Sap kalınlaştıkça demet sayısı da artmaktadır. Ancak lif oranı yükselmez. Bu nedenle ince sapların lif oranı daha yüksektir. Ketende lif hücreleri çok köşelidir. İyi bir lif keteninde bu köşeler daha da belirgindir [7].

Lifler gövdenin kabuk bölümünde birbirine yapışık olarak bulunur. Olgunluğa erişen lif keteni bitkisinin hasadı, kesilmeden topraktan elle yolunarak yapılmaktadır. Kökler bir tarafa, saplar bir tarafa gelmek üzere demetler halinde tarlada kurumaya

bırakılmaktadır. Üzerindeki yapraklar kuruyup döküldükten sonra kendi sapları ile bağlanarak demet haline getirilmektedir [5].

Kurutulmuş bitkiden lif elde edilmesi üç aşamada gerçekleşmektedir;

**a) Çürütme:** Keten liflerinin yapışık olduğu diğer dokulardan ayırmak için çürütme işlemi yapılmaktadır. Çürütme işlemi için başlıca üç yöntem:

**Çiğ ile çürütme:** Keten sapları nemli havaya bırakılarak mikroorganizmalar yardımıyla lif demetleri odunsu hücrelere bağlayan pektin maddesini bozunmasını sağlamaktadırlar. İşlem 1–1,5 ayda tamamlanmaktadır. Bu yöntemle çok yumuşak lifler elde edilmektedir.

**Su ile çürütme:** Bu işlem havuzlar içinde durgun suda veya akarsularda yapılmaktadır. Durgun suda havuzlamada, mikroorganizmaların faaliyetinden dolayı sıcaklık yükselir ve çürütme işlemi kısalmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta havuzlamayı veya sıcaklığı kontrol altında tutmaktır. Aksi halde, mikroorganizmalar dış pektini parçaladıktan sonra iç pektini bozundurmağa başlarlar ve lif demetlerini parçalayarak tek tek hücrelere ayrılmaktadır. Akarsu ile çürütme ise suyun sıcaklığına bağlı olarak bir ya da altı hafta arasında sürmektedir.

**Kimyasal çürütme:** Keten sapları %3 'lük HCL ile havuzlarda 2–3 gün süre ile bekletilmektedir. Yıkayıp nötralize işlemi yapılmaktadır. Diğer çürütme işlemlerinden daha çabuk, fakat daha düşük kalite lifler elde edilmektedir.

**b)Dövme:** Çürütme işlemi bittikten sonra demetler dikine sıralanarak açık havada veya güneşsiz yerde kurutulmaktadır. Kurumuş saplar önce tokmakla dövülmekte, sonra mengenezlerde kırılmaktadır. Mengenezler bu iş için yapılmış küt ağızlı bir bıçaktan ibarettir. Mengenezde odunsu hücrelerin bulunduğu sap kısımları parçalanarak dövülmekte ve geriye lif demetleri kalmaktadır.

**c)Taraklama:** Keten lifleri üzerinde kalmış odunsu parçaları uzaklaştırmak için önce çırpılmakta sonra uzun ve kısa lifleri birbirinden ayırmak üzere taraklanmaktadır. Elyaf ekstraksiyonu için geliştirilen birçok makine, sap uzunluğu boyunca birçok yerde kıymıkları ayıran yivli makaralar arasından geçerek lifleri ayırma prensibi ile çalışırlar [8].

Düşük kaliteli lifler, asit, baz veya sabun çözeltileri kullanılarak kotonize edilmektedir. Kotonize edilmiş lifler genellikle pamukla karıştırılarak kullanılmaktadırlar [5].

### **1.1.2. Keten Lifinin Fiziksel Yapısı**

Taraklanmış keten liflerinin boyu 20–75 cm kadardır. Bu değer ortalama 50 cm civarındadır. Tek tek lif hücreleri ise, 7–8 cm civarında olmaktadır. Yetiştirme koşullarına ve lifi oluşturan hücrelerin sayısına göre lif kalınlığı değişmektedir [9].

Ortalama lif kalınlığı 0,014–0,025 mm arasındadır. Bir tek lif en az 3–6 hücreden oluşmaktadır. Lifin mikroskopik görünümünde uzun, şeffaf ve silindirik tüpler görülmektedir. Bunların aralarında, boğum veya düğüm denilen enlemesine işaretler vardır ki, bu yapı keten için karakteristiktir. Bu boğumların sayısı, her bir lif hücresinde 800 kadar olabilmektedir. Lifin enine kesiti ise çokgen şeklindedir. En dışta ince bir tabaka halinde yağ ve vakslar bulunmaktadır. Daha içte primer ve sekonder duvarları ile ortada küçük bir lümen bulunmaktadır. Sekonder duvardaki fibrillerin yönü, pamukta olduğu gibi, tabakalarda sıra ile S Z S yönündedir. Her keten lif hücresinde iç kısımda ince ve dar bir lümen bulunmaktadır. Lifin enine kesiti çokgen biçimdedir. İyi gelişmiş liflerde enine kesit ovaldir ve hücre duvarları çok incedir. Rengi sarımtırak beyaz veya esmerdir. Bu rengin derecesi bitkinin işlenmesi ve kalitesi ile ilgilidir [5, 9].

### **1.1.3. Keten Lifinin Kimyasal Yapısı**

Pamuktan sonra en fazla selüloz içeren tekstil maddelerinden biri de keten lifleridir. Yapısında yabancı madde oranı yüksektir. Bu da keten lifleri üretilirken havuzlamaya, sakların kırılma, taranma ve fırçalanması işlemlerine göre değişim gösterir. Yabancı madde miktarının yüksek olması mamulün ön terbiye ve boyanma işlemleri sırasında sorun yaratır [10]. Keten lifinin enine kesiti incelendiğinde, en dışta epiderm adı verilen bir kabuk tabakası ve bu tabakanın iç kısımlarında odunsu hücreler arasında, demetler halinde lif hücreleri bulunmaktadır. Bu lif demetleri, birbirine ve kabuktaki diğer dokulara pektin maddesi ile bağlanmıştır. Keten lifinin kimyasal bileşenleri Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 1.2. Keten Lifinin Kimyasal Bileşenleri

Selüloz	% 70-85
Hemiselüloz	% 18.5
Lignin	% 2-3
Pektin	% 2-7
Yağ ve Vakslar	% 1-3
Protein	% 2-2,5

#### 1.1.4. Keten Lifinin Fiziksel Özellikleri

Keten, pamuktan iki üç kat daha dayanıklı bir elyafıdır. İpekten sonra ikinci en dayanıklı elyafıdır. Bu özelliği ıslandığında daha da artmaktadır. Islakken %20 daha fazla dayanıklıdır.

Keten elyafı mükemmel bir ısı iletkenliği sağlamaktadır. Yazın serin tutar. Esnekliği az olduğundan çabuk kırışma özelliği göstermektedir. Kristalin bölgelerin oranı pamuğa kıyasla daha fazla olduğundan dayanıklılık yanında, keten lifleri daha gevşek ve sert bir tutuma sahiptirler. Kopma anında uzama miktarı, kuru iken %1,8; yaş iken %2,2' dir. Keten, doğal lifler içinde en az uzayan liflerden biridir. Özgül ağırlığı 1,5 g/cm<sup>3</sup>'dür [5].

#### 1.1.5. Keten Lifinin Kimyasal Özellikleri

Keten lifleri, kimyasal reaktiflere karşı pamuğun gösterdiği özellikleri göstermektedir. Asitlere karşı kolayca etkilenmekte ve parçalanmaktadır. Kaynar su, güneş ve deterjanlardan fazla etkilenmez. Nem çekme özelliği oldukça iyidir. Bu nedenle ticarete en fazla %18 nem kabul edilmektedir. Bu nemi taşıdığı anda bile kuru hissedilmektedir. 120 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda bozulmaktadır. Güneş ışığında dayanıklılığını kaybeder [5-6].

#### 1.1.6. Keten lifinin kullanım yerleri

Keten lifleri yüksek mukavemete sahip, diğer bitkisel liflere göre parlaklığı belirgin biçimde daha fazla olan, çabuk kuruyan, yüksek emicilik yeteneği ile mendil, yıkanabilir giysi ve örtüler için kullanılabilir değerli bir lifdir. Bakterilerin üreme olasılığının az olması ve kirlerin kolay uzaklaşması nedeniyle hijyeniktir [10].

Keten lifleri, yatak ve banyo kumaşları, masa örtüleri, bulaşık bezleri, çarşaf, ev tekstili ürünlerinde, ticari mobilya parçalarında, duvar kağıdı/duvar kaplamaları,

döşemeler, perdeler, genellikle serin tutması açısından yazlık giyim eşyalarında (takım elbise, elbiseler, etekler, gömlekler vb.), endüstriyel ürünler (bavul, branda, dikiş ipliği vb.) üretmek için de kullanılabilirler. Bunların yanı sıra su tesisatlarında lif olarak, halat yapımı ve kaliteli kâğıt yapımında da kullanılmaktadır.

### **1.1.7. Keten liflerinin terbiyesi**

Keten liflerinin boyanabilir hale gelebilmesi için ön terbiye gerektirmektedir. Kimyasal yapısı bakımından selüloz lifleri grubundaki keten lifinin terbiye işlemleri, pamukla benzerlik göstermektedir. Ancak içerdikleri %25 den fazla selülozik olmayan yabancı madde miktarı içerir. Bu maddelerin pişirme ve ağartma işlemleri ile uzaklaştırılması ağırlık kaybına sebebiyet vereceğinden istenilen beyazlık derecesine göre bu işlemler yapılır. pişirme işlemi için NaOH sodyum hidroksit veya Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> sodyum karbonat kullanılır. Ağartma için ise NaClO sodyum hipoklorit, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> hidrojen peroksit ve NaClO<sub>2</sub> sodyum klorit reaktiflerinden biri ile yapılır [5].

### **1.1.8. Keten liflerinin boyanması**

Ketenin boyanma özellikleri pamuğa benzediğinden pamuk liflerinin boyanmasında kullanılan direkt, kükürt, reaktif ve pigment boyarmaddelerle boyanabilmektedir. Keten, tek başına liflerden değil lif demetlerinden oluşmakta ve bu demetler pektin ile birbirine bağlanmaktadır. Bu pektin maddesi kuvvetli bazların etkisiyle parçalanacağı için lif demetleri de kuvvetli bazik ortamda özellikle yüksek sıcaklıklarda parçalanmaktadır. Bu nedenle, ketenin boyanması sırasında sıcak bazik flottelerle çalışmaktan kaçınılmalıdır. Keten boyamacılığında en büyük problem keten liflerinin sertliği sebebiyle bunlara boyarmaddenin tamamen ve düzgün bir şekilde nüfuz edebilmesinin zor olmasıdır [11].

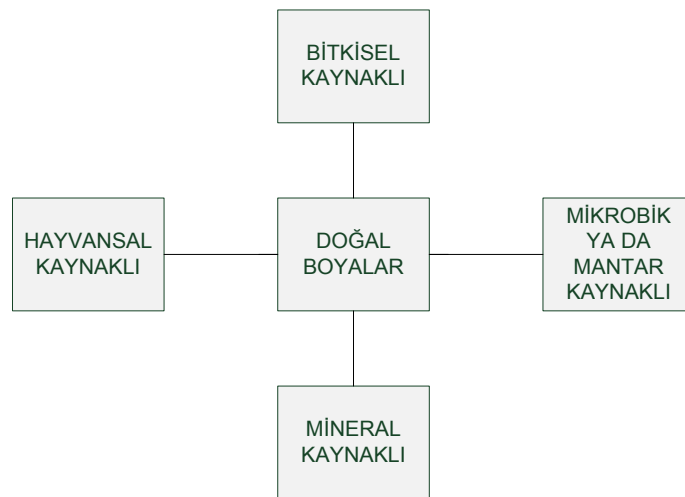
Çünkü hüzmeye halindeki liflerde hücreye nüfuz zordur. Bu nedenle boya banyosuna boyarmadde nüfuzunu kolaylaştıran maddelerin ilavesi veya boyama metotlarının çekim hızını yavaşlatacak şekilde değiştirilmesi gerekir. Ayrıca ıslatmayı ve emmeyi sağlamak amacıyla banyoya ıslatma maddeleri ilave etmek gerekir. Direkt boyarmaddeler ile keten liflerinin boyanmasında, boyamadan önce %5-10 oranında sodyum karbonat adisyone edilmiş sabun veya sülfoksilat çözeltileri ile muamele edilir. Keten boyamacılığında kükürt boyarmaddeleri daha çok kullanılır. Canlı nüanslar

istenildiğinde reaktif boyarmaddeler kullanılır. İnkışaf boyarmaddeleri ile koyu tonda boyama yapılabilir. Keten boyamacılığı genelde kumaş halinde yapılır [10].

Keten, bobin veya kumaş halinde boyanabilmektedir. Boyarmaddeler, boyama yöntemi ve kullanılacak cihaz bitmiş mamulün kullanılacağı yere göre seçilmektedir. İpliği boyalı dokuma kumaş eldesi için keten iplikleri bobin şeklinde boyanmaktadır [11]. Doğal boyamacılığın tekrar gündeme gelmesi ile doğal boyalarla keten liflerinin renklendirilmesi de tekrardan gündeme gelmiştir.

## 1.2. Doğal Boyamacılık ve Doğal Boyarmaddeler

Renkler, ilk çağlardan beri süslenmek, sınıf farklılıklarını göstermek, ilgi çekmek ve buna benzer günlük yaşamın birçok alanında kullanımından ötürü insanlar için vazgeçilmez olmuştur. Çeşitli amaçlar için bütün insanlar doğal boyarmaddelerden yararlanmışlardır. Bu amaçlar arasında insanın duygularını ifade edilmesinden tıptaki gelişmelere kadar birçok özelliği nedeniyle kozmetik, sağlık, gıda ve tekstilde doğal boyarmaddelerin kullanımı ön sıralara gelmektedir [12]. Doğal boyarmadde; bitki, hayvan, mikrobiyal/mantar ve mineral gibi doğal kaynaklardan elde edilen boyarmaddeler olarak bilinirler [13].



Şekil 1.2. Doğal boya kaynaklarının şematik gösterimi

Doğal boyarmaddelerin tarih öncesi çağlardan beri önemli uygulama alanı olarak yün, ipek gibi doğal protein liflerinin ve pamuk liflerinin boyanmasında kullanıldığı bilinmektedir. Bu boyalar kozmetik ürünlerinde, mürekkep ve sulu boya üretiminde



kullanılmaktadır [14]. Doğada varolan malzemeleri harmanlayarak çeşitli alanlarda kullanmak amacıyla bu malzemelerden boyarmadde elde etmek çok eski dönemlerden beri bilinen bir sanat koludur. İ.Ö. 3000'lere ait bir Çin kaynağında boya ilişkilerinden bahsedilmesine dayanarak boyacılıkla ilgili bilgilerin daha da eski tarihlerde Doğu'da geliştirilmiş olduğu kabul edilmiştir [15].

### 1.2.1. Doğal Boyarmaddelerin Sınıflandırılması

İnsanlar tarihin ilk çağlarından beri yün, pamuk, keten gibi doğal lifleri boyamışlardır. Boyamalarda ise bitkilerden hayvanlardan ya da topraktan elde ettiği boyarmaddeleri kullanmışlardır. Bunlar hayvansal, bitkisel ve madensel boyarmaddelerdir. Bunlar;

**a) Hayvansal boyarmaddeler**, böcek boyarmaddeler olarak da tanımlanır. İlk çağlardan beri bilinen ve kullanılan doğal boyarmaddelerdir. Özellikle kırmızı renk gibi ana renklerin eldesinde böcekler kullanılmıştır. Çünkü hayvansal kökenli boyarmaddelerden elde edilen renkler daha parlak ve canlıdır [16].

Hayvansal boyarmaddeler grubuna giren Koşnil(*Coccus cacti*) ve Kermes(*Kermes ilicis*) bir tür böcektir, purpur ise *Purpur murex brandalis*, *Murex turunculus*, *Purpura haemostana* gibi yumuşakçalardan elde edilir.

*Murex* ve *Purpura* kabuklu deniz hayvanlarıdır. Boya, bu canlıların salgı bezlerinde bulunur ve doğal halinde soluk sarı renktedir, fakat güneş ışınlarından etkilenen foto-kimyasal bir olay sonucunda sarı-yeşil, yeşil, açık kırmızı ve koyu kırmızıdan geçerek sonunda mora (eflatun) dönüşür. Koşnil, Vordan Kamir, Lak böceklerinden kırmızı renk elde edilir.

Boyarmadde olarak kullanılan diğer bir böcek ise *Kokinella* (*cochineal*). Bu böcek Gutemala'da ve Meksika'da yetişen *Opuntia Cochenillifera* adlı bitkinin üzerinde yaşayıp onunla beslenmektedir. *Kokinelladan* sağlanan boyada karminik asit rol oynamaktadır. Bu böceğin boya veren kanatsız dişileri bitki yapraklarının üzerinde toplanır, sıcak suya batırılarak öldürülür. Güneşte veya fırında kurutulur ve kırmızı renk elde edilir [17].

**b) Bitkisel boyarmaddeler**, doğada boyarmadde içeren pek çok bitki vardır. Ancak hem ilgi çekici renkler elde edilenler, hem de ışığa, suya ve yıkanmaya karşı yüksek haslık derecesi sağlayan bitkiler boya maddelerinin en değerli olanlarıdır [15]. Bazı bitkilerin bütün aksamı boyama için kullanılırken bazı bitkilerin belirli organları örneğin çiçeği, yaprağı, tohumları, kabuğu ve kökü kullanılır [15]. Doğal boya eldesinde kullanılan pek çok

bitki mevcuttur. Anadolu'da yetişen, kökboya, cehri, ceviz, havacıva, nar, labada, boyacı sumağı, soğan, sofara, aspir, kadıntuzluğu, muhabbet çiçeği ve safran en önemli boya bitkilerindedir. Çivit ise Hindistan'dan getirilmiştir [18].

Bazı bitkilerden elde edilen renkler ve bitkilerin kullanılan kısımları şunlardır [18]:

*Deve tüyü rengi*; dağ eriği (*Prunus Spinosa L.*) meyvesi, Murt (*Myrtus communis L.*) yaprağı, Mazı meşesi (*Quercus infectoria Oliv.*)meyvesi.

*Haki*; Cehri (*Rhamnus tinctoria*) meyvesi, Palamut meşesi (*Quercus aegilops L.*) meyvesi, Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) kabuğu, Yabani labada (*Rumex patientia*) kökü, Böğürtlen (*Rubus sp.*) dalı, Tütün (*Nicotiana tabacum L.*) yaprağı.

*Hardal*; kantaron çiçeği, Kuş kirazı (*Prunus padus L.*) çiçeği, Palamut meşesi (*Quercus aegilops L.*) meyvesi, Sığırkuyruğu (*Verbascum sp.*) yaprak ve çiçeği.

*Kahve*; Safran (*Crocus sativus L.*) yaprağı, Nar (*Punica granatum L.*) kabuğu, Ceviz (*Juglans regia L.*) kabuk ve dalı, Palamut meşesi (*Quercus aegilops L.*) meyvesi, armut çiçeği, Havacıva (*Alkanna tinctoria tausch*) kökü, Kekik (*Thymus sp.*) dal ve yaprağı, Kına (*Lawsonia inermis L.*) yaprak çiçek ve meyvesi, Aden tohumu, Mürver (*Sambucus nigra L.*) kabuğu, Okalıptüs (*Eucalyptus sp. L. Herit*) kabuğu, Mazı meşesi (*Quercus infectoria Oliv.*) meyvesi, Tütün (*Nicotiana tabacum L.*) yaprağı, Papatya (*Anthemis tinctoria L.*) çiçeği, Zeytin (*Olea europeae*) dal ve yaprağı [19].

*Kırmızı*; Kökboya (*Rubia tinctorum L.*) kökü, Şerbetçi boyası (*Phytolacca decandra L.*) meyvesi.

*Krem*; Palamut meşesi (*Quercus aegilops L.*) meyvesi, Dağ eriği (*Prunus Spinosa L.*) meyvesi.

*Lacivert*; Yabani labada (*Rumex patientia*) kökü.

*Mavi*; Çivit otu (*Isatis tinctoria L.*) dal ve yaprağı, Hindistan'da yetişen *İndigofera tinctoria*.

*Sarı*; Safran (*Crocus sativus L.*) yaprağı, Asma (*Folia Vitis vinifera L.*) yaprağı, Nar (*Punica granatum L.*) kabuğu, Sütleşen (*Euphorbia sp.*) dalı, Nane (*Mentha sp.*) yaprağı, zerdeçal kökü, Cehri (*Rhamnus tinctoria*) meyvesi, saman sapı, kadıntuzluğu kökü,

Katırtırnağı (*Genista tinctoria* L.) çiçeği, Sumak (*Rhus* sp.) yaprağı ve çiçeği, gence yaprağı ve çiçeği, Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) çiçeği, Hayıt (*Vitex agnus* L.) çiçeği, madımak çiçeği, Ayva (*Cydonia Vulgaris* Pers.) çiçeği, şeftali çiçeği, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) kabuğu, adaçayı dal ve yaprağı, Yabani labada (*Rumex patientia*) kökü, Dağ eriği (*Prunus Spinosa* L.) meyvesi, Böğürtlen (*Rubus* sp.) dalı, Karamuk (*Berberis vulgaris* L.) kök kabuk ve sapı, Kekik (*Thymus* sp.) dal ve yaprağı, Atkestanesi (*Aesculus hippocastanum* L.) yaprağı, Muhabbet çiçeği (*Reseda luteola* L.) çiçeği, Murt (*Myrtus communis* L.) yaprağı, Püren (*Erica* sp.) çiçeği, Sakız (*Pistacia* sp.) yaprağı, Sandal ağacı (*Arbutus andrachne* L.) kabuk ve yaprağı, Sığırkuyruğu (*Verbascum* sp.) yaprağı, Sumak (*Rhus* sp.) kabuğu, Turunçgiller (*Citrus* sp. L.) yaprak ve meyvesi, Papatya (*Anthemis tinctoria* L.) çiçeği ve tohumu [19].

*Siyah*; Nane (*Mentha* sp.) yaprağı, Böğürtlen (*Rubus* sp.) meyvesi.

*Tarçın*; Muşmula (*Mespilus germanica* L.) yaprağı, Murt (*Myrtus communis* L.) meyvesi, Püren (*Erica* sp.) çiçeği.

*Turuncu*; Cehri (*Rhamnus tinctoria*) meyvesi, Kına (*Lawsonia inermis* L.) yaprak çiçek ve meyvesi.

*Yeşil*; Asma (*Folia Vitis vinifera* L.) yaprağı, Cehri (*Rhamnus tinctoria*) meyvesi, Kartal eğreltisi (*Pteridium aquilinum* L.) dal ve yaprağı, Kırmızı soğan (*Allium cepa* L.) kabuğu, Muhabbet çiçeği (*Reseda luteola* L.) çiçeği, Mazı meşesi (*Quercus infectoria* Oliv.) meyvesi, Palamut meşesi (*Quercus aegilops* L.) meyvesi, Zeytin (*Olea europeae*) dal ve yaprağı.

**Madensel boyarmaddelere**; toprak boyarmaddeler ve mineral boyarmaddeler adı da verilmektedir. Mineral âleminden elde edilen krom sarısı, doğal Zencefre, shcweinfurt yeşili (bakır Arsenit), ultramarin vs pigment boyarmaddeleri olarak elyafa karşı bir afinite göstermediklerinden ancak bir bağlayıcı madde (örneğin yumurta akı) yardımı ve baskı yolu ile elyafa fikse edilebiliyordu. Boyama maksadı ile krom sarısı ve Berlin mavisi gibi mineral boyarmaddeler kimyasal bir reaksiyonla elyaf üzerinde de oluşturuluyordu.

Mavi, siyah ve koyu bir kahverengi manganez oksitten elde edilmiştir [17]. Kahve, zeytin yeşili ve haki renk boyamalar eldesi için tekstil malzemesi krom ve demir tuzları ile mordanlanır, buharlanır ve banyoda metal oksitleri elyaf üzerinde çöktürülür. Renk tonu ise kullanılan metal tuzlarının karışım oranına bağlıdır. Doğada boyarmadde içeren pek çok

bitki vardır. Ancak hem ilgi çekici renkler elde edilenler, hem de ışığa, suya ve yıkanmaya karşı yüksek haslık derecesi sağlayan bitkiler boya maddelerinin en değerli olanlarıdır [15].

### **1.2.2. Doğal Boyarmaddelerin Avantaj ve Dezavantajları**

Son yıllarda doğal boyama sanatına olan ilgi çevre bilincin artması ile günden güne artmaktadır. Doğal boyarmaddeler, sentetik boyalara karşı bazı avantajlara sahiptir. Bu avantaj ve dezavantajlar aşağıda sıralanmıştır [18].

#### **1.2.2.1. Doğal Boyarmaddelerin Avantajları**

- Doğal boyarmaddeler ile elde edilen renk tonları genellikle yumuşak tonlardır.
- Doğal boyarmaddeler karıştırılarak çok geniş bir renk paleti oluşturulabilmektedir. Aynı boyarmadde kaynağı ile farklı mordan maddesinin kullanılması renk gamını değiştirir, yeni renklerin elde edilmesini sağlar.
- Doğal boyarmaddeler ile nadir renkler elde edilebilir.
- Sentetik boyaların temel hammaddesi yenilenebilir değildir, doğal boyarmaddeler genel olarak yenilenebilir, bitki esaslı ve aynı zamanda da biyolojik olarak parçalanabilir özelliktedir.
- İndigo gibi boyama sonundaki proses atıkları tarım alanlarında ideal bir gübre olarak kullanılabilir. Aynı zamanda bu doğal atıkların bertaraf edilme problemleri de bulunmamaktadır.
- Birçok bitki tarım dışı alanlarda büyüyüp gelişebilir. Bu alanlar doğal boyarmaddeler için ideal bölgelerdir.
- Bu boyarmaddelerin tekstil, gıda, deri vb. alanlarda uygulanması, ekstrakte edilmesi, emek yoğun bir iş olduğu için yeni iş olanı doğurmaktadır.
- Doğal boyarmaddelerin kullanılması, petrol esaslı sentetik boyaların kullanımını azaltacaktır.
- Doğal boyarmaddelerin içeriği anti-alerjiktir, temas ettiği deriyi korur ve çoğunlukla insan sağlığı için tehlikeli özellik göstermezler.

- Doğal boyarmaddelerin bazılarının zamanla renkleri parlarken, sentetik boyaların ise solar.
- Bazı doğal boyarmaddelerin renkleri akar ancak diğer kumaşları lekelemezler, Zerdeçal bitkisi bu durumun bir istisnasıdır.
- Doğal boyarmaddelerin genel olarak güve yemez özelliği vardır ve çocuk kıyafetlerinde sentetik boyaların yerine kullanılabilir [18].

#### **1.2.2.2. Doğal Boyarmaddelerin Dezavantajları**

- Doğal boyarmaddeler ile aynı rengi tekrar tekrar elde etmek zordur, bitkinin tarım alanı, mevsimsel değişimler, türe bağlı farklılıklar, olgunlaşma periyodları bu duruma izin vermez.
- Doğal boyarmaddeleri kullanmak için standart bir reçete oluşturmak zordur.
- Doğal boyama yapacak kişi hünerli olmalıdır ve bu da ek olarak bir maliyet getirir. Doğal boyarmadde kaynağının düşük renk verimi, daha çok boyarmadde kullanımını gerektirir. Uzun boyama süresi, mordan maddeleri ve mordanlama için belli bir maliyet de söz konusudur.
- Doğal boyama işlemlerini içeren bilimin günümüzde bile keşfedilmeye ihtiyaç duyduğu büyük bir alan vardır.
- Uygun ekstraksiyon ve boyama teknikleri üzerine bilgi eksikliği vardır.
- Boyalı tekstil materyali güneş ışığına, tere ve havaya maruz kaldığında renk değişimi olabilir.
- Bir kaçı hariç hemen hemen bütün doğal boyarmaddeler mordan maddeleri ile materyale bağlanırlar.
- Doğal boyarmaddelerin çoğu bir mordan maddesi ile bağ yapılarak uygulanır [20].

Kısacası doğal boyarmaddelerin en önemli avantajlı yönleri arasında, sağlık açısından sorun oluşturmaması ve çevre kirliliği oluşturmaması gösterilebilir [18]. Doğal

boyarmaddelerin dezavantajlı olduğu yönlerin en önemlilerinden biri ise üretimlerinin az olması ve aynı renk tonunun tekrarlanma zorluğudur [22].

### 1.2.3. Tez Kapsamında Kullanılan Bitkisel Doğal Boyarmadde Kaynakları

Tez kapsamında keten kumaşı boyamada kullanılan bitkiler; nar kabuğu (*Punica granatum L.*), Kökboya (*Rubia tinctorium L.*), Ceviz kabuğu (*Juglans regia L.*)'dur.

#### 1.2.3.1. Nar Kabuğu (*Punica granatum L.*)

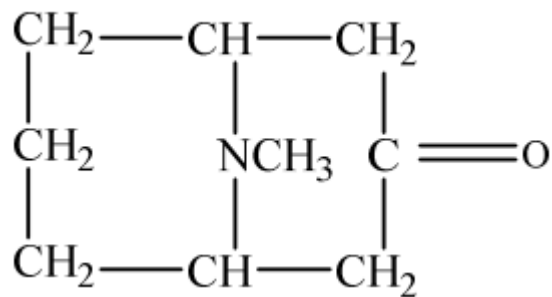
Nar, *Myrtales* takımının, *Punicaceae* (Nargiller) familyasının, *Punica L.* Ailesindedir [23]. Boyamada kullandığımız *Punica granatum L.* türünün nar kabuğu (*Cortex Granati fructuum*) meyve kabuğudur [24]. *Punica* cinsine mensup bitkiler, ağaççık veya çalı durumunda bulunan, kış aylarında yaprağını döken bitkilerdir. 5 ile 6 metre boyunda seyrek dallı, geniş tepeli küçük bir ağaç veya çalıdır. Mayıs - Haziran aylarında al kırmızısı çiçek açar. Sonbaharda oluşan meyveleri önce yeşil sonra sarı ve kırmızı renk alır. Narın anavatanı Güneybatı Asya'dan Hindistan'a, Pakistan'a, İran'a kadar olan alandır. Daha sonra Akdeniz bölgelerinden Asya'ya ve Çin'e kadar bir kültür bitkisi olarak da yetiştirilmiştir. Anadolu'da Niksar, Reşadiye ve Kahta, İzmir, Manisa, Akhisar, Mersin ve Şanlıurfa'da yetiştirilen narlar ünlüdür. Ayrıca Güney Anadolu'da, Kuzeydoğu'da Çorum vadisinde yabani vaziyette yetişenlerde mevcuttur [23].

Meyvenin kabukları ve nar ağacı çiçekleri boyama yapmak için taze veya kurutulmuş olarak kullanılır [25]. Nar uzun ömrün, hayatın, sağlık, doğurganlık, bilgi, ahlak, ölümsüzlük ve maneviyatın sembolüdür. Kurutulmuş nar kabukları hem içeriden hem de dışarıdan kaynaklı sayısız problemler için özellikle aft, ishal ve ülser için suda kaynatılarak kullanılmaktadır. Narın modern ürünler açısından; şimdi kazanılmış bağışıklık eksikliği sendromunun tedavisi (AİDS) dahil, buna ek olarak kozmetik güzelleştirilmesinde kullanımı ve geliştirilmesi, hormon tedavilerinde, alerjik semptomların çözümünde, kardiyovasküler koruma, ağız hijyeni gibi bir çok yardımcı tedavilerde kullanılır [26]. Nar meyvesinin dış kabuklarından mordanlar ile birlikte genellikle siyah elde etmek için yararlanılmaktadır. Yapısında boyarmadde olarak tanen, gallis asit ve egalik asit içermektedir [25].



Şekil 1.3. Nar meyvesi [31].

Nar meyvesi birçok ülkede gıda destek maddesi veya ilaç olarak kullanılmakta olup, içerdiği fenolik bileşiklerin sağlık üzerine yararlı etkileri mevcuttur. Narın her bir bölümü (danesi, zarı, kabuğu gibi) antioksidan, antiviral, antibakteriyel, anti-diyabetik gibi birçok biyoaktif madde içermektedir. Bu biyoaktif maddeler ise şunlardır: Pulptan elde edilen ekstrakta (24.4 mg/L) göre nar kabuklarından elde edilen ekstraktın (249.4 mg/L) daha fazla toplam fenolik madde içerdiği saptanmıştır. Nar kabuğunun, antioksidan ve antimikrobiyel etkisinin diğer kısımlara göre fazla olmasından dolayı önemi artmıştır [23]. Nar kabuğunda tannik asit, parinarik asit, palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit bulunur [27, 28]. Narda bulunan boya tanen olarak bilinir. Nar kabuğundaki granatonin, N-metil granatonin formunda bulunan ana renklendirme bileşenidir (Satyanarayana ve ark., 2013). Şekil 1.4, nar kabuğundaki bir boyama maddesi olan Granatoninin kimyasal yapısını açıklar. Bu bileşik boyaya renk sağlar ve bunun çalışması, renklendirme bileşiğinin yapısal kimyası hakkında bilgi sahibi olmasını sağlar [29, 30].



Şekil 1.4. Granatoninin kimyasal yapısı [29].



Şekil 1.5. Nar ağacı [32]

Adeel ve arkadaşları (2009), nar kabuğunun ince toz formdaki halinin tekstil alanında ekstraksiyon, boyama ve karakterizasyon için uygunluğunu araştırmayı hedeflemişlerdir [33]. Ghaheh ve arkadaşları (2012) yün kumaşları, bazı mordanlarla kombinasyon halinde, nar kabuğu ve ceviz kabuğu özleri ile renklendirmişlerdir. Yünlü kumaşların kolorimetrik ve antibakteriyel özellikleri üzerindeki çeşitli mordanların etkisi incelemişler ve metalik mordanlarla ön işlem yapmanın, yün kumaşların boyama ve haslık özelliklerini önemli ölçüde geliştirdiğini tespit etmişlerdir [34]. Kanchana ve arkadaşları (2013) clitoria çiçekleri, marigold ve nar kabuğu ile boya ekstraksiyonu, seçilmiş kumaşların optimize edilmiş şartlarda boyanması ve farklı mordanları kullanılarak elde edilen renklerin yıkama, sürtünme ve ışık haslığını değerlendirmişlerdir. Ayrıca boyaların antimikrobiyal özelliklerini de incelemişlerdir [35]. Satyanarayana ve Chandra (2013) pamuklu kumaşın renklendirilmesinde nar kabuğundan çözücü olarak etanol su karışımı kullanılarak ekstrakte edilen doğal boyayı kullanmışlardır. Elde edilen haslık sonuçları kabul edilebilir seviyededir[36]. Davulcu ve arkadaşları (2014) mordanlama işlemi yapılmadan kekik ve nar kabuğuyla boyanmış pamuklu kumaşların renk, antimikrobiyal ve haslık özelliklerini incelemişlerdir. Mordan kullanılmadan da yeterli seviye de haslık ve renk verimi elde edebilmişlerdir [37]. Tutak ve arkadaşları (2014) farklı renk tonları elde etmek amacıyla çeşitli mordanlar kullanarak yünlü kumaşların boyanmasında nar kabuklarından faydalanmışlardır. Uygun renk verimlilikleri ve orta/yüksek seviyede renk haslıkları elde etmişlerdir[38]. Ebrahimi ve Gashti (2016) naylon 6'yı renklendirmek için kına, *Pterocarya fraxinifolia*



yapraklarından ve nar kabuğundan polifenolik boyalar çıkarmışlar ve boyamadan önce toksik ve toksik olmayan mordanları yani alüminyum sülfat, tannik asit ve kalay klorür kullanılarak naylon 6 kumaş üzerindeki boyanabilirliği incelemişlerdir. Atık yapraklardan çıkarılan doğal boyalarla boyanmasının sentetik boyama için sürdürülebilir ve ekonomik bir ikame olabileceğini göstermiştir[39]. Shin ve arkadaşları (2016) antimikrobiyal özellikler sergileyen çevre dostu tekstil ürünleri geliştirmek için bambu / pamuk karışımı kumaşı kitosan ile ön işlemden geçirip, doğal nar kabuğu ile boyandıktan sonra boya alımı, renk, renk haslığı, antimikrobiyal aktivite ve sertlik, ıslanabilirlik ve hava geçirgenliği gibi kumaş özellikleri değerlendirilmişlerdir[40]. Rehman ve arkadaşları (2016) tencel kumaşları farklı sıcaklık ve mordanlar kullanarak nar kabuğu ile renklendirmişler ve haslık değerlerini incelemişlerdir. Yüksek sıcaklıkta daha iyi renk verimi ve haslık derecesi elde etmişlerdir [41]. Hosseinezhad ve arkadaşları (2017) ipek kumaşların boyanmasında biomordan olarak nar ve nar kabuğundan elde edilen mordanı kullanmışlar ve elde edilen sonuçlar kırmızı renk için ağır metaller yerine doğal mordan olarak nar ve türevlerinden elde edilen biomordanın orta haslık özelliklerine sahip kırmızı renk için kullanılabilir olduğunu göstermişleridir [42].

### **1.2.3.2. Kökboya (*Rubia tinctorium* L.)**

Rubiales takımının Rubiaceae familyasının *Rubia* (Kökboyalar) cinsine mensup bir bitkidir. Rubiaceae familyasının 450 kadar cinsi 600 kadar türü vardır. *Rubia* (Kökboyalar) cinsinin 40 kadar türü vardır [43].

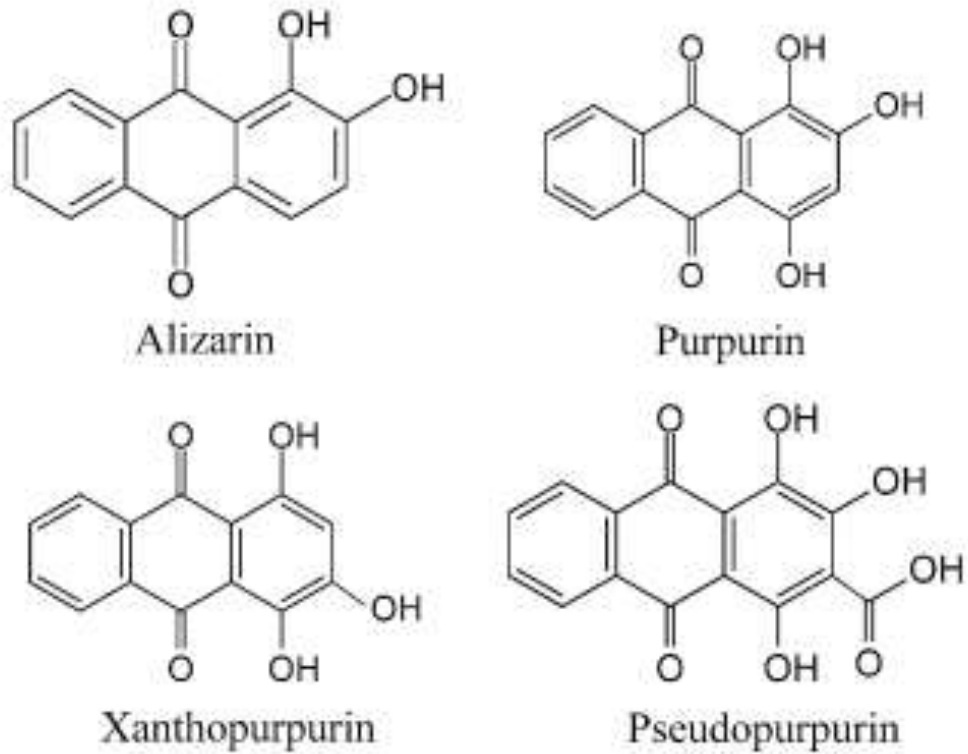
Kökboya 1 ile 2 metre boyunda, rizozomlu çok yıllık ve verimli topraklarda yetişen bir bitkidir. Bu bitki gövde ve yapraklarında bulunan çengel şeklindeki sert tüylerle ağaç ve çalılara tutunarak tırmanır. Destek bulamadığı zaman toprak üzerinde sürünerek gelişir. Toprak yüzeyinde gelişen bitkilerin boyları 30-40 cm civarında değişir. Gövdenin dallanma şekli monopodialdir. Gövde üzerinde çıkan yapraklar sapsızdır. Yazın büyüyen bitkinin soluk sarı renk çiçekleri bulunmaktadır. Kışın ise bitkinin çiçekleri dökülür fakat ilkbaharda yeniden açar. Yaprakları 4 ile 6 adet, aynı boğumdan daireseldir. Meyvelerin çapları 5-6 mm.dir. Küçük ve yuvarlak olan meyveleri siyah renkli ve lezzetlidirler [43].

Kırmızı renk için en önemli boya bitkisi olan kökboyanın yüzyıllar boyunca tarımı yapılmıştır. Bu bitkinin Kuzey Afrika ve Avrupa'ya kadar hatta İngilizler ve Portekizliler tarafından Hindistan'a kadar getirilip tarımı yapılmıştır [25].

Kök boya bitkisinin uzun süre tarımı yapılmasına rağmen yeni türleri geliştirilememiştir. Tarımı yapılan kökboya ile yabani olarak yetişen kökboya arasında herhangi bir fark yoktur. Bu bitki yurdumuzda kökboya, boyacı kökü, boyalık, boya otu, boya pürçü, dil kanatan, boya sarmaşığı, kırmızı boya, kırmızı kök, yumurta boyası, kızılboya, boya çili gibi yerel isimlerle de anılmaktadır [44]. Türkiye'de Manisa, Demirci, Gördes, Konya, Aksaray, Niğde, Kayseri, Kırşehir, Çorum, Yozgat, Malatya, Elazığ, Adıyaman, Amasya, Ankara, Tokat, Kahramanmaraş, Çanakkale, Muğla gibi illerde yabani olarak yetişmekle birlikte bazı bölgelerde tarımı da yapılmaktadır [45]. Kökboya arsız bir bitki olduğundan, tarlayı hemen kaplamakta ve zararlı otları yaşatmaktadır. Yeşil kısımları hayvan yemi olarak kullanılmaktadır kökboya toprakta ne kadar fazla durursa kökleri büyümekte ve boyarmaddesi artmaktadır [46].

Kökboyanın yaşlı kökleri genel olarak genç köklerden daha çok boya ihtiva etmektedir. Bu kökler yazın başlangıcında veya sonbaharda ekim ayında topraktan çıkarılmaktadır. Çıkarma zamanına göre yaz veya sonbahar kökleri adını almaktadır. Bitkinin yetiştiği bölgenin şartlarına göre köklerdeki boya miktarları, %1-4 arasında değişmektedir [47]. Boyacılık açısından, oldukça önemli bir bitki olan kökboya yetiştirme koşulları zor olmayan, hatta arsız diyebileceğimiz bir bitkidir. Toprak altı sürgünlerinin oldukça fazla gelişme göstermesi de, bir bitkiden boyacılıkta kullanılmak üzere fazla materyal elde edilmesi demektir. Zaten yurdumuzda yabani olarak yetişen bu bitkinin tarımının yapılabilmesi de mümkündür. Böylece Avrupa piyasalarında meşhur olan fakat unutulmaya yüz tutmuş "Türk Kırmızısı" veya "Edirne Kırmızısı"nı tekrar günümüz halı ve kilim dokumalarında görmek mümkündür [23, 48].

Kimyasal açıdan kökboyanın köklerinde, birden fazla boyarmadde mevcuttur. Bunlar; Alizarin, rubiadin asidi, rubiadin glikoziti, rubiadin, purpurin, ksanto purpurin, pseudopurpurin, munjistin'dir.



Şekil 1.6. Kökboyadan elde edilen alizarin, purpurin, xanthopurpurin ve pseudopurpurin'nin kimyasal yapıları [49].

Alizarin, Grabe ve Lieberman tarafından 1868 yılında Almanya'da sentetik olarak elde edilip ve 1871 de piyasaya sürülmüştür. Bu tarihten sonra R. tinctorum istihali hızla gerilemiş ve yetiştiriciliği durmuştur. Böylelikle yerini sentetik boyalara bırakmış, kökboya tarihe karışmıştır. Ancak günümüzde el sanatları çerçevesi içinde hala etkinliğini korumaktadır. Çünkü bitkisel boyarmaddelerle boyanmış, tarihi halı ve kilimlerdeki boyarmaddeler bugün daha parlak ve canlı olarak kendine özgü değişim içinde renklerini hala korumaktadır. Sentetik boyalarla boyanmış ve bir antika halının yaşına ulaşmış bir halı veya kilimde aynı canlılığı ve aynı sağlamlığı görmek zordur. Bu nedenle bugün hiç olmazsa Türk El Sanatları çerçevesinde bu bitkilerin kültüre alınması gerektiği kanaati taşınmaktadır [23, 48]. Kökboya en popüler kırmızı renk tonları kaynağı olarak kabul edilmiştir. Ayrıca pembe, turuncu, mor, gri, kahverengi ve yüksek renk derinliğine sahip en değerli siyah ve esmer tonları elde etmeyi de sağlar [50].



Şekil 1.7. Kökboya bitkisi [50].

Mehrparvar ve arkadaşları (2016) kök boya ile boyanmış yün liflerinin temizlenmesi için bio mordanların kullanımını önermiştir [50]. Özer ve arkadaşları (2016) kökboya (*Rubia tinctorum* L.) ve mazı meşesi (*Quercus infectoria* Olivier) ekstratları kullanılarak boyanmış ipek kumaşlar üzerindeki Türk kırmızısı yağının etkilerini incelemişlerdir. Renk koordinatları K/S oranı ile birlikte yıkama, ışık ve sürtünme haslıklarını değerlendirmişlerdir [52]. Doğan ve Akan (2018) yün ipliği, pamuklu kumaş ve kağıdın geleneksel yöntemle kökboya, ceviz ve indigo olmak üzere üç farklı doğal boyarmadde ile boyanması sonucu elde edilen renklerin renk değerlerini, adlandırılmış renk, ışık ve sürtme haslıklarını incelemişlerdir. Açık renk tonlarının elde edildiği ve ışık ve sürtme haslıkları bakımından en iyi değerlere sahip olduğu yapılan boyama deneylerinde gözlenmiştir [53]. Willemen ve arkadaşları (2018) kökboya ve muhabbet çiçeğinden elde edilen doğal boyaların kolorimetrik özelliklerini, boyama özellikleri, renk özellikleri ve renk stabilitesi incelemişlerdir [54]. Jahangiri ve arkadaşları (2018) yün ipliğinin kök boya ile renklendirilmesinin doğal boyama davranışları incelemiştir. Farklı renk tonları elde etmek için kullanılan biyomordanların, ortak kimyasal maddelere alternatif olarak değerlendirilmek için iyi bir potansiyele sahip oldukları görülmüştür [55]. Yılmaz ve arkadaşları (2018) Türkiye’de yetişen 16 farklı bitki türünden elde edilen boyarmaddelerle farklı mordanlar kullanarak yün liflerini renklendirmişlerdir. Bitkilerin boyama performansları, renk mukavemeti (K / S), yıkama haslığı ve boyalı elyafların ışık haslığı ölçümleri incelemişler ve tekstillerde kritik renkler olarak bilinen kahverengi, gri, haki, bej gibi renklerin doğal boya ile kolayca elde edildiğinden bahsetmişlerdir [56]. Kaynar ve Uçar (2018) doğadan topladıkları 28 bitki ile yün liflerini moran kullanmadan boyamışlar ve haslıklarını incelemişlerdir [57]. Alkan ve arkadaşları (2017) beş ipek kumaşı, farklı oranlarda

kökboya ve safra ile ayrı ayrı boyayıp mantar önleyici özelliklerini incelemişlerdir [58]. Gawish ve arkadaşları (2016) farklı sıcaklıklarda ekstrakte edilmiş kırmızı soğan kabuğu, kökboya, papatya ve kırmızı soğan / papatya karışımından elde edilmiş doğal boya ile pamuk, yün, ipek ve naylon kumaşları iki farklı tip mordan ile boyamışlardır. Kolorimetrik verileri, renk verimini, ultraviyole koruma faktörü ve haslık özelliklerini incelemişlerdir. Kırmızı soğan, kökboya, papatya ve karışım ile renklendirilmiş farklı kumaşlar mükemmel UV koruyucu özellikleri ortaya koymuştur. Naylon kumaşın kökboya ile boyandığı hali dışındaki diğer tüm kumaşların UPF faktörleri oldukça iyidir. Kumaşların bu doğal boyalar ile renklendirilmesinin cilt kanserini önlemek için kullanılabilceğini tavsiye etmişlerdir [59].

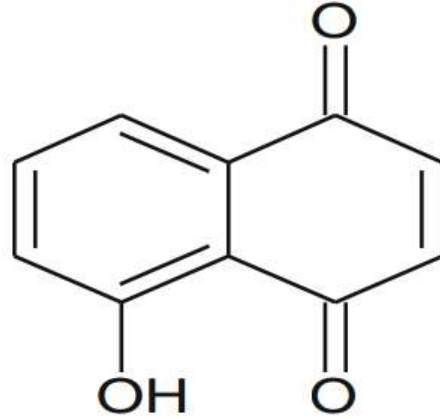
### 1.2.3.3. Ceviz kabuğu (*Juglans regia* L.)

Ceviz bitkisi juglandales takımından, juglandaceae familyasından, *Juglans* cinsine mensuptur [60]. Ceviz bitkisinin çoğu Güney Avrupa, Doğu Asya, Kuzey ve Güney Amerika'da yayılmış 25 türü vardır. *Juglans* cinsi içerisinde günümüzde özellikleri belirlenen 18 türden en önemlisi ve üstün meyve kalitesi ile ceviz denildiğinde ilk akla gelen, “Anadolu cevizi”, “İran cevizi” ve “İngiliz cevizi” olarak da adlandırılan *J. regia*'dir [45, 46, 61].

Balkanlar, Anadolu, Orta Doğu ceviz ağacının anavatanıdır. Kışı sert iklimli bölgelerde yetişmez. Kışın yapraklarını döken ve boyu 25 ile 30 metreye kadar yükselebilen geniş tepeli kalın dallı bir ağaçtır. Gövde kabuğu ağacın ilk yaşlarında gümüş renkli ve düzgündür. Daha sonraki yaşlarında kabukta derin çatlaklar oluşur. Karşılıklı dizilmiş olan yaprakları 5 ile 9 yaprakçıktan oluşur. Erkek çiçekler, genç sürgünler yan tarafta bulunur. Ceviz meyvesinin en dışında bulunan yeşil kabuklar ve yapraklar boyama için kullanılır. Kahverengi boyamalarda kullanılmış önemli bir boya bitkisi olarak Türkiye, Amerika, Avrupa ve Asya'da birçok ülkelerde bilinmektedir [25].

Boyarmadde türü olarak juglon boyarmaddesini içeren ceviz (*Juglon regia*) kabuğu ve yaprakları zayıf asit özelliği gösterir. *Juglans regia* L.'nin renklendirici gücü, nafokinon sınıfı doğal renklendirici sınıfının varlığına bağlanmaktadır [62]. Napthoquinone sınıfının dışında, Şekil 1.8'de gösterilen juglon kimyasal olarak 5- hidroksi-1,4-napthoquinone (C<sub>10</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>) temel boya görevi görür ve tekstil substratlarına kahverengi renk verir. Kahve renk için kullanılan ceviz (*Juglon regia*) kabuğu ve yaprakları

yardımcı mordan maddelerine ihtiyaç olmadan da direk boyama yapılabilir [63,64,65].



Şekil 1.8. Juglon renk bileşenin kimyasal yapısı [62]

Eski Yunan ve Roma dönemlerinde ceviz ağacının tarımının yapıldığından bahsedilmektedir. Roma döneminde Pilini ceviz kabuğu ile gri ve kahverengi saç boyama reçeteleri vermiştir. Romalılar ceviz ağacını Yunanistan'dan İtalya'ya ve oradan da Alp'leri geçerek, Fransa ve daha sonra Almanya'ya götürmüşlerdir. İngiltere ve Almanya ceviz ağacı kendi topraklarına geldikten sonra üretimini geliştirmişler.

Ceviz kabuğu kahverengi için 15. ile 17. yüzyıl Türk halılarında kullanılmamasına rağmen aynı döneme ait İran halılarında kullanılmıştır. Günümüzde ise Türkiye ve İran'da kahverengi boyamasında ceviz kabuğu kullanılmaktadır.

Orta Çağ Avrupa'sında kullanılan temel boyarmadde kaynaklarından birisi bu ağacın kabuk, dal ve yapraklarıdır. Ceviz 17. yüzyılda Fransa'da tekstil boyama endüstrisinde önemli bir yeri vardır. 1861–1865 Amerikan iç savaşında Amerikan ordusundaki askerlerin üniformalarında kullanılmıştır. Kurtuluş savaşında (1919- 1922) askerlerin üniformalarının boyanmasında ceviz kabukları kullanılmıştır. Günümüzde Anadolu dokumalarında azda olsa kullanımı devam etmektedir [25].

Ceviz ağacının kabuğu, yeşil meyve kabuğu ve yaprakları ilaç ve kozmetik sanayinde, boyarmadde olarak da tekstil sanayinde kullanılır. Geleneksel tıpta yeşil kabuk ve yaprak aksamaları anti-kanserojenik özelliğinden dolayı kullanılmaktadır. Çok güçlü antioksidan ve antimikrobiyal özelliğe sahip juglon maddesinin özellikle genç yeşil yapraklarda fazla miktarda bulunduğu bilinmektedir [67].



Şekil 1.9. Ceviz

Tutak ve Benli (2011) dış yeşil kabuğu, yaprakları ve ceviz kabuğu yün, pamuk ve viskon liflerinde farklı mordanlar kullanarak kullanmışlardır. Elde ettikleri haslık ve renk verimlerinden tekstilde boyarmadde olarak ceviz kabuklarının kullanılabileceğini göstermişlerdir [68]. Hwang ve Park (2013) ipeğin renklendirilmesinde cevizin dış yeşil kabuklarını demir sülfat, bakır sülfat, potasyum tartrat, üre, potasyum alüminyum sülfat ve potasyum dikromat gibi mordanlar kullanarak boyamışlar ve farklı renkler elde etmişlerdir [69]. Ali ve arkadaşları (2016), potasyum alüminyum sülfat mordanının yün liflerinin boyama özellikleri üzerindeki etkisini incelemek için ceviz kabuğu kullanmaktadır [70]. Ali Khan ve arkadaşları (2016) yün lifinin ceviz kabuğundan elde edilen doğal boyarmadde ile boyama potansiyelini incelemişlerdir [71]. Eser ve arkadaşları (2016) polyester ve polyester / viskon karışımlı kumaşların boyanmasında ceviz (*Juglans regia*) kabuklarının boyama etkinliği araştırılmışlardır. En yüksek renk derinliği elde etmek için malzeme-likör oranı, ekstraksiyon sıcaklığı, ekstraksiyon süresi ve pH gibi çeşitli ekstraksiyon koşullarının etkisini de incelemişleridir [72]. Doğan-Sağlamtimur ve arkadaşları (2017) derinin renklendirilmesinde atık cevizin yeşil ve siyah kabuklarından elde edilen boyarmaddeyi kullanarak bu boyaların kalitesini karşılaştırmışlardır. Daha yüksek renk değerlerine sahip olan kahverengi ceviz kabuğu boyasının, yeşil ceviz kabuğu boyasına kıyasla verim, boya nüfuzu ve dayanıklılık özelliklerinin daha iyi olduğunu göstermişlerdir [73]. Bukhari ve arkadaşları (2017) yünlü kumaşların boyanmasında ceviz kabuğundan elde edilmiş doğal boya ile mordanlı ve mordansız olarak boyamışlar ve renk, haslık özelliklerini karşılaştırmışlardır.

Metalik mordanlarla ön işlem yapmanın ceviz kabuğu ile boyanmış yün elyaflarının kolorimetrik ve haslık özelliklerini büyük ölçüde geliştirdiğini göstermişlerdir [66].

### 1.3. Çok Kriterli Karar Verme

Günlük yaşamda, birçok durumda kişisel veya toplumsal ihtiyaçları karşılamak için çeşitli alternatif arasından seçim yapmak zorunda kalırız. Seçimlerimiz istenilen durum ve mevcut durum arasındaki algılanan farklılıktan kaynaklanmaktadır. Yani, bir olay karşısında karar verme; istenilen amaç(lar) için ve mevcut olanaklar göz önünde bulundurularak, alternatifler arasından gerçekleştirebilecek durumların en uygun olanının belirlenmesini içeren bir süreçtir [74].

Bir çok alternatif arasından, değişik amaçları gerçekleştiren birbiriyle çelişen seçenekler arasından en uygun olanı bulmak ve en iyi seçeneği seçmeye çalışmak, kriter sayısı arttıkça doğru karar vermeyi o derece zorlaştırır. Alternatif ve kriter sayılarının fazla olduğu durumlarda, karar verme mekanizmasını kontrol altında tutabilmek ve karar sonucunu mümkün olduğu kadar kolay ve çabuk elde etmeyi sağlamak için; Çok Kriterli Karar Verme, 1960'lı yıllarda geliştirilmiş bir metodolojidir [75, 76].

Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)- (Multiple Criteria Decision Making\_(MCDM)), en kısa tanımıyla; "Çoklu ve birbiriyle çatışan amaçların gerçekleştirilmek istendiği problemlerin çözümü"ne verilen genel isimdir [77].

Çok kriterli karar verme yöntemleri, karar verme problemlerinde nitel ve nicel kriterlere dayalı, kolay uygulanabilen ve farklı problemler için ortak çözümler sunabilen yöntemlerdir. Klasik karar verme yöntemlerinden farklı olarak, çok kriterli karar verme yöntemlerinin temel özelliği sadece nicel değil aynı zamanda nitel değerleri de göz önüne almasıdır [78].

Karar vericinin belirsizlik, karmaşıklık ve birbiriyle çelişen hedeflerinin olduğu durumlarda uygun araçlar sunarak daha iyi karar vermesini sağlayan yöntemlerdir [79].

ÇKKV'nin, karmaşık konuları analiz etmek, seçenekler arasından karar verme sürecini sistematik bir şekilde yürütmek, büyük miktardaki ve dağınık veriyi değerlendirebilmek, şeffaf bir yönetim sağlamak, birden çok karar vericinin bulunduğu



ortamlarda ortak bir platform oluşturmak, iletişimi kolaylaştırmak, müzakere/tartışmaları mümkün kılmak gibi önemli faydaları bulunmaktadır [80, 81].

Çok kriterli karar verme yöntemlerindeki ortak amaç farklı alternatifleri kıyaslayacak farklı ağırlıklardaki verilerin toplanmasıdır. Karar verici öncelikli olarak, hedefini gerçekleştirmeye yönelik ölçütleri ve kriterleri belirler ve daha sonra alternatiflerin seçilen kriterlere uygunluğunu araştırır [82].

Çok kriterli karar verme problemlerinde, karar vericiler farklı özelliğe sahip olan alternatifleri seçme ya da derecelendirme ihtiyacı duyabilirler [83]. Alternatifler, karar kriterlerine göre subjektif olarak değerlendirilir. Çok kriterli karar verme yöntemleri, belirli bir probleme aynı varsayımlar ve aynı karar vericilerle uygulandığın da bile farklı sonuçlar verebilmektedir. Çünkü [84]:

- Yöntemler hesaplamalarda ağırlıkları farklı kullanmaktadır.
- En iyi çözümü elde etme yaklaşımları farklı algoritmalara dayanmaktadır.
- Seçimi etkileyebilecek ek kriterler bulunabilmektedir Karar vericiler arasında bilgi sürecinde farklılıklar söz konusu olabilmektedir.

ÇKKV modelleri ile karar analizi aşamasında aşağıdaki dört aşamalı genel süreç izlenir:

- Kriter ve alternatiflerin belirlenmesi,
- Kriterlerin görece önemini gösteren nümerik ölçütler atanması,
- Her bir kritere göre alternatiflere nümerik ölçütler atanması,
- Alternatifleri sıralamak için nümerik değerlerle işlemler yapılması.

ÇKKV yöntemleri bu sürecin son aşamasını etkili olarak gerçekleştirmek üzere geliştirilmişlerdir. ÇKKV yöntemleri;

- Ağırlıklı toplam yöntemi,
- Ağırlıklı çarpım yöntemi,
- Analitik ağ süreci yöntemi,
- Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi,

- Uyum-uyumsuzluk yöntemi (ELECTRE),
- Uzlaşma yöntemi (TOPSIS) olarak sayılabilir [85].

Literatürde sıklıkla karşılaştığımız çok kriterli karar verme yöntemleri, WSA (Weighted Sum Average), AHP (Analytic Hierarchy Process), GGA(Grey Association Analysis) ve TOPSIS(Technique For Order Of Preference By Similarity To İdeal Solution-İdeal Çözümüne Benzerlik Bakımından Sıralama Performansı Tekniği), ELECTRE (Elimination et Choise Translating Reality), PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation), VIKOR(Vİse Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) olarak sıralanabilir.

Literatür incelendiğinde tekstilde çok kriterli karar verme yaklaşımlarının son yıllarda sıklıkla kullanıldığı görülmüştür. Demirel ve arkadaşları, İstanbul Avrupa yakasında yer alan tekstil işletmesinin yer seçim problemini çözmek için Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemini uygulamışlardır [86]. Acar ve arkadaşları, tekstil endüstrisindeki bir şirketin üretim performansını sürdürülebilirlik açısından değerlendirmek için TOPSIS yöntemi ile çevresel faktörlerle ilgili verilere dayanan bir çalışma gerçekleştirmişlerdir [87]. Mohsin ve Serdar çalışmalarında Analitik Hiyerarşi Proses tekniğini, boyama reçeteleri için alternatif reçeteler arasından köpük boyamanın maliyet, verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından değerlendirmek için kullanmışlardır [88]. Maleki ve arkadaşları İran ve diğer benzer bölgelerdeki safran (*Crocus sativus* L.) yetiştiriciliğine yönelik arazi uygunluğunu değerlendirmek için AHP kullanarak bir karar destek modeli sunmuşlardır[89]. Pattnaik ve Dangayach tekstil atık su yönetiminin sürdürülebilirliği için en iyi seçilmiş kriterleri belirlemek için bulanık analitik hiyerarşi süreci yaklaşımı (FAHP) uygulamışlardır [90]. Ehrampoush ve arkadaşları, TiO<sub>2</sub> nano parçacıklarının yüzeyine adsorpsiyon işlemlerinin uygulanması ve reaktif kırmızı 198 boya formundaki tekstil atık suyunun uzaklaştırılmasında O<sub>3</sub>, UV, O<sub>3</sub> / TiO<sub>2</sub> ve UV / TiO<sub>2</sub> ile oksidasyonunu incelemiş ve en iyi kaldırma yöntemini seçmek için Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanmışlardır [91]. Chamid ve Murti AHP ve TOPSIS yöntemlerini, batik tulis için doğal boyamada en iyi alternatifi belirlemek için kullanmışlardır[92].

Literatürde doğal boyarmaddeler ile ilgili yapılan, farklı çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Örneğin Güngör ve Akkaya, çay ekstraktı ile doğal boyama yaparken uygun mordan seçimi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS,

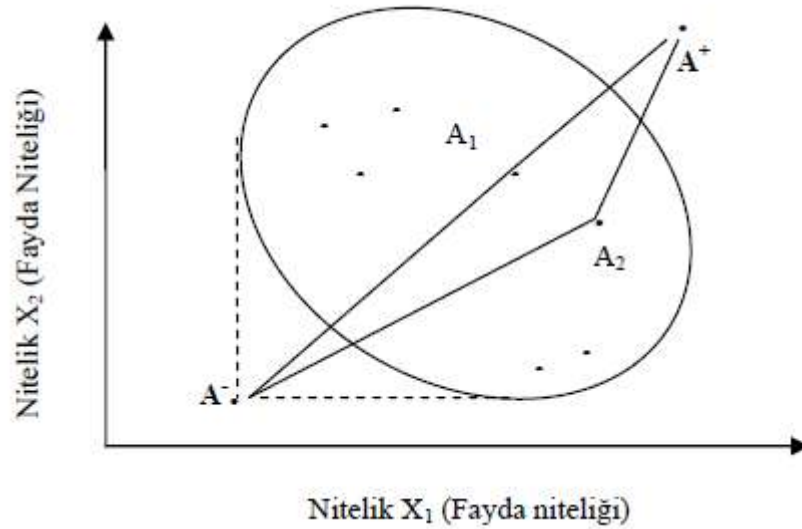
VIKOR ve gri ilişkisel analiz (GRI) kullanmışlardır [93]. Özomay doktora tezinde boyama parametrelerinin optimizasyonu için çok kriterli karar verme yöntemlerinden gri ilişkisel analiz kullanmıştır [94]. Zeydan ve Yazıcı, fabrikada üretilen bir halıda hammadde olarak kullanılan akrilik elyafın boyama işlem koşullarını iyileştirerek ürün kalitesini arttırmak için optimum boyama işlemi koşulları, hibrit gri ilişkisel tabanlı Taguchi-yapay sinir ağı (ANN) yöntemi ile belirlemişlerdir [95].

Ancak, keten kumaşların farklı kullanım yerlerine göre, doğal boyarmaddelerin haslıkları dikkate alınarak, boyama işlem parametrelerinin optimum seçimi için çok kriterli karar verme metodu ilk kez bu çalışmada uygulanacaktır.

### **1.3.1. Çok Kriterli Karar Verme: TOPSIS Yöntemi**

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde, tüm niteliklerde ulaşılabilecek en iyi değerlere sahip olan alternatif "ideal çözüm", tüm niteliklerde olası en kötü puanları alan alternatif "negatif ideal çözüm" olarak tanımlanır. Birçok alternatifin olduğu karar verme sürecinde, kriterler arası çatışma durumundan dolayı ideal çözüme ulaşmak genelde mümkün olmadığından bir "uzlaşık" çözümden bahsedilir. ÇKKV yöntemlerinin bir kısmı, ideale olabildiğince yaklaşık olan bir çözüme ulaşmaya çalışan "Uzlaşma (Compromising) Modeli"ni kullanırlar [97]. "İdeal Çözüme Benzerlik yolu ile Tercih Sırasına Ulaşma Tekniği" (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution\_TOPSIS) yöntemi de çok kriterli karar verme yöntemlerinden bir tanesidir. Hwang ve Yoon (1981) tarafından geliştirilen bu tekniğin temelinde, pozitif ideal çözüme en kısa mesafe ve negatif ideal çözüme en uzak mesafedeki alternatifi seçme mantığına dayalıdır [98,99].

Bu yöntemin temelini, seçilen alternatif aynı anda hem ideal çözüme en yakın olan hem de negatif ideal çözüme en uzak olması oluşturur. Yani pozitif ideal çözüme en yakın mesafede olan alternatif aynı zamanda negatif ideal çözüme en uzak mesafede olan alternatiftir. Yöntem, en iyi alternatif olarak pozitif ideal çözüme en yakın olanı kabul eder [100]. Her iki farklı niteliğin de fayda niteliği olduğu düşünülerek hazırlanan iki nitelikli bir uzayda, yöntem aşağıdaki Şekil 2.5'deki gibi açıklanabilir [97].



Şekil 1.10. "İdeal" ve "negatif İdeal" Çözümlere Olan Uzaklıkların İki Boyutlu Uzayda Gösterimi

Örneğin Şekil 2.5'de  $A_1$  ve  $A_2$  gibi iki alternatif söz konusu olsun; burada alternatiflerden  $A_1$ 'in ideal çözüme yakın olması ve aynı şekilde negatif ideal çözümden uzak olması  $A_2$ 'ye göre  $A_1$ 'in tercih edilme sebebidir.  $A_2$ 'nin  $A_1$ 'e göre ideal çözümden uzak olması ve aynı zamanda negatif ideal çözüme yakın olması karar verici açısından  $A_2$ 'nin tercih edilmeme sebebidir [97, 101].

TOPSIS sürecinde kriter değerleri ve kriter ağırlıkları sayısal değerlerdir. İdeal ya da pozitif ideal çözüm olarak ifade edilen çözüm, fayda kriterini maksimize eden, maliyet kriterini ise minimize eden çözümdür. Diğer taraftan, negatif ya da anti ideal çözüm ise maliyet kriterini maksimize eden, fayda kriterini minimize eden çözümdür [102].

TOPSIS yönteminin başlıca avantajları şunlardır [103,104]:

- Basit, rasyonel, anlaşılabilir
- İnsan seçiminin mantığını temsil eden sezgisel ve açık mantık,
- hesaplama kolaylığı ve iyi hesaplama verimliliği,
- Hem en iyi hem de en kötü alternatifleri hesaba katar
- Karar alternatiflerinin ilişkisini belirlerken bunu basit bir matematiksel formda sunabilir.

TOPSIS, sağlam temelli mantık yapısı, ideal ve ideal karşıtı çözümleri aynı zamanda dikkate alması ve kolaylıkla yapılabilen hesaplama süreci ile yaygın kullanım gören bir yöntemdir [105].

TOPSIS yöntemi, karar vericilerin çözülecek sorunları yapılandırmasına, analizleri, karşılaştırmaları ve alternatiflerin sıralamasını yapmasına yardımcı olmaktadır. TOPSIS yöntemi, tüm karar verilerinin bilinen ve net sayılarla temsil edildiği problemleri çözer [106].



## 2. BÖLÜM

### YÖNTEM VE MATERYAL

Sürdürülebilirlik kapsamında doğal boyamacılığın tekrar gündeme gelmesi ile birlikte boyama işlem parametrelerinin müşteri isteklerine göre optimize edilmesi önemlidir. Bu çalışma kapsamında; tekstil malzemesi olarak, doğal bir lif olan ketenden üretilmiş 1:1 bezayağı kumaş seçilmiştir. Keten kumaşı renklendirmek için, doğada bol bulunan ve atıl vaziyetteki nar kabuğu, ceviz kabuğu ve atıl olmayan kök boya doğal boyarmadde kaynağı olarak kullanılmıştır.

#### 2.1. Materyal

##### 2.1.1. Kumaş

Bu çalışma kapsamında boyamaya hazır %100 keten dokuma kumaş kullanılmıştır. Kumaşın genel yapısal özellikleri Tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2.1. Denemelerde kullanılan %100 keten dokuma kumaş özellikleri

Kumaş Tipi	Keten
Kumaş sıklığı	Çözümlü sıklığı 20,6 adet/cm
	Atkı sıklığı 20 adet/cm
Kumaş örgüsü	1:1 bezayağı
Kumaş gramajı	212 gr/m <sup>2</sup>

##### 2.1.2. Kullanılan doğal boyarmadde kaynakları

Tez çalışmasında doğada sıkça rastlayabileceğimiz üç ayrı bitkisel kaynak doğal boyarmadde kaynağı olarak kullanılmıştır.

### ***Nar Kabuğu:***

Çalışma kapsamında kabukları boyamacılıkta kullanılan Akdeniz bölgesinde yetiştirilen nar meyvesi kullanılmıştır. Kabuklar meyveden ayrıldıktan sonra gölgede kurutulmuş ve daha sonra değirmenden öğütölerek boyamaya hazır hale getirilmiştir.



Şekil 2.1. Nar kabuğu ve öğütölmüş nar kabuğu

### ***Kök boya:***

Kök boya bitkisinin toprak altındaki sürgünleri gölgede kurutulmuş ve öğütölmüştür. Boyama sırasında öğütölen toz haldeki kök boya bitkisinin toprak altı sürgünleri kullanılmıştır



Şekil 2.2. Kök boya bitkisi [96] ve öğütölmüş kök boya

### ***Ceviz Kabuğu:***

Cevizin atıl durumda olan yeşil dış kabuk kısmı kurutulduktan sonra değirmende öğütölerek toz haline getirilmiştir. Öğütölmüş ceviz kabuğu boyarmadde kaynağı olarak kullanılmıştır.



Şekil 2.3. Ceviz kabuğu ve öğütülmüş ceviz kabuğu

### 2.1.3. Çalışmada Kullanılan Düzenek, Cihaz ve Makineler

Çalışmada kullanılan düzenek, cihaz ve makineler Tablo 2.2’de verilmektedir.

Tablo 2.2. Kullanılan cihaz makineler ve markaları

Cihaz	Kullanım Amacı	Marka
<b>Laboratuvar Tipi Boyama Makinesi</b>	Boyama denemelerinde kullanılmıştır.	Termal Marka
<b>Spektrofotometre</b>	Boyalı kumaş numunelerinin renk verimliliklerinin ve diğer spektral ölçümlerinin incelenmesinde kullanılmıştır.	Konika/Minolta 3600d
<b>Işık Haslık Cihazı</b>	Işık haslığı yapay ışık kullanılarak xeon ark lambası ile test edildi	Atlas Marka 150s+
<b>Krokmetre</b>	Sürtünme haslığı	
<b>Analitik Terazı</b>	Kumaş ve boyarmadde ağırlıkları tayini için hassas analitik terazı kullanılmıştır.	Pioneer
<b>pH Metre</b>	Suyun sertliğini ölçmek için ph metre kullanılmıştır	Wtw7110
<b>Su Isıtıcısı</b>	Yıkamalarda su ısıtıcısı kullanılmıştır	Sinbo
<b>Değirmen</b>	Doğal boyarmadde kaynaklarını öğütmede kullanılmıştır.	Waring

## 2.2. Yöntem

Bu çalışmanın amacı, keten kumaşın renklendirilmesinde kullanılan doğal boyarmaddelerin; sıcaklık, flote oranı, süre ve boyarmadde konsantrasyonu gibi boyama parametreleri değişiminin, keten kumaşın renklendirilmesi üzerine etkisini inceleyebilmek ve kullanım yerlerine göre istenilen haslık özellikleri dikkate alınarak farklı renk tasarımları elde edebilmektir. Bu amaçla ilk önce Tablo 2.3’de detaylandırılmış olan işlem parametreleri ile keten kumaşlar renklendirilmiş ve kumaşlara ait spektral ölçümlerle haslıklar test edilmiştir. Ayrıca çalışmanın ikinci kısmında ise keten kumaşın kullanılabileceği ve farklı haslık özelliklerinin daha çok öne



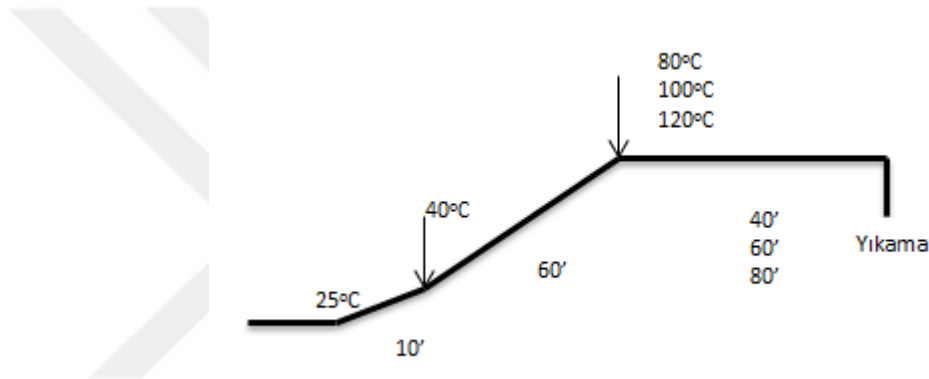
çıkabileceği dört farklı ürün belirlenmiş ve çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS metodu kullanılarak, doğal boyarmaddeler ile sistematik olarak renklendirilen keten kumaşlar, nihai kullanım yerine göre hangi boyama işlem parametrelerinin seçilmesi hususunda karar vericiye alternatiflerin sunulması planlanmıştır.

Çalışmanın ilk adımında üç farklı doğal boyarmadde kaynağı ile keten kumaşlar kontrollü olarak boyanmışlardır. Tablo 2.3’de bu amaçla kullanılan boyama parametreleri detaylı olarak verilmiştir. Tablo 2.3’deki boyama parametreleri seçilmiş olan 3 farklı doğal boya kaynağının (NK: Nar Kabuğu, CK:Ceviz Kabuğu, KB:Kök Boya) üç farklı konsantrasyonu (1:1-1:0,5-1:2) için ayrı ayrı uygulanmıştır. Yani, her bir doğal boyarmadde için 81 adet boyama gerçekleştirilecek şekilde deney planlanmıştır.

Tablo 2.3. Keten kumaşların her bir boyarmadde kaynağının her bir konsantrasyonu ile boyanmasına ait parametreler

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (Dakika)
1	1:0,5/1:1/1:2	1/40	100	60
2	1:0,5/1:1/1:2	1/30	100	60
3	1:0,5/1:1/1:2	1/50	100	60
4	1:0,5/1:1/1:2	1/40	80	60
5	1:0,5/1:1/1:2	1/30	80	60
6	1:0,5/1:1/1:2	1/50	80	60
7	1:0,5/1:1/1:2	1/40	120	60
8	1:0,5/1:1/1:2	1/30	120	60
9	1:0,5/1:1/1:2	1/50	120	60
10	1:0,5/1:1/1:2	1/40	100	40
11	1:0,5/1:1/1:2	1/30	100	40
12	1:0,5/1:1/1:2	1/50	100	40
13	1:0,5/1:1/1:2	1/40	80	40
14	1:0,5/1:1/1:2	1/30	80	40
15	1:0,5/1:1/1:2	1/50	80	40
16	1:0,5/1:1/1:2	1/40	120	40
17	1:0,5/1:1/1:2	1/30	120	40
18	1:0,5/1:1/1:2	1/50	120	40
19	1:0,5/1:1/1:2	1/40	100	80
20	1:0,5/1:1/1:2	1/30	100	80
21	1:0,5/1:1/1:2	1/50	100	80
22	1:0,5/1:1/1:2	1/40	80	80
23	1:0,5/1:1/1:2	1/30	80	80
24	1:0,5/1:1/1:2	1/50	80	80
25	1:0,5/1:1/1:2	1/40	120	80
26	1:0,5/1:1/1:2	1/30	120	80
27	1:0,5/1:1/1:2	1/50	120	80

Boyamalar laboratuvar tipi Termal marka boyama makinelerinde çektirme metodu uygulanarak, kurutulup öğütülen doğal boyarmadde kaynağı olan bitkiler, ekstraksiyon yapılmadan direkt olarak boyama işlemi gerçekleştirilmiştir. Kullanılacak boyarmadde miktarı 1:1, 1:0,5 ve 1:2 olup kumaş ağırlığının boyarmadde ağırlığına oranını ifade etmektedir. Dolayısıyla kumaş ağırlığıyla değişen oranlarda boyarmadde kaynağı tez çalışmasında kullanılmıştır. Flotte oranı ise 1/30, 1/40 ve 1/50 şeklinde belirlenmiştir. Oda sıcaklığında boyama işlemine başlanmış 10 dakikada 40°C'ye çıkarılmış daha sonra, 80°C, 100°C ve 120°C'ye 60 dakikada çıkılmış ve 40, 60 ve 80 dakika boyunca boyama işlemine devam edilmiştir. Şekil 2.4'de boyama grafiği verilmektedir.



Şekil 2.4. Doğal boyarmaddelerle yapılan boyama grafiği

### 2.3. Değerlendirmede Kullanılan Deney ve Test Metotları

#### 2.3.1. Doğal Boyarmaddelerle Boyanabilirlik ve Renk Verimliliği (K/S) Tayini

Boyanmış kumaş numunelerinin CIE L\*a\*b\* değerleri ve renk verimlilikleri (K/S) (Kubelka Munk denklemi) Konica Minolta 3600d marka spektrofotometrede D 65 ışık kaynağı altında ve 10° bakış açısı ile hesaplanmıştır. Bunun yanında elde edilen renkleri daha iyi gözlemleyebilmek için boyanmış numuneler taratılarak fotoğraflanmıştır.

#### 2.3.2. Renk Haslık Testleri

Boyama denemeleri sonunda kumaşların ışık haslığı (ISO 105-B02 standardına göre (1-8 puan aralığında mavi skala)) [107], yıkama haslığı (ISO 105-C10 standardına göre (1-5 puan aralığında gri skala)) [108] ve sürtünme haslığı (ISO 105-X12(1-5 puan

aralığında gri skala)) [108] değerlendirilmiştir. Yıkama haslıklarında bulunan lekeleme değeri (L) keteni kirletme değeridir. Renk değişimi değeri ise yıkamadan sonra oluşan numunedeki rengin değişimidir.

### 2.3.3. TOPSIS yöntemi

TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin belirli kriterler doğrultusunda sıralaması yapılmaktadır. Genel olarak, TOPSIS algoritması süreci, bir kriterin alternatiflere göre gösterdikleri nitelikleri temsil eden karar matrisini oluşturmaya başlar. İkinci adımda, matristeki verileri normalize etmek için, karar matrisindeki kriterlere ait puanların kareleri alınıp toplanır ve toplamının karekökü alınarak ve matrise ait normalizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Üçüncü adımda bulunan bu yeni matristeki değerler, kriterlere verilen önem düzeyleri kullanılarak elde edilen kriter ağırlıkları ile çarpılır. Dördüncü adımda ağırlıklandırılmış matristeki her bir kritere ait olan maksimum ve minimum noktalar olarak da adlandırabileceğimiz ideal çözüme ve negatif ideal çözüme ait olan noktalar tanımlanır. Pozitif ideal nokta, ağırlıklandırılmış değerlerin en büyüğü; negatif ideal nokta, ağırlıklandırılmış değerlerin en küçüğüdür. Beşinci adımda ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklıklar hesaplanır. Seçilecek olan seçenek, pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak uzaklığa sahip olmalıdır. Son adımda alternatifler ideale olan yakınlıklarına göre sıralanırlar [109,110].

Sırası ile bu aşamalar incelenecek olursa [111]:

#### Adım 1 : Karar Matrisinin (A) Oluşturulması

Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer almaktadır. A matrisi, karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir [111]:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

$A_{ij}$  matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

### Adım 2: Standart Karar Matrisinin (R) Oluşturulması

Standart Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır [111].

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (2.1)$$

R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

### Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması

Öncelikle değerlendirme kriterlerine ilişkin ağırlık değerleri ( $w_i$ ) belirlenir ( $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ).

Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili  $w_i$  değeri ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V matrisi aşağıda gösterilmiştir [111]:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix}$$

### Adım 4: İdeal ( $A^*$ ) ve Negatif İdeal ( $A^-$ ) Çözümlerin Oluşturulması

TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır.

İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme

faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setini bulmak için aşağıdaki formülden faydalanılır:

$$A^* = \left\{ \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (2.2)$$

(2.2) formülünden hesaplanacak set  $A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$  şeklinde gösterilebilir.

Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setini bulmak için aşağıdaki formülden faydalanılır

$$A^- = \left\{ \left( \min_i v_{ij} \mid j \in J \right), \left( \max_i v_{ij} \mid j \in J' \right) \right\} \quad (2.3)$$

(2.3) formülünden hesaplanacak set  $A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$  şeklinde gösterilebilir.

Her iki formülde de  $J$  fayda (maksimizasyon),  $J'$  ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme faktörü sayısı yani m elemandan oluşmaktadır [111].

#### **Adım 5 : Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması**

TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin İdeal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır. Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım ( $S_i^*$ ) ve Negatif İdeal Ayırım ( $S_i^-$ ) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım ( $S_i^*$ ) ölçüsünün hesaplanması (2.4) formülünde, negatif ideal ayırım ( $S_i^-$ ) ölçüsünün hesaplanması ise (2.5) formülünde gösterilmiştir [111].

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (2.4)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (2.5)$$

Burada hesaplanacak  $S_i^*$  ve  $S_i^-$  sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

### Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması

Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının ( $C_i^*$ ) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$RC_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^*} \quad (2.6)$$

Burada  $RC_i^*$  değeri  $0 \leq C_i^* \leq 1$  aralığında değer alır ve  $RC_i^* = 1$  ilgili karar noktasının ideal çözüme,  $RC_i^* = 0$  ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir. Son olarak ise elde edilen değerler, büyüklük sırasına göre dizilerek karar noktalarının (alternatiflerin) önem sıraları belirlenmektedir.

Tez çalışması kapsamında yürütülen çalışmaların ikinci aşamasında, yukarıda çözüm detayları verilen TOPSİS yöntemi kullanılarak keten kumaşların kullanım yerine göre uygun boyama parametresi seçimine yönelik çalışmalar yürütülmüştür. Bunun için renklendirme tasarımları yapılacak olan kullanım yerleri farklı ürünlere (çocuk gömleği, keten fon perde, ayakkabı-çanta, masa örtüsü) ait haslık kriterinin yaklaşık ağırlığı aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

Tablo 2.4. Ürünler ve Haslık Kriter Ağırlıkları

Ürün Adı	Işık Haslığı	Yıkama Haslığı		Sürtünme Haslığı	
		Renk Değişimi	Lekeleme	Yaş Sürtme	Kuru Sürtme
<b>Çocuk Gömleği</b>	0,18	0,21	0,22	0,18	0,19
<b>Ayakkabı Çanta</b>	0,37	0,13	0,13	0,16	0,19
<b>Perde</b>	0,49	0,19	0,12	0,08	0,11
<b>Masa Örtüsü</b>	0,15	0,26	0,25	0,15	0,17

Ardından haslık kriter ağırlıkları, TOPSİS yöntemi ile birlikte kullanılarak, farklı ürün grupları için boyanmış keten kumaş alternatiflerinin sıralamaları yapılmıştır.

## 3. BÖLÜM

### BULGULAR

Bu tez kapsamında keten kumaş, 3 farklı doğal boyarmadde ile farklı boyama parametreleri ile beraber mordan kullanılmadan boyanmıştır. Boyarmadde kaynakları, boyama banyolarına ekstraksiyon yapılmadan direkt olarak eklenmiştir. Daha sonra boyaması yapılan keten kumaşların kullanım yerlerine göre ışık, sürtünme ve yıkama haslıkları dikkate alınarak, boyama parametrelerinin belirlenmesi için çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan TOPSIS metodu kullanılmıştır.

#### 3.1. Kullanılan Doğal Boyarmaddelerle Elde Edilen Renkler ve Haslıklar

Keten kumaşların farklı doğal boya kaynakları ile renklendirilmelerinde boyama parametrelerini incelemek için ikinci bölümde detaylandırıldığı şekilde boyamalar gerçekleştirilmiş ve yapılan boyamalar sonucunda renk verimlilikleri, CIEL\*a\*b\* değerleri, sürtünme, yıkama ve ışık haslıkları için sonuçlar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Keten kumaşın renklendirilmesinde belirlenen boyama parametrelerinin seçimi için dikkate alınan haslık kalite kriterleri ve renk verimlilikleri ve değerleri her bir boyarmadde için Tablo 3.1, 3.2 ve 3.3'de verilmiştir. Ayrıca aynı tablolarda renk ölçüm değerleri de verilmektedir.

##### 3.1.1. Nar Kabuğu

Öğütülmüş nar kabukları ile mordansız boyanmış numuneye ait spektrofotometrede yapılan ölçümler ve D65 ışık kaynağı altında 10 derecelik bakış açısı ile elde edilen değerler, ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri Tablo 3.1.'de sunulmuştur.

Tablo 3.2. Keten kumaşın nar kabuğu kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$ ) ve  $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^\circ$	$K/S$	Yıkama Haslığı		Sürtme Haslığı		Işık Haslığı
											Rd	Lekeleme	Yaş	Kuru	
NK1	1:1	1/40	100	60	77,26	0,94	18,82	18,85	87,14	1,25	4,5	5	4,5	5	5
NK2	1:1	1/30	100	60	76,49	1,098	20,96	20,99	87,00	1,6	4,25	5	4,5	5	6
NK3	1:1	1/50	100	60	78,80	1,90	21,45	21,5	84,9	1,303	3,5	5	4,5	5	4
NK4	1:1	1/40	80	60	77,81	1,93	23,50	23,58	85,3	2,52	3	5	4,5	5	5
NK5	1:1	1/30	80	60	75,85	1,34	22,8	22,84	86,64	2,62	2,75	5	4,25	5	4,5
NK6	1:1	1/50	80	60	76,89	3,43	24,7	24,94	82,08	2,366	3,5	5	4	5	4
NK7	1:1	1/40	120	60	73,62	2,52	20,56	20,71	82,98	1,943	4	5	4,75	5	5
NK8	1:1	1/30	120	60	71,33	3,26	19,90	20,17	80,71	2,16	4,5	5	4,5	5	4
NK9	1:1	1/50	120	60	73,86	2,95	20,33	20,54	81,7	1,803	4,25	5	4,75	5	3
NK10	1:1	1/40	100	40	78,52	0,85	19,95	19,97	87,55	1,44	4	5	4,75	5	6
NK11	1:1	1/30	100	40	76,79	1,29	21,11	21,16	86,49	1,66	3,25	5	4,75	5	6
NK12	1:1	1/50	100	40	78,76	1,40	21,1	21,18	86,19	1,39	3,25	5	4,5	5	3,5
NK13	1:1	1/40	80	40	78,13	1,93	24,76	24,83	85,54	2,543	3,5	5	4,5	5	6
NK14	1:1	1/30	80	40	75,84	2,61	24,67	24,80	83,93	2,81	3,75	5	4,5	5	6
NK15	1:1	1/50	80	40	77,06	1,42	23,84	23,88	86,5	2,68	3	5	4,5	5	3,5
NK16	1:1	1/40	120	40	74,70	1,94	19,61	19,71	84,34	1,61	3,75	5	4,75	5	5,5
NK17	1:1	1/30	120	40	74,15	2,41	19,24	19,39	82,86	1,67	3,75	5	4,5	5	4,5
NK18	1:1	1/50	120	40	75,51	2,15	20,97	21,08	84,1	1,65	4,25	5	4,75	5	3,5
NK19	1:1	1/40	100	80	77,82	1,31	21	21,04	86,42	1,72	4,5	5	4,5	5	4
NK20	1:1	1/30	100	80	77,63	1,61	19,97	20,04	85,37	1,48	2,25	5	4,75	5	4,5
NK21	1:1	1/50	100	80	77,46	2,05	20,78	20,88	84,37	1,363	4	5	4,5	5	5
NK22	1:1	1/40	80	80	76,87	1,52	22,37	22,42	86,11	2,39	3,75	5	4,75	5	6
NK23	1:1	1/30	80	80	75,59	2,06	23,1	23,25	84,91	2,89	3,75	5	4,25	5	4,5
NK24	1:1	1/50	80	80	77,80	2,06	23,52	23,61	84,98	2,283	2,75	5	4,5	5	5
NK25	1:1	1/40	120	80	72,25	3,22	18,53	18,81	80,13	1,676	4	5	4,75	5	4
NK26	1:1	1/30	120	80	70,04	3,28	19,09	19,37	80,2	2,016	4,5	5	5	5	3,5
NK27	1:1	1/50	120	80	73,02	2,88	19,24	19,46	81,48	1,82	4	5	4,5	5	3,5



Tablo 3.1. Keten kumaşın nar kabuğu kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$ ) ve  $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri devamı

NK28	1:2	1/40	100	60	76,92	2,086	22,96	23,06	84,81	2,106	4,75	5	4,75	5	6
NK29	1:2	1/30	100	60	75,33	2,626	22,64	22,8	83,38	2,216	4,75	5	4,25	5	5,5
NK30	1:2	1/50	100	60	74,89	2,673	22,47	22,63	83,21	2,033	4,75	5	4,75	5	6
NK31	1:2	1/40	80	60	75,52	3,263	25,91	26,12	82,82	3,25	4,75	5	4,5	5	4,5
NK32	1:2	1/30	80	60	77,22	1,81	23,54	23,61	85,59	2,323	4,75	5	4,5	5	4
NK33	1:2	1/50	80	60	78,04	1,66	24,37	24,43	86,07	2,246	4,5	5	4	5	5
NK34	1:2	1/40	120	60	70,67	3,26	21,7	21,94	81,46	2,56	4,75	5	4,75	5	3,5
NK35	1:2	1/30	120	60	69,23	3,80	21,45	21,79	79,94	2,77	5	5	4,5	5	6
NK36	1:2	1/50	120	60	71,98	3,46	21,10	21,38	80,69	2,22	5	5	4,5	5	6
NK37	1:2	1/40	100	40	77,43	2,29	22,87	22,98	84,26	1,95	4,75	5	4,5	5	5
NK38	1:2	1/30	100	40	75,7	2,18	22,35	22,45	84,41	2,26	4,75	5	4,75	5	5,5
NK39	1:2	1/50	100	40	77,79	1,77	20,73	20,80	85,10	1,60	4,5	5	4,75	5	6
NK40	1:2	1/40	80	40	78,44	1,92	23,66	23,74	85,35	2,14	3,75	5	4,75	5	6
NK41	1:2	1/30	80	40	77,61	2,08	24,28	24,37	85,10	2,14	3,75	5	4,5	5	6
NK42	1:2	1/50	80	40	79,32	1,45	21,62	21,66	86,17	1,55	4,5	5	4,5	5	6
NK43	1:2	1/40	120	40	72,52	3,29	22,86	23,09	81,77	2,68	4,25	5	4,75	5	5
NK44	1:2	1/30	120	40	70,98	4,10	22,95	23,31	79,85	3,07	5	5	4,5	5	6
NK45	1:2	1/50	120	40	77,27	2,32	22,42	22,54	84,08	1,88	4,25	5	4,75	5	5
NK46	1:2	1/40	100	80	76,50	2,58	22,52	22,67	83,45	2,07	4,5	5	4,5	5	6
NK47	1:2	1/30	100	80	73,41	3,49	22,78	23,05	81,27	2,076	4,5	5	4,75	5	6
NK48	1:2	1/50	100	80	76,45	2,21	22,69	22,79	84,43	2,07	4,5	5	4,5	5	6
NK49	1:2	1/40	80	80	76,05	2,70	25,64	25,79	83,99	3,02	4	5	4,5	5	6
NK50	1:2	1/30	80	80	77,47	2,71	22,40	22,56	83,08	1,93	4,5	5	4,75	5	6
NK51	1:2	1/50	80	80	78,11	2,36	24,02	24,13	84,37	2,13	4,25	5	4,5	5	6
NK52	1:2	1/40	120	80	70,01	3,65	21,14	21,45	80,19	2,19	5	5	4,75	5	3
NK53	1:2	1/30	120	80	66	4,44	21,03	21,50	78,06	3,40	5	5	4,75	5	4
NK54	1:2	1/50	120	80	71,48	3,22	20,18	20,44	80,91	2,11	5	5	4,5	5	3,5
NK55	1:0,5	1/40	100	60	79,32	0,92	18,71	18,74	87,18	1,19	4,5	5	4	5	4
NK56	1:0,5	1/30	100	60	78,66	1,24	18,5	18,54	86,15	1,30	4,5	5	4	5	4
NK57	1:0,5	1/50	100	60	80,48	0,76	20,23	20,24	87,84	1,26	3,5	5	5	5	4

Tablo 3.1. Keten kumaşın nar kabuğu kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$ ) ve  $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri devamı

NK58	1:0,5	1/40	80	60	80,41	-0,45	17,58	17,58	91,47	1,05	4,5	5	4,75	5	5
NK59	1:0,5	1/30	80	60	80,67	-0,38	19,02	19,03	91,17	1,26	3,75	5	4,75	5	5
NK60	1:0,5	1/50	80	60	80,87	-0,04	17,78	17,78	90,16	0,96	4,5	5	5	5	3,5
NK61	1:0,5	1/40	120	60	75,05	2,04	17,47	17,59	83,36	1,28	4,5	5	4,75	5	5
NK62	1:0,5	1/30	120	60	74,96	1,98	18,63	18,74	83,90	1,44	5	5	5	5	4
NK63	1:0,5	1/50	120	60	75,99	1,99	18,69	18,80	83,9	1,32	3,75	5	4,75	5	5
NK64	1:0,5	1/40	100	40	80,58	0,27	19,64	19,64	89,21	1,12	4,5	5	5	5	4
NK65	1:0,5	1/30	100	40	79,64	0,80	18,94	18,96	87,55	1,11	3,75	5	4,75	5	4
NK66	1:0,5	1/50	100	40	80,72	-0,07	17,79	17,79	90,24	1,03	4,5	5	4,75	5	4
NK67	1:0,5	1/40	80	40	80,69	-0,20	16,08	16,08	90,74	0,89	3,75	5	5	5	4,5
NK68	1:0,5	1/30	80	40	79,58	0,013	18,74	18,75	89,94	1,14	3,75	5	5	5	5,5
NK69	1:0,5	1/50	80	40	80,81	-0,27	18,41	18,41	90,83	1	4,5	5	5	5	3,5
NK70	1:0,5	1/40	120	40	76,97	1,28	18,29	18,33	85,99	1,26	4,25	5	4,75	5	3,5
NK71	1:0,5	1/30	120	40	75,19	1,95	19,50	19,60	84,28	1,52	4	5	5	5	4
NK72	1:0,5	1/50	120	40	77,2	1,46	19,21	19,26	85,64	1,293	4	5	5	5	4,5
NK73	1:0,5	1/40	100	80	79,49	0,55	18,37	18,37	88,26	1,13	4,5	5	5	5	4
NK74	1:0,5	1/30	100	80	77,37	0,80	17,6	17,62	87,42	1,21	4	5	5	5	4,5
NK75	1:0,5	1/50	100	80	78,02	0,94	18,39	18,42	87,11	1,26	4,25	5		5	5
NK76	1:0,5	1/40	80	80	81,72	0,27	18,43	18,43	89,14	1,01	3,5	5	5	5	4,5
NK77	1:0,5	1/30	80	80	80,09	-0,1	20,09	20,09	90,29	1,4	4	5	5	5	4
NK78	1:0,5	1/50	80	80	82,36	0,22	18,47	18,47	89,31	0,90	4	5	5	5	5,5
NK79	1:0,5	1/40	120	80	74,96	2,09	19,06	19,17	83,73	1,63	4,5	5	5	5	2
NK80	1:0,5	1/30	120	80	73,79	2,58	17,93	18,12	81,81	1,44	4,25	5	4,75	5	5
NK81	1:0,5	1/50	120	80	75,70	2,41	17,47	17,64	82,11	1,21	4,5	5	4,75	5	6

### 3.1.2. Kök Boya

Kök boya değirmende ğtlerek, ekstraksiyon yapılmadan direkt olarak Tablo 2.2.'de verilen reğeteye göre mordansız olarak boyamada kullanılmış ve boyanmış numunelerin K/S ve CIEL\*a\*b\* değerleri, ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri Tablo 3.2.'de sunulmuştur.



Tablo 3.3. Keten kumaşın kökboya kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$ ) ve  $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^\circ$	$K/S$	Yıkama Hashğı		Sürtme Hashğı		Işık Hashğı
											RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
KB1	1:1	1/40	100	60	56,25	20,09	5,283	20,79	14,69	1,89	4	4,75	3,25	4	2,5
KB2	1:1	1/30	100	60	54,34	19,69	6,576	20,76	18,48	1,60	3,75	4,5	3,5	4,25	3
KB3	1:1	1/50	100	60	56,29	20,83	5,83	21,64	15,63	1,92	3,5	4,5	4,75	4,5	2,5
KB4	1:1	1/40	80	60	56,27	20,52	5,643	21,30	15,35	1,95	3,75	4,5	3,25	4	2
KB5	1:1	1/30	80	60	54,68	20,77	4,97	21,36	13,45	2,06	3,5	4,5	2,75	4	3
KB6	1:1	1/50	80	60	57,17	20,74	4,396	21,21	11,93	1,79	3,75	4,25	3,25	4	2,5
KB7	1:1	1/40	120	60	53,4	18,60	4,516	19,14	13,65	2,14	4	4,5	3,5	4	2,5
KB8	1:1	1/30	120	60	53,43	17,55	5,45	18,39	17,26	2,13	3,5	4,5	3,25	4	3,5
KB9	1:1	1/50	120	60	54,57	18,35	4,793	18,97	14,64	1,98	3,75	4,5	2,5	3,5	2,5
KB10	1:1	1/40	100	40	55,75	21,17	5,223	21,81	13,85	1,90	3,5	4,75	2,75	3,75	3,5
KB11	1:1	1/30	100	40	52,63	20,36	5,62	21,13	15,42	2,2	3,5	4,75	2,5	3,75	2,5
KB12	1:1	1/50	100	40	56,11	21,49	5,066	22,08	13,25	1,96	4	4,75	3,25	4	3
KB13	1:1	1/40	80	40	56,96	20,70	6,876	21,82	18,36	1,90	3,75	4,25	3,25	4	2,5
KB14	1:1	1/30	80	40	54,42	20,24	6,723	21,35	18,34	1,70	3,75	4,25	2,75	4	2,5
KB15	1:1	1/50	80	40	55,98	21,23	5,233	21,87	13,84	1,98	3,75	4,25	3,5	4	2,5
KB16	1:1	1/40	120	40	55,56	18,51	4,473	19,04	13,56	1,87	4	4,5	3	4,25	3
KB17	1:1	1/30	120	40	56,54	17,80	4,22	18,30	13,31	1,72	3,5	4,5	3,25	4	2,5
KB18	1:1	1/50	120	40	56,02	19,18	4,642	19,74	13,57	1,716	3,75	4,5	3,25	4	2
KB19	1:1	1/40	100	80	55,65	19,78	5,63	20,57	15,86	1,98	4	4,75	3	4	2,5
KB20	1:1	1/30	100	80	54,52	19,58	5,686	20,39	16,18	1,96	4	4,75	2,75	4	2,5
KB21	1:1	1/50	100	80	56,24	19,83	5,8	20,66	16,29	1,89	4	4,75	3,75	4,25	2,5
KB22	1:1	1/40	80	80	55,44	20,22	8,49	22,01	22,63	1,83	3,5	4,5	3,25	4,25	2,5
KB23	1:1	1/30	80	80	54,63	19,52	7,416	20,9	20,83	2,34	3,75	4,5	3,5	4	3
KB24	1:1	1/50	80	80	56,52	20,56	6	21,42	16,28	1,92	3,75	4,25	3	3,75	2,5
KB25	1:1	1/40	120	80	53,91	17,04	4,61	17,65	15,13	1,98	4	4,5	3,25	4	2,5
KB26	1:1	1/30	120	80	52,94	16,59	5,403	17,47	18,03	2,14	3,5	4,5	3	3,75	3
KB27	1:1	1/50	120	80	54,66	17,31	5,28	18,11	16,97	1,94	4	4,5	3,25	4,5	3

Tablo 3.2. Keten kumaşın kökboya kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$ ) ve  $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri devamı

KB28	1:2	1/40	100	60	54,82	19,63	5,87	20,50	16,63	2,05	4	4,5	3,5	4,25	2,5
KB29	1:2	1/30	100	60	54,18	19,77	6,15	20,71	17,27	2,15	4	4,75	3,25	4,25	3
KB30	1:2	1/50	100	60	55,34	19,07	5,376	19,81	15,75	1,96	3,75	4,75	3,25	4	2,5
KB31	1:2	1/40	80	60	54,45	19,71	5,593	20,49	15,85	2,12	4	4,5	3	4	3,5
KB32	1:2	1/30	80	60	52,76	19,87	7,216	21,14	19,95	2,43	3,5	4,5	2,5	4,5	2,5
KB33	1:2	1/50	80	60	54,88	20,47	6,52	21,48	17,66	2,12	4	4,5	3	4,25	3
KB34	1:2	1/40	120	60	51,66	16,37	5,45	17,26	18,44	2,34	4,25	4,5	3	4,5	3
KB35	1:2	1/30	120	60	50,49	15,81	4,78	16,52	16,85	2,476	3,75	4,5	3,5	4,25	3,5
KB36	1:2	1/50	120	60	51,68	16,44	4,61	17,08	15,65	2,32	3,75	4,5	3,25	4	3
KB37	1:2	1/40	100	40	53,96	19,72	5,626	20,50	15,92	2,167	3,75	4,75	3,5	4	3
KB38	1:2	1/30	100	40	53,44	19,94	5,3	20,64	14,88	2,23	3,75	4,75	3	4,25	2,5
KB39	1:2	1/50	100	40	53,73	20,05	6,82	21,18	18,79	2,25	3,75	4,5	3,25	4	3
KB40	1:2	1/40	80	40	53,88	20,29	6,63	21,35	18,09	2,23	3,5	4,75	3,5	4	3
KB41	1:2	1/30	80	40	55,45	20,72	4,60	21,23	12,52	1,983	3,5	4,5	3,5	4,5	2,5
KB42	1:2	1/50	80	40	55,72	20,40	4,49	20,89	12,43	1,95	3,5	4,75	3	4	3
KB43	1:2	1/40	120	40	53,08	16,79	3,88	17,23	13,02	2,126	4	4,5	3,25	4,25	2,5
KB44	1:2	1/30	120	40	50,83	17,33	5,08	18,06	16,33	2,51	4	4,5	3	4	3,5
KB45	1:2	1/50	120	40	52,51	17	4,19	17,51	13,85	2,21	4,25	4,5	3	4	3
KB46	1:2	1/40	100	80	54,38	18,34	5,543	19,16	16,81	2,05	4	4,75	3,5	4,5	3
KB47	1:2	1/30	100	80	53,21	18,84	6,2	19,84	18,19	2,26	3,5	4,5	3	4	3
KB48	1:2	1/50	100	80	52,70	18,39	6,45	19,49	19,33	2,32	3,5	4,75	2,75	4	3
KB49	1:2	1/40	80	80	54,56	19,98	7,21	21,25	19,86	2,173	3,5	4,5	3,25	4	3
KB50	1:2	1/30	80	80	54,23	19,72	6,32	20,72	17,73	2,153	4	4,5	2,75	4	3,5
KB51	1:2	1/50	80	80	55,43	19,87	6,53	20,92	18,20	2,03	4,25	4,75	3	4	3
KB52	1:2	1/40	120	80	50,01	14,9	5,04	15,73	18,71	2,513	4	4,5	3,75	4,5	3,5
KB53	1:2	1/30	120	80	51,11	14,57	6,073	15,79	22,63	2,35	4,25	4,5	3,25	4,25	3,5
KB54	1:2	1/50	120	80	53,63	15,71	4,82	16,44	17,05	2,01	4	4,5	3,25	4	3

Tablo 3.2. Keten kumaşın kökboya kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab (L\*, a\*, b\*, C\*ve h°) ve K/S, ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri devamı

KB55	1:0,5	1/40	100	60	56,20	21,15	5,50	21,86	14,57	1,936	4,5	5	3,25	4,25	2,5
KB56	1:0,5	1/30	100	60	57,37	21,07	7,34	22,33	19,15	1,84	4	5	3,25	4	2
KB57	1:0,5	1/50	100	60	57,19	21,68	6,15	22,53	15,84	1,876	4,5	5	3,25	4,5	2,5
KB58	1:0,5	1/40	80	60	57,93	21,92	6,77	22,97	17,07	1,83	4	4,75	3	4,25	1,5
KB59	1:0,5	1/30	80	60	57,49	21,25	5,61	21,98	14,77	1,81	4	4,75	3,5	4,5	2
KB60	1:0,5	1/50	80	60	57,71	22,17	6,3	23,05	15,87	1,85	3,75	4,75	3,25	4,25	1,5
KB61	1:0,5	1/40	120	60	58,84	19,27	5,5	20,04	15,93	1,55	4,25	5	3,5	4,25	2,5
KB62	1:0,5	1/30	120	60	55,38	19,13	5,81	20	16,90	1,94	4,25	5	3,5	4	3
KB63	1:0,5	1/50	120	60	56,94	20,13	5,193	20,78	14,46	1,79	4,25	5	3,5	4,5	3
KB64	1:0,5	1/40	100	40	56,9	22,23	5,3	22,86	13,40	1,903	4	5	3,5	4	2,5
KB65	1:0,5	1/30	100	40	57,66	21,01	5,13	21,62	13,73	1,74	3,75	5	3,5	4	2
KB66	1:0,5	1/50	100	40	56,21	22,18	6,5	23,12	16,32	2,04	4	5	3	4	2,5
KB67	1:0,5	1/40	80	40	58,06	20,99	3,94	21,35	10,64	1,69	4	4,5	3,5	4,5	2
KB68	1:0,5	1/30	80	40	56,75	20,86	5,85	21,68	15,67	1,89	3,75	4,75	3,25	4,25	1
KB69	1:0,5	1/50	80	40	58,15	21,79	4,61	22,28	11,96	1,74	4	4,75	3,5	4	1,5
KB70	1:0,5	1/40	120	40	57,21	19,82	5,37	20,54	15,16	1,75	4,5	5	3,5	4	3
KB71	1:0,5	1/30	120	40	57,89	18,98	4,84	19,59	14,29	1,62	4,75	5	3,5	4,5	2,5
KB72	1:0,5	1/50	120	40	58,55	20,10	5,363	20,81	14,92	1,62	5	5	3,75	4,5	2,5
KB73	1:0,5	1/40	100	80	54,36	20,52	5,823	21,33	15,83	2,173	4,5	4,5	3,5	4,5	2
KB74	1:0,5	1/30	100	80	55,47	20,22	6,523	21,24	17,88	2,02	4	5	3	4,5	2
KB75	1:0,5	1/50	100	80	56,55	21,37	6,09	22,22	15,91	1,93	4,5	5	3,5	4	3
KB76	1:0,5	1/40	80	80	56,56	22,03	6,1	22,87	15,45	1,98	3,75	4,75	3,25	4,5	1,5
KB77	1:0,5	1/30	80	80	56,78	20,92	6,04	21,78	16,12	1,89	4	4,75	3,5	4,5	1,5
KB78	1:0,5	1/50	80	80	58,28	21,92	5,53	22,61	14,16	1,76	3,75	4,75	3,25	4,5	1,5
KB79	1:0,5	1/40	120	80	56,52	18,71	5,79	19,59	17,23	1,803	4,25	5	2,5	4	3
KB80	1:0,5	1/30	120	80	56,38	11,68	-5,44	22,59	10,43	2,02	4	5	3,75	4,75	2,5
KB81	1:0,5	1/50	120	80	56,91	19,58	6,25	20,55	17,72	1,78	4	5	3,25	4	3

### 3.1.3. Ceviz Kabuğu

Öğütölmüş ceviz kabukları ile Tablo 2.2.'de verilen parametrelere göre yapılan mordansız boyamaların sonucunda elde edilen veriler Tablo 3.3.'de sunulmuştur.



Tablo 3.4. Keten kumaşın ceviz kabuğu kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$ ) ve  $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^\circ$	$K/S$	Yıkama Haslığı		Sürtme haslığı		Işık Haslığı
											RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
CK1	1:1	1/40	100	60	56,24	3,01	9,53	10,02	72,53	2,21	4,75	5	4,75	4	4,5
CK2	1:1	1/30	100	60	55,53	2,91	9,473	9,90	72,86	2,28	4,75	5	4,5	3	5
CK3	1:1	1/50	100	60	57,3	2,91	9,543	9,98	73,02	2,06	5	5	4,5	5	3,5
CK4	1:1	1/40	80	60	59,45	3,10	10,04	10,51	72,84	1,86	4,25	5	4,5	4	4
CK5	1:1	1/30	80	60	57,21	3,11	9,32	9,83	71,53	2,05	4,5	5	4,25	4	4
CK6	1:1	1/50	80	60	61,80	3,01	9,39	9,85	72,22	1,55	4,5	5	4,75	5	4,5
CK7	1:1	1/40	120	60	52,04	3,16	9,16	9,7	70,93	2,8	5	5	4,25	5	4
CK8	1:1	1/30	120	60	51,52	3,24	9,30	9,85	70,76	2,91	5	5	4,25	4,75	4
CK9	1:1	1/50	120	60	54,01	3,02	8,63	9,15	70,72	2,40	5	5	4,75	5	4
CK10	1:1	1/40	100	40	55,70	3,07	9,57	10,05	72,17	2,28	5	5	4,5	5	3,5
CK11	1:1	1/30	100	40	56,61	3,08	9,37	9,86	71,77	2,15	4,75	5	4,5	5	3,5
CK12	1:1	1/50	100	40	57,88	3,04	9,34	9,82	71,98	1,97	4,75	5	4,75	5	3
CK13	1:1	1/40	80	40	60,49	3,1	9,49	9,98	71,88	1,68	4,25	5	4,75	5	2,5
CK14	1:1	1/30	80	40	58,93	3,09	9,96	10,43	72,76	1,913	4,5	5	4,75	5	4
CK15	1:1	1/50	80	40	61,58	3,04	9,48	9,95	72,17	1,576	4,25	5	4,75	4	3,5
CK16	1:1	1/40	120	40	52,32	3,25	9,6	10,14	71,27	2,84	5	5	4,5	5	4
CK17	1:1	1/30	120	40	51,89	3,06	9,35	9,84	71,85	2,86	5	5	4,5	5	4
CK18	1:1	1/50	120	40	54,42	3,02	8,89	9,39	71,24	2,37	5	5	4,75	5	4,5
CK19	1:1	1/40	100	80	56,23	3,04	9,71	10,18	72,65	2,24	4,75	5	4,5	5	4,5
CK20	1:1	1/30	100	80	54,19	3,14	10,59	11,05	73,42	2,67	4,75	5	4,5	5	5
CK21	1:1	1/50	100	80	57,17	2,95	10,12	10,54	73,74	2,17	4,5	5	4	4,75	5
CK22	1:1	1/40	80	80	59,32	3,09	9,87	10,34	72,60	1,866	4,25	5	4,5	5	5
CK23	1:1	1/30	80	80	57,92	3,29	10,24	10,76	72,17	2,08	4,5	5	4,5	5	3,5
CK24	1:1	1/50	80	80	60,99	3,26	9,516	10,06	71,07	1,646	4,25	5	4,75	5	4
CK25	1:1	1/40	120	80	51,82	3,23	9,16	9,72	70,57	29,82	5	5	4,75	5	4
CK26	1:1	1/30	120	80	51,39	3,31	9,38	9,95	70,56	29,96	5	5	4,75	5	4
CK27	1:1	1/50	120	80	53,52	2,99	8,63	9,13	70,86	2,48	5	5	4,5	4	5



Tablo 3.3. Keten kumaşın ceviz kabuğu kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  ve  $h^\circ$ ) ve  $K/S$ , ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri devamı

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$C^*$	$h^\circ$	$K/S$	Yıkama haslığı		Sürtme haslığı		Işık haslığı
											RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
CK28	1:2	1/40	100	60	51,5	3,203	10,02	10,52	72,28	3,07	5	5	4,75	4	5
CK29	1:2	1/30	100	60	50,85	3,16	9,79	10,28	72,11	3,16	5	5	4,25	4,75	4,5
CK30	1:2	1/50	100	60	51,83	3,27	9,61	10,14	71,2	2,93	5	5	4,5	4,75	4
CK31	1:2	1/40	80	60	54,32	3,55	10,35	10,94	71,08	2,62	4,75	5	4,5	5	4
CK32	1:2	1/30	80	60	54,95	3,48	10,07	10,65	70,93	2,48	4,5	5	4,75	5	4,5
CK33	1:2	1/50	80	60	57,98	3,7	11,62	12,19	72,32	2,22	4,75	5	4,25	5	4
CK34	1:2	1/40	120	60	49,67	3,54	9,93	10,55	70,37	3,44	5	5	4,25	5	5
CK35	1:2	1/30	120	60	48,31	3,75	10,55	11,20	70,41	3,89	5	5	4,5	5	5,5
CK36	1:2	1/50	120	60	50,06	3,463	9,19	9,83	69,32	3,22	5	5	4	4,75	4,5
CK37	1:2	1/40	100	40	51,95	3,23	10,31	10,81	72,61	3,04	5	5	4,5	5	4,5
CK38	1:2	1/30	100	40	50,11	3,483	10,02	10,61	70,78	3,32	5	5	5	5	6
CK39	1:2	1/50	100	40	52,73	3,29	9,75	10,29	71,37	2,81	5	5	4,5	5	5,5
CK40	1:2	1/40	80	40	56,72	3,433	10,10	10,67	71,22	2,21	4,5	5	4,75	5	4,5
CK41	1:2	1/30	80	40	55,31	3,413	10,63	11,16	72,18	2,49	4,5	5	4,5	5	4,5
CK42	1:2	1/50	80	40	58,43	3,27	10,20	10,71	72,24	2	4,75	5	4,75	5	3,5
CK43	1:2	1/40	120	40	48,04	3,32	9,6	10,16	70,90	3,73	4,75	5	4,5	4,75	4,5
CK44	1:2	1/30	120	40	47,21	3,52	9,76	10,37	70,13	3,99	5	5	4,25	4,75	5
CK45	1:2	1/50	120	40	50,07	3,36	9,42	10,01	70,36	3,25	5	5	4,5	4,75	5
CK46	1:2	1/40	100	80	50,29	3,32	10,03	10,56	71,66	3,33	5	5	4,5	4,75	5,5
CK47	1:2	1/30	100	80	49,05	3,54	10,45	11,04	71,27	3,7	5	5	4,5	4,75	5
CK48	1:2	1/50	100	80	52,64	3,29	10,05	10,58	71,89	2,87	5	5	4,5	5	5,5
CK49	1:2	1/40	80	80	57,66	3,73	11,07	11,69	71,37	2,21	4,75	5	4,5	5	4
CK50	1:2	1/30	80	80	57,44	3,66	10,89	11,49	71,42	2,23	4,75	5	4,5	5	4
CK51	1:2	1/50	80	80	58,75	3,49	11,04	11,57	72,45	2,05	4,75	5	4,5	5	3,5
CK52	1:2	1/40	120	80	48,14	3,47	9,7	10,30	70,33	3,73	5	5	4,25	4,75	5
CK53	1:2	1/30	120	80	49,87	3,97	10,76	11,47	69,76	3,54	5	5	4,25	4,75	6
CK54	1:2	1/50	120	80	48,86	3,31	9,18	9,76	70,13	3,43	5	5	4	4,5	5

Tablo 3.3. Keten kumaşın ceviz kabuğu kullanılarak boyanması sonucu elde edilen numunelerin CIELab (L\*, a\*, b\*, C\*ve h°) ve K/S, ışık, yıkama ve sürtünme haslık değerleri devamı

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama haslığı		Sürtme haslığı		Işık haslığı
											RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
											5	5	4,5	5	3
CK56	1:0,5	1/30	100	60	62,24	3,12	9,793	10,28	72,31	1,51	5	5	4,75	5	3,5
CK57	1:0,5	1/50	100	60	65,52	2,81	8,58	9,03	71,82	1,14	5	5	4,75	5	3
CK58	1:0,5	1/40	80	60	66,28	3,243	9,67	10,2	71,45	1,166	4,75	5	5	5	3
CK59	1:0,5	1/30	80	60	63,32	3,29	10,05	10,58	71,86	1,436	5	5	4,75	5	4
CK60	1:0,5	1/50	80	60	67,56	2,98	9,15	9,63	71,94	1,036	5	5	4,75	5	2,5
CK61	1:0,5	1/40	120	60	59,99	2,94	8,65	9,14	71,20	1,63	5	5	4,75	5	4,5
CK62	1:0,5	1/30	120	60	58,76	2,92	9,21	9,	72,38	1,8	5	5	4,75	5	4
CK63	1:0,5	1/50	120	60	60,48	3,05	8,98	9,48	71,24	1,60	5	5	4,75	5	4,5
CK64	1:0,5	1/40	100	40	63,72	2,87	9,18	9,62	72,62	1,32	5	5	4,75	5	3,5
CK65	1:0,5	1/30	100	40	62,08	3,05	9,84	10,31	72,74	1,52	5	5	4,75	5	3
CK66	1:0,5	1/50	100	40	64,56	2,82	9,31	9,73	73,17	1,26	5	5	4,75	5	3
CK67	1:0,5	1/40	80	40	65,67	3,06	9,81	10,28	72,67	1,22	4,75	5	5	5	4
CK68	1:0,5	1/30	80	40	66,26	3,18	9,813	10,31	72,06	1,173	5	5	5	5	3,5
CK69	1:0,5	1/50	80	40	67,67	3,12	9,68	10,17	72,1	1,066	4,75	5	4,75	5	2,5
CK70	1:0,5	1/40	120	40	61,26	2,80	8,82	9,253	72,37	1,51	5	5	4,75	5	4
CK71	1:0,5	1/30	120	40	60,78	2,77	8,9	9,323	72,69	1,58	5	5	4,5	5	3,5
CK72	1:0,5	1/50	120	40	61,34	2,73	8,81	9,22	72,73	1,50	5	5	4,75	5	3
CK73	1:0,5	1/40	100	80	63,28	2,9	9,47	9,90	72,97	1,37	5	5	4,75	5	3
CK74	1:0,5	1/30	100	80	62,23	2,97	9,61	10,05	72,77	1,5	5	5	4,5	5	3
CK75	1:0,5	1/50	100	80	63,48	2,93	9,21	9,66	72,46	1,34	5	5	4,75	5	3
CK76	1:0,5	1/40	80	80	65,02	3,09	9,91	10,38	72,68	1,27	5	5	4,75	5	4
CK77	1:0,5	1/30	80	80	63,43	3,16	9,743	10,24	71,99	1,38	5	5	4,75	5	4
CK78	1:0,5	1/50	80	80	61,55	4,41	10,94	11,79	68,03	1,7	5	5	4,5	5	4
CK79	1:0,5	1/40	120	80	59,41	3,01	8,73	9,24	71	1,69	5	5	4,5	5	4
CK80	1:0,5	1/30	120	80	59,62	2,99	9,49	9,95	72,48	1,72	5	5	4,5	4,75	4,5
CK81	1:0,5	1/50	120	80	60,12	3,11	8,77	9,31	70,47	1,63	5	5	4,5	4,75	4,5

### 3.2. TOPSIS Metodu Kullanılarak Doğal Boyarmaddeler İle Boyanan Keten Kumaşın Kullanım Yerine Göre Boyama Parametrelerinin Seçimi

Çalışmanın bu bölümünde günlük yaşantımızda sıklıkla kullandığımız keten kumaşların belirlediğimiz doğal boyarmaddeler ile boyandıktan sonra, kullanım yerlerine göre uygun haslık değerleri dikkate alınarak, boyama parametrelerinin seçimi için çok kriterli karar verme bilimsel metotlardan biri olan TOPSIS metodu kullanılarak boyama parametresi seçimi yapılmıştır.

Keten kumaşın kullanım yerleri çocuk gömlekleri, ayakkabı-çanta, fon perde ve masa örtüsü olarak belirlenmiştir. Böylelikle giysiden ev tekstiline, farklı ihtiyaçlar için önem arz edecek TOPSIS analizi sonucu elde edilmiş haslık değerleri göz önüne alınarak her bir ürün grubu için uygun boyama parametreleri tasarımına yönelik çalışmalar yürütülmüş ve RC\* (TOPSIS ağırlık indeksi) değerlerine ait veriler tablolaştırılmıştır.

Nar kabuğu ile boyanmış keten kumaşların, haslıklar dikkate alınarak farklı ürün gruplarına göre boyama işlemi alternatiflerinin en uygun çalışma koşulundan başlayarak sıralaması Tablo 3.4'de verilmiştir

Tablo 3.5. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre nar kabuğu ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması

Çocuk Gömleği		Perde		Ayakkabı Çanta		Masa Örtüsü	
RC*	Sıralama <sup>a</sup>	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama
0,925677	28	0,979494	35	0,96365	28	0,927963	35
0,925677	30	0,979494	36	0,96365	30	0,927963	36
0,912691	35	0,979494	44	0,947829	35	0,927963	44
0,912691	36	0,971489	28	0,947829	36	0,918695	28
0,912691	44	0,971489	30	0,947829	44	0,918695	30
0,881958	38	0,946807	39	0,944602	39	0,891167	38
0,876251	39	0,946807	47	0,944602	47	0,861871	63
0,876251	47	0,946807	50	0,944602	50	0,85292	39
0,876251	50	0,944167	42	0,929312	42	0,85292	47
0,856045	42	0,944167	46	0,929312	46	0,85292	50
0,856045	46	0,944167	48	0,929312	48	0,852051	29
0,856045	48	0,92253	81	0,923571	81	0,840871	42
0,830684	29	0,920795	2	0,912327	2	0,840871	46
0,825224	81	0,920795	51	0,912327	51	0,840871	48
0,822665	63	0,899102	10	0,902455	10	0,827501	37
0,811124	2	0,897836	49	0,893814	49	0,792548	59

Tablo 3.4. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre nar kabuğu ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması devamı

Çocuk Gömleği		Perde		Ayakkabı Çanta		Masa Örtüsü	
RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama
0,811124	51	0,877392	38	0,881798	22	0,792548	61
0,793171	37	0,876609	22	0,881798	40	0,792548	80
0,778083	59	0,876609	40	0,875207	38	0,787091	81
0,778083	61	0,875626	14	0,874899	14	0,778933	2
0,778083	80	0,875626	41	0,874899	41	0,778933	51
0,775974	10	0,874256	29	0,856118	13	0,774419	31
0,765316	49	0,854274	13	0,855841	29	0,754513	33
0,752975	78	0,841568	78	0,845959	78	0,750295	53
0,739864	43	0,834483	11	0,842531	11	0,747149	67
0,739864	45	0,824865	68	0,830803	68	0,747149	74
0,729519	22	0,824547	16	0,828569	16	0,735048	43
0,729519	40	0,764757	63	0,762921	63	0,735048	45
0,728684	1	0,760632	37	0,755749	37	0,727674	1
0,727165	33	0,755564	59	0,754864	59	0,723792	10
0,720973	31	0,755564	61	0,754864	61	0,722311	32
0,720949	14	0,755564	80	0,754864	80	0,717574	49
0,720949	41	0,752897	33	0,748176	43	0,707947	78
0,710947	67	0,747916	43	0,748176	45	0,697127	54
0,710947	74	0,747916	45	0,744236	1	0,696532	57
0,705652	68	0,747337	1	0,741941	75	0,696532	62
0,702942	75	0,738844	75	0,739963	7	0,696385	76
0,700426	16	0,738556	7	0,737507	33	0,692966	65
0,697135	7	0,737999	21	0,73615	21	0,687002	8
0,687324	21	0,716021	58	0,720011	58	0,687002	19
0,679125	13	0,690167	4	0,694034	4	0,678887	34
0,67817	76	0,677135	24	0,68232	24	0,677582	75
0,67767	53	0,645922	31	0,641981	67	0,673628	7
0,651555	32	0,640907	67	0,641981	74	0,669239	55
0,646763	11	0,640907	74	0,641935	31	0,669239	56
0,640458	72	0,63416	76	0,636109	76	0,384	21
0,63997	57	0,626533	72	0,629464	72	0,664056	22
0,63997	62	0,617412	17	0,616978	17	0,664056	40
0,634241	65	0,61687	23	0,613295	23	0,658894	14
0,626149	8	0,579495	5	0,580733	5	0,658894	41
0,626149	19	0,561463	20	0,569588	20	0,658623	52
0,610278	58	0,541653	53	0,539139	53	0,650612	71
0,609533	54	0,534628	32	0,530478	32	0,648628	26
0,609397	71	0,528303	57	0,529671	57	0,646213	68
0,604854	55	0,528303	62	0,529671	62	0,64513	70
0,604854	56	0,527913	65	0,527001	65	0,64243	16
0,595306	34	0,527498	8	0,524146	8	0,639379	72

Tablo 3.4. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre nar kabuğu ile yapılmış bovama alternatiflerinin sıralanması devamı

Çocuk Gömleği		Perde		Ayakkabı Çanta		Masa Örtüsü	
RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama
0,585001	17	0,527498	19	0,524146	19	0,604103	13
0,575357	26	0,526601	55	0,523155	71	0,601772	18
0,575042	23	0,526601	56	0,518083	55	0,597496	73
0,57432	73	0,520783	71	0,518083	56	0,593003	25
0,5693	70	0,51295	73	0,516382	73	0,569779	17
0,567221	25	0,512531	25	0,513544	25	0,563315	23
0,562423	52	0,504922	64	0,509439	64	0,56051	9
0,538202	18	0,504491	66	0,50653	66	0,55835	11
0,536536	64	0,496825	77	0,502424	77	0,553195	58
0,528597	66	0,495945	3	0,496452	3	0,545549	27
0,525901	4	0,495078	6	0,490561	6	0,540554	64
0,497939	77	0,438912	54	0,433018	54	0,535318	66
0,49455	27	0,430026	34	0,427682	34	0,500836	60
0,493626	24	0,421036	26	0,4229	26	0,500836	69
0,481566	9	0,420505	70	0,419267	70	0,482699	77
0,480086	3	0,410901	18	0,410839	18	0,470435	3
0,473903	60	0,400855	27	0,39904	27	0,459446	6
0,473903	69	0,392669	60	0,398584	60	0,45553	79
0,463464	6	0,392669	69	0,398584	69	0,258	4
0,4307	5	0,374225	12	0,375718	12	0,402631	24
0,398058	20	0,366595	15	0,369054	15	0,370795	12
0,376871	79	0,349073	52	0,344625	52	0,35487	5
0,374792	12	0,31046	9	0,31031	9	0,314021	15
0,33712	15	0,168672	79	0,178826	79	0,309306	20

a: Farklı üretim parametreleri ile oluşturulmuş alternatiflerin sıralaması

Kök boya ile boyanmış keten kumaşların, haslıklar dikkate alınarak farklı ürün gruplarına göre boyama işlemi alternatiflerinin sıralaması Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.6. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre kök boya ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması

Çocuk Gömleği		Perde		Ayakkabı Çanta		Masa Örtüsü	
RC*	Sıralama <sup>a</sup>	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama
0,778427	52	0,89928	53	0,856537	52	0,830174	72
0,772712	72	0,896919	52	0,822142	35	0,806512	70
0,763218	70	0,875565	31	0,818503	53	0,806512	75
0,763218	75	0,875565	44	0,788614	8	0,8039	71
0,759271	63	0,872929	35	0,786502	31	0,792859	63
0,746376	53	0,869209	50	0,786502	44	0,788	62
0,745965	62	0,849292	8	0,768375	50	0,781777	52
0,743268	71	0,838447	10	0,767417	63	0,775534	53
0,735104	46	0,808097	70	0,762202	70	0,770445	57
0,727137	35	0,808097	75	0,762202	75	0,766866	55
0,714404	80	0,803294	63	0,75955	46	0,759766	61
0,709055	57	0,800227	62	0,75651	62	0,75947	46
0,70819	61	0,794808	34	0,750047	10	0,750239	80
0,707521	27	0,79299	46	0,745572	2	0,748536	34
0,707304	29	0,792866	51	0,742	27	0,74576	51
0,704684	55	0,791915	45	0,74096	37	0,741376	21
0,703859	34	0,788884	27	0,739718	29	0,740335	29
0,703631	21	0,788699	29	0,739524	23	0,740299	45
0,703356	81	0,787396	81	0,734702	81	0,739968	73
0,700968	2	0,786974	12	0,733987	12	0,738198	81
0,700808	12	0,786038	54	0,732627	54	0,738074	27
0,700185	3	0,784812	79	0,73246	34	0,73523	12
0,699343	31	0,784231	16	0,73211	40	0,731259	35
0,699343	44	0,784231	33	0,725169	39	0,729604	54
0,69885	37	0,779536	2	0,724728	51	0,728077	31
0,697718	51	0,778789	37	0,723462	45	0,728077	44
0,696442	54	0,777882	23	0,72246	16	0,726939	64
0,694247	23	0,77499	39	0,72246	33	0,723231	28
0,693712	45	0,766292	40	0,716875	49	0,719247	16
0,681598	64	0,762734	49	0,703654	42	0,719247	33
0,680936	16	0,760502	42	0,702	47	0,718377	7
0,680936	33	0,759677	47	0,696315	26	0,717466	37
0,680787	28	0,757722	26	0,693778	79	0,716753	2
0,678288	50	0,757102	48	0,68893	48	0,714871	79
0,677134	8	0,756294	5	0,687805	5	0,712675	50
0,674572	7	0,668394	72	0,657611	72	0,711894	23
0,674307	39	0,66154	71	0,644677	3	0,710751	1
0,67307	40	0,653497	57	0,643665	71	0,710064	43
0,669455	73	0,652729	55	0,63724	80	0,699857	66

Tablo 3.5. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre kök boya ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması devamı

Çocuk Gömleği		Perde		Ayakkabı Çanta		Masa Örtüsü	
RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama
0,661853	43	0,647065	61	0,630232	21	0,699144	3
0,660184	1	0,64171	80	0,628569	61	0,699066	39
0,657404	79	0,639909	21	0,62814	57	0,69835	59
0,650084	49	0,637848	64	0,624808	55	0,696975	19
0,646146	15	0,63781	28	0,619733	28	0,69338	67
0,682	25	0,636816	7	0,61745	64	0,689474	25
0,643969	66	0,636159	43	0,615478	7	0,682951	20
0,641339	19	0,635773	1	0,609795	43	0,682723	56
0,638024	30	0,634402	66	0,607816	41	0,682671	40
0,637555	10	0,633975	19	0,60678	1	0,681089	8
0,637259	59	0,633458	25	0,606616	15	0,680813	30
0,63703	41	0,632035	20	0,602757	25	0,680511	15
0,635237	42	0,627004	15	0,599373	30	0,677559	74
0,633428	67	0,626751	30	0,597463	66	0,672248	38
0,631387	47	0,625957	38	0,596925	6	0,669158	6
0,628878	6	0,625634	3	0,596925	13	0,669158	13
0,628878	13	0,625384	6	0,596614	19	0,666003	49
0,625191	38	0,625384	13	0,594473	22	0,665154	65
0,625184	26	0,622477	24	0,593269	38	0,662513	77
0,62291	20	0,621735	14	0,590369	17	0,661478	41
0,616729	48	0,619799	41	0,58633	20	0,658661	42
0,615224	56	0,618051	9	0,582513	24	0,656428	10
0,615106	22	0,617392	22	0,576864	14	0,656215	69
0,613132	5	0,61642	17	0,576816	36	0,653954	47
0,609663	17	0,612615	32	0,567558	32	0,652594	24
0,608862	65	0,610365	11	0,559826	9	0,649246	26
0,608245	74	0,578506	36	0,557687	11	0,647291	22
0,605657	24	0,511375	73	0,502688	73	0,647003	4
0,594473	14	0,492628	59	0,487327	59	0,647003	18
0,587109	4	0,49207	67	0,486238	67	0,64613	48
0,587109	18	0,490854	74	0,473561	56	0,645072	14
0,586648	77	0,490423	56	0,473525	74	0,643328	17
0,578517	69	0,481207	65	0,472308	65	0,641658	5
0,571951	9	0,478829	4	0,462206	4	0,640398	58
0,568915	32	0,478829	18	0,462206	18	0,629479	9
0,5591	11	0,374426	77	0,374624	77	0,626586	76
0,557489	58	0,372703	69	0,366661	69	0,626586	78
0,553341	76	0,371508	58	0,35713	58	0,623851	60
0,553341	78	0,360423	76	0,352	76	0,61531	32
0,549387	60	0,360423	78	0,352	78	0,609428	11
0,509844	68	0,359414	60	0,35198	60	0,593559	68
0,338121	36	0,289115	68	0,284541	68	0,257766	36

a: Farklı üretim parametreleri ile oluşturulmuş alternatiflerin sıralaması

Ceviz kabuğu ile boyanmış keten kumaşların, haslıklar dikkate alınarak farklı ürün gruplarına göre boyama işlemi alternatiflerinin sıralaması Tablo 3.6'da verilmiştir

Tablo 3.7. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre ceviz kabuğu ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması

Çocuk Gömleği		Perde		Ayakkabı Çanta		Masa Örtüsü	
RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama
0,900414	35	0,976526	38	0,978647	38	0,916331	38
0,900414	39	0,965418	53	0,917672	53	0,846589	35
0,900414	48	0,85729	35	0,853606	35	0,846589	39
0,897521	53	0,85729	39	0,853606	39	0,846589	48
0,894825	46	0,85729	48	0,853606	48	0,844047	53
0,838984	20	0,856416	46	0,849797	46	0,83406	46
0,838772	45	0,71664	34	0,722584	20	0,743435	45
0,838772	47	0,716588	45	0,719818	45	0,743435	47
0,829147	34	0,716588	47	0,719818	47	0,738835	20
0,825255	44	0,716168	20	0,718393	34	0,734672	34
0,825255	52	0,715771	44	0,71749	22	0,722541	44
0,815194	22	0,715771	52	0,714581	44	0,722541	52
0,808271	28	0,713407	54	0,714581	52	0,681019	54
0,801614	54	0,711931	28	0,705046	21	0,678413	28
0,801207	27	0,711373	27	0,702353	54	0,672798	18
0,798241	21	0,710956	21	0,700371	28	0,672798	61
0,790586	18	0,71005	22	0,696923	27	0,672798	63
0,790586	61	0,697805	2	0,649785	2	0,668754	22
0,790586	63	0,578575	18	0,596416	18	0,666162	27
0,784396	37	0,578575	61	0,596416	61	0,661703	37
0,781504	19	0,578575	63	0,596416	63	0,657475	21
0,780812	6	0,57812	37	0,593846	6	0,647405	80
0,780812	32	0,576858	80	0,593846	32	0,647405	81
0,780812	40	0,576858	81	0,593846	40	0,646009	19
0,780758	80	0,57669	19	0,593548	37	0,632991	29
0,780758	81	0,576327	29	0,592437	19	0,632462	6
0,777853	43	0,575725	36	0,590977	41	0,632462	32
0,774943	41	0,575417	43	0,588245	80	0,632462	40
0,771711	29	0,575355	6	0,588245	81	0,630516	43
0,760436	36	0,575355	32	0,5871	43	0,621933	41
0,755674	1	0,575355	40	0,584801	29	0,616865	36
0,734655	9	0,574899	41	0,580908	36	0,584105	9
0,734655	25	0,571266	1	0,56958	1	0,584105	25
0,734655	26	0,441164	9	0,472942	67	0,584105	26
0,734655	59	0,441164	25	0,471273	9	0,584105	59
0,734655	62	0,441164	26	0,471273	25	0,584105	62
0,734655	70	0,441164	59	0,471273	26	0,584105	70
0,734655	76	0,441164	62	0,471273	59	0,584105	76
0,734655	77	0,441164	70	0,471273	62	0,584105	77
0,734631	67	0,441164	76	0,471273	70	0,576083	67
0,730101	16	0,441164	77	0,471273	76	0,574773	16



Tablo 3.6. Çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü için haslık verilerine göre ceviz kabuğu ile yapılmış boyama alternatiflerinin sıralanması devamı

Çocuk Gömleği		Perde		Ayakkabı Çanta		Masa Örtüsü	
RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama	RC*	Sıralama
0,730101	17	0,440659	16	0,471273	77	0,574773	17
0,730101	78	0,440659	17	0,468509	14	0,574773	78
0,730101	79	0,440659	78	0,468321	16	0,574773	79
0,727688	31	0,440659	79	0,468321	17	0,570857	1
0,727688	49	0,440209	7	0,468321	78	0,564158	7
0,727688	50	0,439716	67	0,468321	79	0,558264	31
0,727325	14	0,438642	30	0,467291	24	0,558264	49
0,726974	2	0,43864	31	0,46687	31	0,558264	50
0,72655	30	0,43864	49	0,46687	49	0,557448	30
0,723607	7	0,43864	50	0,46687	50	0,547914	14
0,721237	33	0,438189	8	0,465543	7	0,547529	33
0,720247	24	0,438188	33	0,464084	33	0,546477	8
0,720059	8	0,437401	14	0,460395	30	0,536046	2
0,692042	5	0,435942	24	0,457552	8	0,526921	24
0,691552	4	0,428734	5	0,432177	4	0,516723	68
0,687251	68	0,427734	4	0,43042	5	0,508517	56
0,685038	56	0,309372	68	0,361724	68	0,508517	64
0,685038	64	0,308457	56	0,357372	56	0,499893	3
0,682878	42	0,308457	64	0,357372	64	0,499893	10
0,681421	3	0,307742	3	0,355376	42	0,499893	71
0,681421	10	0,307742	10	0,353759	3	0,491202	42
0,681421	71	0,307742	71	0,353759	10	0,481991	11
0,679263	11	0,305209	42	0,353759	71	0,481991	51
0,679263	51	0,304479	11	0,351723	11	0,463954	23
0,67554	23	0,304479	51	0,351723	51	0,448739	57
0,65233	15	0,302195	23	0,350215	23	0,448739	65
0,641936	58	0,289425	15	0,307852	15	0,448739	66
0,641811	57	0,189762	57	0,269502	58	0,448739	72
0,641811	65	0,189762	65	0,266221	57	0,448739	73
0,641811	66	0,189762	66	0,266221	65	0,448739	75
0,641811	72	0,189762	72	0,266221	66	0,440528	55
0,641811	73	0,189762	73	0,266221	72	0,440528	74
0,641811	75	0,189762	75	0,266221	73	0,440258	58
0,639817	12	0,188561	55	0,266221	75	0,430634	12
0,638789	55	0,188561	74	0,263534	12	0,429143	5
0,638789	74	0,185652	58	0,261629	55	0,421091	4
0,604806	60	0,183947	12	0,261629	74	0,406038	60
0,602935	69	0,123615	60	0,21649	60	0,388221	69
0,597239	13	0,115181	69	0,213559	69	0,362983	13
0,452185	38	0,107562	13	0,210856	13	0,349529	15

a: Farklı üretim parametreleri ile oluşturulmuş alternatiflerin sıralaması

## 4. BÖLÜM

### TARTIŞMA ve SONUÇ-ÖNERİLER

Tez çalışmasında mordan kullanılmadan 3 farklı doğal boyarmadde kaynağı ile %100 keten kumaşın renklendirilme tasarımları yapılmıştır. Boyamalar sonucu elde edilen renk ve haslık değerleri ve TOPSIS metodu sonuçları, tezin '3. Bölüm-Bulgular' Bölümünde verilmiştir. Elde edilen verilerin sonuçlarına ait tartışma ise bu bölümde incelenecektir.

#### 4.1. Kullanılan Doğal Boyarmaddelerle Elde Edilen Renkler ve Haslıklar

% 100 keten lifinden yapılmış dokuma kumaşlar, üç farklı doğal boyarmadde kaynağı ile, farklı konsantrasyon, farklı boyama flottesi ve farklı boyarmadde miktarları kullanılarak renklendirilmişlerdir. Keten kumaşlar, öğütülmüş nar kabuğu, ceviz kabuğu ve kök boyadan oluşan üç farklı doğal boyarmadde ile mordan kullanılmadan boyanmıştır. Boyama işlemi sonrasında keten kumaşlar yıkanmış ve ardından K/S renk verimi ve haslık testleri ile renk performansları belirlenmiştir.

Renk verimi (K/S), test edilen bir kaynağın boyamacılık için kullanılabilir olduğunun göstergesi olduğundan son derece önemlidir. Yapılan boyamalar sonrasında seçilen doğal boyarmadde kaynaklarının keten kumaşları renklendirdiğini ve elde edilen renk verimliliklerinin farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada farklı işlem parametreleri ile farklı renk tonları ve haslık değerlerinin elde edildiği saptanmıştır.





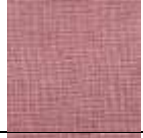








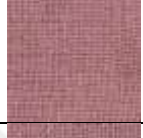

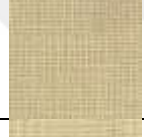



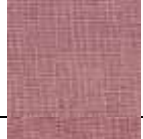


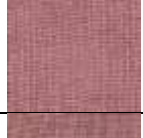





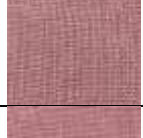


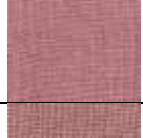




Yapılan çalışmalar sonucunda farklı miktarlarda nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu bitkileri kullanarak keten kumaş üzerinde sarı, pembe, gül kurusu ve vizon, haki, kahve renklerine yakın renklerin elde edildiği görülmüştür (Tablo 4.1). Elde edilen renklerin

kullanılan boyama parametrelerine göre değişkenlik arz edebileceği yine yapılan çalışmalar sonrasında anlaşılmıştır ( Tablo 3.1, 3.2, 3.3).




















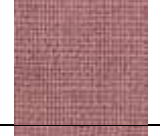





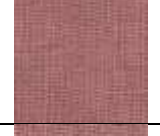


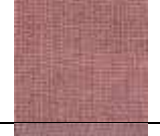







Tablo 4.1. Farklı işlem parametreleri ile keten kumaş numunelerinin nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu ile boyanması sonucu açığa çıkan renkler

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Nar Kabuğu	Kök Boya	Ceviz Kabuğu
1	1:1	1/40	100	60			
2	1:1	1/30	100	60			
3	1:1	1/50	100	60			
4	1:1	1/40	80	60			
5	1:1	1/30	80	60			
6	1:1	1/50	80	60			
7	1:1	1/40	120	60			
8	1:1	1/30	120	60			
9	1:1	1/50	120	60			
10	1:1	1/40	100	40			
11	1:1	1/30	100	40			


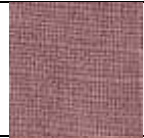


















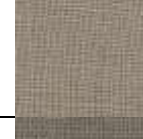
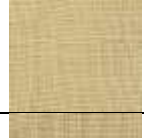



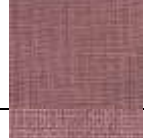










Tablo 4.1. Farklı işlem parametreleri ile keten kumaş numunelerinin nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu ile boyanması sonucu açığa çıkan renkler devamı

12	1:1	1/50	100	40			
13	1:1	1/40	80	40			
14	1:1	1/30	80	40			
15	1:1	1/50	80	40			
16	1:1	1/40	120	40			
17	1:1	1/30	120	40			
18	1:1	1/50	120	40			
19	1:1	1/40	100	80			
20	1:1	1/30	100	80			
21	1:1	1/50	100	80			
22	1:1	1/40	80	80			
23	1:1	1/30	80	80			

Tablo 4.1. Farklı işlem parametreleri ile keten kumaş numunelerinin nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu ile boyanması sonucu açığa çıkan renkler devamı















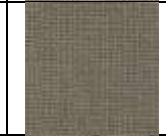

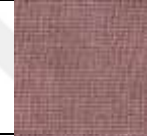
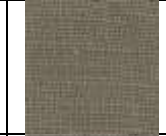

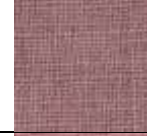
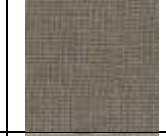















24	1:1	1/50	80	80			
25	1:1	1/40	120	80			
26	1:1	1/30	120	80			
27	1:1	1/50	120	80			
28	1:2	1/40	100	60			
29	1:2	1/30	100	60			
30	1:2	1/50	100	60			
31	1:2	1/40	80	60			
32	1:2	1/30	80	60			
33	1:2	1/50	80	60			
34	1:2	1/40	120	60			
35	1:2	1/30	120	60			

Tablo 4.1. Farklı işlem parametreleri ile keten kumaş numunelerinin nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu ile boyanması sonucu açığa çıkan renkler devamı


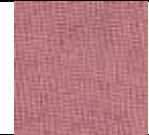
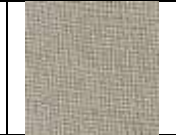

































36	1:2	1/50	120	60			
37	1:2	1/40	100	40			
38	1:2	1/30	100	40			
39	1:2	1/50	100	40			
40	1:2	1/40	80	40			
41	1:2	1/30	80	40			
42	1:2	1/50	80	40			
43	1:2	1/40	120	40			
44	1:2	1/30	120	40			
45	1:2	1/50	120	40			
46	1:2	1/40	100	80			
47	1:2	1/30	100	80			



Tablo 4.1. Farklı işlem parametreleri ile keten kumaş numunelerinin nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu ile boyanması sonucu açığa çıkan renkler devamı




















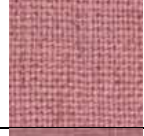










48	1:2	1/50	100	80			
49	1:2	1/40	80	80			
50	1:2	1/30	80	80			
51	1:2	1/50	80	80			
52	1:2	1/40	120	80			
53	1:2	1/30	120	80			
54	1:2	1/50	120	80			
55	1:0,5	1/40	100	60			
56	1:0,5	1/30	100	60			
57	1:0,5	1/50	100	60			
58	1:0,5	1/40	80	60			
59	1:0,5	1/30	80	60			

Tablo 4.1. Farklı işlem parametreleri ile keten kumaş numunelerinin nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu ile boyanması sonucu açığa çıkan renkler devamı

60	1:0,5	1/50	80	60			
61	1:0,5	1/40	120	60			
62	1:0,5	1/30	120	60			
63	1:0,5	1/50	120	60			
64	1:0,5	1/40	100	40			
65	1:0,5	1/30	100	40			
66	1:0,5	1/50	100	40			
67	1:0,5	1/40	80	40			
68	1:0,5	1/30	80	40			
69	1:0,5	1/50	80	40			
70	1:0,5	1/40	120	40			
71	1:0,5	1/30	120	40			



Tablo 4.1. Farklı işlem parametreleri ile keten kumaş numunelerinin nar kabuğu, kök boya ve ceviz kabuğu ile boyanması sonucu açığa çıkan renkler devamı

72	1:0,5	1/50	120	40			
73	1:0,5	1/40	100	80			
74	1:0,5	1/30	100	80			
75	1:0,5	1/50	100	80			
76	1:0,5	1/40	80	80			
77	1:0,5	1/30	80	80			
78	1:0,5	1/50	80	80			
79	1:0,5	1/40	120	80			
80	1:0,5	1/30	120	80			
81	1:0,5	1/50	120	80			

Boyarmaddelerin kumaşta meydana getirdiği renk değişimleri önemlidir. Bu nedenle kumaşların renk tayinleri spektral ölçümler Minolta 3600d spektralfotometre kullanılarak tamamlanmıştır. Bu amaçla renklere ait CIE  $L^*a^*b^*$  değerleri de incelenmiştir.  $L^*$  değeri açıklığı ifade etmektedir; mükemmel yansıtımda  $L^*=100$  ve mükemmel siyahta  $L^*=0$ 'dır.  $a^*>0$  rengin kırmızılığını ve  $a^*<0$  rengin yeşilliğini;  $b^*>0$

renğin sarılığını ve  $b^* < 0$  rengin maviliğini göstermektedir [112]. “C” doygunluğu ve “ $h^\circ$ ” renk cinsini ( $h = 0^\circ$  Kırmızı,  $h = 90^\circ$  Sarı,  $h = 180^\circ$  Yeşil,  $h = 270^\circ$  Mavi) vermektedir [113].

Denemelerde kullanılan 3 farklı doğal boyarmadde ile mordansız boyama işlemlerine göre farklı tonda renkler elde edilmiştir. Nar kabuğu bitkisi kullanılarak sarı ve tonları renkler elde edilmiştir (Tablo 4.1.).  $h^\circ$  açısı referans alınarak bakıldığında, Tablo 3.1.’de de görüldüğü gibi mordan kullanılmadan yapılan tüm boyama işlemlerinde  $h^\circ$  açısı 78,06 ile 91,47 arasında seyretmektedir. Örnek olarak 1/30 flotte oranı,  $100^\circ$  derece ve 60 dakika boyama işlem parametreleri ele alınarak, 1:1 boyama konsantrasyonlu mordansız boyama işleminde  $h^\circ = 87$  ve  $a^* = 1,09$  ve  $b^* = 20,96$  olup, renk sarı olarak algılanmaktadır. Boyarmadde konsantrasyonları 1:2 ve 1:0,5 olduğunda sırası ile  $h^\circ$  açısı  $h^\circ = 83,38$  ve  $h^\circ = 86,15$ ,  $a^* = 2,62$  ve  $b^* = 22,64$  ve yine  $a^* = 1,24$  ve  $b^* = 18,54$  olup her seferinde sarının tonları elde edilmiştir. Beklenildiği gibi sadece boyarmadde konsantrasyonları arttığında  $b^*$  sarılık değeri artmaktadır. Flotte oranının 1/40 olduğu,  $100^\circ$  derece ve 60 dakika boyama işlem parametreleri ele alındığı durumlarda, 1:1, 1:2 ve 1:0,5 boyama konsantrasyonlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ = 87,14$ ,  $a^* = 0,94$  ve  $b^* = 18,82$  ve  $h^\circ = 84,81$ ,  $a^* = 2,08$  ve  $b^* = 22,96$  ve  $h^\circ = 87,18$ ,  $a^* = 0,92$  ve  $b^* = 18,78$  olarak tespit edilmiştir. Flotte oranının 1/50 olduğu,  $100^\circ$  derece ve 60 dakika boyama işlem parametreleri ele alındığı durumlarda, 1:1, 1:2 ve 1:0,5 boyama konsantrasyonlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ = 84,93$ ,  $a^* = 1,90$  ve  $b^* = 21,45$  ve  $h^\circ = 83,21$ ,  $a^* = 2,67$  ve  $b^* = 22,47$  ve  $h^\circ = 87,84$ ,  $a^* = 0,76$  ve  $b^* = 20,23$  olarak tespit edilmiştir. Aynı konsantrasyon, sıcaklık ve sürede yapılan boyama işlemlerinde farklı flotte oranı arttıkça  $h^\circ$  açısı bakımından, sarıya daha yakın renklerin elde edildiği gözlemlenmiştir.

Nar kabuğu ile keten kumaşın aynı boyama şartları altında boyanmasında farklı sıcaklıkların etkisi de gözlemlenmiştir. Sıcaklığın  $80^\circ$  derece, flotte oranının 1/30 ve boyama süresinin 60 dakika, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ = 86,64$ ,  $a^* = 1,34$  ve  $b^* = 22,08$  ve  $h^\circ = 85,59$ ,  $a^* = 1,81$  ve  $b^* = 23,54$  ve  $h^\circ = 91,17$ ,  $a^* = -0,38$  ve  $b^* = 19,02$  olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın  $100^\circ$  derece, flotte oranının 1/30 ve boyama süresinin 60 dakika, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$

değerleri sırasıyla;  $h^\circ = 87$ ,  $a^* = 1,09$  ve  $b^* = 20,96$  ve  $h^\circ = 83,38$ ,  $a^* = 2,62$  ve  $b^* = 22,64$  ve  $h^\circ = 86,15$ ,  $a^* = 1,24$  ve  $b^* = 18,5$  olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın  $120^\circ$  derece, flotte oranının 1/30 ve boyama süresinin 60 dakika, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ = 80,71$ ,  $a^* = 3,26$  ve  $b^* = 19,9$  ve  $h^\circ = 79,94$ ,  $a^* = 3,80$  ve  $b^* = 21,45$  ve  $h^\circ = 83,90$ ,  $a^* = 1,98$  ve  $b^* = 18,63$  olarak tespit edilmiştir. Bu durum incelendiğinde,  $h^\circ$  açısı değerleri birbirine yakın olup, en yüksek  $h^\circ$  açısının en düşük sıcaklık ve en düşük boyama konsantrasyonunda olduğu, sıcaklığın arttıkça  $a^*$  kırmızılık ekseninde artış olduğu gözlemlenmiştir.

Bir diğer önemli boyama parametresi ise, boyama süreleridir. Boyama süresinin 40 dakika, flotte oranının 1/30 ve sıcaklığın  $100^\circ$  derece, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ = 86,49$ ,  $a^* = 1,29$  ve  $b^* = 21,11$  ve  $h^\circ = 84,41$ ,  $a^* = 2,18$  ve  $b^* = 22,35$  ve  $h^\circ = 87,35$ ,  $a^* = 0,80$  ve  $b^* = 18,94$  olarak tespit edilmiştir. Boyama süresinin 60 dakika, flotte oranının 1/30 ve sıcaklığın  $100^\circ$  derece, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ = 87$ ,  $a^* = 1,09$  ve  $b^* = 20,96$  ve  $h^\circ = 83,38$ ,  $a^* = 2,62$  ve  $b^* = 22,64$  ve  $h^\circ = 86,15$ ,  $a^* = 1,24$  ve  $b^* = 18,5$  olarak tespit edilmiştir. Boyama süresinin 80 dakika, flotte oranının 1/30 ve sıcaklığın  $100^\circ$  derece, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ = 85,37$ ,  $a^* = 1,61$  ve  $b^* = 19,97$  ve  $h^\circ = 81,27$ ,  $a^* = 3,49$  ve  $b^* = 22,78$  ve  $h^\circ = 87,42$ ,  $a^* = 0,80$  ve  $b^* = 17,6$  olarak tespit edilmiştir. Boyama süresinin değişimin boyama üzerindeki etkisi incelendiğinde,  $h^\circ$  açısı değerleri birbirine yakın olup, en yüksek  $h^\circ$  açısının en yüksek süre ve en düşük boyama konsantrasyonunda olduğu gözlemlenmiştir.

$L^*$  değerindeki azalma rengin koyulaştığına işaret ederken, bu değerdeki artış rengin açıklığını göstermektedir. Nar kabuğu ile boyanan keten kumaş numunelerinin değiştirilen boyama parametrelerine göre  $L^*$  değeri 66 ile 82,36 arasında değişiklik göstermektedir. Boyarmadde konsantrasyonu arttığında  $L^*$  değerlerinde azalma görülmektedir. Ayrıca aynı flotte oranı, aynı sıcaklık, aynı miktarda boyarmadde ve farklı boyama süreleri göz önüne alındığında  $L^*$  değerleri açısından büyük farklılıklar olmamasına rağmen, diğer etkenler sabit tutulup sıcaklık değiştirildiğinde, sıcaklık artışı ile birlikte  $L^*$  değerinde azalma olduğu gözlemlenmiştir. Örneğin, 1:1 boya

konsantrasyonunda, 60 dakika boyama süresinde ve 1/30 flotte oranında, 80°C, 100°C, 120°C'deki farklı boyama sıcaklıklarında L\* değerleri sırası ile 80°=75,85, 100°=76,49 120°=71,33 olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeninin sıcaklık ile birlikte boyarmaddenin keten lifi ile daha kolay etkileşime girmesi olabilir. Örneğin nar kabuğu ile yapılmış 1:0,5 konsantrasyon içeren boyamalarda 1/30 flotte oranı, 100°C sıcaklıkta, L\* değerleri, farklı süreler için 40dk=79,64, 60dk=78,66, 80dk=77,37'dir. Bu örnek grubu için renk değişimi, lekeleme, kuru sürtme gibi haslık değerleri açısından bir farklılık bulunmazken, yaş sürtme değeri 4,75-5 arasında, ışık haslığı da 4-5 arasında değişmektedir.

K/S değerindeki artma renk verimliliğinin fazla olduğunu gösterirken, azalma ise renk verimliliğinin az olduğuna işaret eder. Nar kabuğu ile boyanan keten kumaş numuneleri için K/S değeri 0,89 ile 3,4 arasında değişmektedir. 1:1 boya konsantrasyonunda, 60 dakika boyama süresinde ve 1/30 flotte oranında, 80°, 100°, 120°C'deki farklı boyama sıcaklıklarında K/S değerleri sırası ile 80°=2,62, 100°=1,60 120°=2,16 olarak tespit edilmiştir. En yüksek renk verimliliğinin en düşük sıcaklıkta olduğu gözlemlenmiştir. 1:1 boya konsantrasyonunda, 1/30 flotte oranında ve 100° sıcaklıkta, farklı süreler ele alındığında ise K/S oranları 40=1,6, 60=1,66, 80=1,44'dür. Farklı süreler de aynı konsantrasyon için büyük farklılıklar gözlenmezken, farklı konsantrasyonlarda aynı süre, flotte oranı ve sıcaklık için renk verimlilikleri 1:0,5=1,03, 1:1=1,6 ve 1:2=2,26 olarak artış göstermektedir. Dolayısıyla genel olarak aynı şartlar altında flotte oranı, sıcaklık artışı renk verimliliğini azaltırken, süre artışı renk verimliliğini artırmaktadır. Diğer tüm şartlar sabit tutulup, konsantrasyon artırıldığında ise beklenildiği gibi renk verimliliği artmaktadır.

Haslık değerlerinin, nar kabuğu ile yapılan 81 boyama tipi ile ele alındığında ise ışık haslığı minimum 2 maksimum 6 arasında, yaş sürtme haslığı minimum 4 maksimum 5, kuru sürtme haslığı 5 ve lekeleme değeri 5 renk değişim değeri ise minimum 3,75 maksimum 5 aralığında bulunmuştur. Tablo 3.1'deki yıkama haslığı değerlerine bakıldığında lekeleme değerlendirmesi 5 olarak tespit edildiğinden, lekeleme açısından sonuçlar iyi seviyededir. Bu da nar kabuğu doğal boyarmaddesi ile boyanmış olan keten kumaş numunelerinin, yıkama esnasında özellikle lekeleme seviyesinin oldukça az olduğunu göstermektedir. Mordansız boyama işleminde kuru sürtme değeri 5, yaş

sürtme değerleri 4-5 olarak bulunmuştur ve bu değerler oldukça iyidir. Boyarmadde miktarının, boyama sıcaklığının, boyama sürelerinin ve flotte oranının nar kabuğu doğal boyarmaddesi ile boyama işleminde özellikle ışık haslığı için etkisinin önemli olduğu görülmektedir. 1/30 flotte oranı, 100° C derece ve 60 dakika boyama işlem parametreleri altında boyarmadde miktarı artıkça, ışık haslığı en düşük konsantrasyonda sırası ile 6 ve 4 olduğu, yaş sürtünme haslık değerlerinin 4,5 ve 4 olduğu ve yıkama haslık değerlerinin 4,25 ile 4,5 arasında olduğu gözlemlenmiştir. Aynı boyama konsantrasyonunda ise farklı flotte oranlarında 1/30=5, 1/40=4, 1/50=6, farklı sıcaklıklarda ışık haslığı 80°C =4,5, 100°C =6 ve 120°C =4 olarak gözlemlenmiştir. Nar kabuğu ile yapılan boyamalarda, ışık haslığı için en kötü değeri veren boyama parametreleri 1/40 flotte oranı, 80 dakika ve 120°C derece ve 1:0,5 boyama konsantrasyonu olarak bulunmuştur. En iyi değere sahip birden fazla veri olduğu için genelleme yapılamamıştır. Sürtünme haslığı için en kötü değer 1:1 konsantrasyon, 1/50 flotte oranı, 60 dakika ve 80°C olarak gözlemlenmiştir. Yıkama haslığı için en kötü değer, 1:1 konsantrasyon, 1/30 flotte oranı, 80 dakika ve 100°C olarak gözlemlenmiştir.

Özetle, haslıklar açısından aynı şartlar altında flotte oranı artışı ışık haslığı değerini azaltırken, sürtünme haslığı üzerinde çok büyük etkisi yoktur ancak renk değişimini ise artırmakta dolayısı ile yıkama haslığı üzerinde etkili olmaktadır. Sıcaklık değişimi ışık haslığı değerini azaltırken, yıkama ve sürtünme haslığını doğrudan etkilememektedir. Süre değişimi ışık haslığı değerini azaltmaktadır ve yıkama haslığı üzerinde renk değişimini artırdığından etkilidir. Konsantrasyon oranı ışık haslığı değerini artırdığından haslık değeri üzerinde etkilidir.

Kök boya bitkisi kullanılarak pembe, gül kurusu ve vişne çürüğü gibi kırmızı tonlarından renkler elde edilmiştir (Tablo 4.1.). h° açısı referans alınarak bakıldığında, Tablo 3.2.'de de görüldüğü gibi mordan kullanılmadan yapılan tüm boyama işlemlerinde h° açısı 10,43 ile 22,63, a\* 11,68 ile 22,23 ve b\* -5,44 ile 8,49 arasında değişmektedir. Örnek olarak, 1/30 flotte oranı, 100° derece ve 60 dakika boyama işlem parametreleri ele alınarak, 1:1 boyama konsantrasyonlu yapılan boyama işleminde h°= 18,48 ve a\*= 19,63 ve b\*= 6,57 olup, renk kırmızı tonlarında gül kurusu gibi algılanmaktadır. Boyarmadde konsantrasyonları 1:2 ve 1:0,5 olduğunda sırası ile h° açısı h°= 17,27 ve h°= 19,56, a\*= 19,77 ve b\*= 6,15 ve yine a\*= 21,07 ve b\*= 7,34 olup

her seferinde gül kurusu tonları elde edilmiştir. Boyarmadde miktarı artıkça,  $h^\circ$  açısının kırmızı eksene daha çok yaklaştığı ve rengin koyulaştığı görülmektedir. Aynı sıcaklık ve sürede, farklı flotte oranının 1/40 ve 1/50 olduğu boyama işlem parametreleri ele alındığı durumlarda, 1:1, 1:2 ve 1:0,5 boyama konsantrasyonlarında 1/40 flotte oranı için  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ= 14,69$ ,  $a^*= 20,04$  ve  $b^*= 5,28$  ve  $h^\circ= 16,63$ ,  $a^*=19,63$  ve  $b^*=5,82$  ve  $h^\circ= 14,57$ ,  $a^*= 21,15$  ve  $b^*=5,5$  olarak tespit edilmiştir. Flotte oranının 1/50 olduğunda ise  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ= 15,63$ ,  $a^*= 20,83$  ve  $b^*= 5,83$  ve  $h^\circ= 15,75$ ,  $a^*=19,07$  ve  $b^*=5,37$  ve  $h^\circ= 15,84$ ,  $a^*= 21,68$  ve  $b^*=6,15$  olarak tespit edilmiştir. Aynı konsantrasyon, sıcaklık ve sürede yapılan boyama işlemlerinde farklı flotte oranı arttıkça  $h^\circ$  açısı bakımından, kırmızıya daha yakın renklerin elde edildiği gözlemlenmiştir.

Kök boya ile keten kumaşın aynı boyama şartları altında boyanmasında farklı sıcaklıkların etkisi de gözlemlenmiştir. Sıcaklığın  $80^\circ\text{C}$  derece, flotte oranının 1/30 ve boyama süresinin 60 dakika, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ= 13,45$ ,  $a^*= 20,77$  ve  $b^*= 4,97$  ve  $h^\circ= 19,95$ ,  $a^*=19,87$  ve  $b^*=7,21$  ve  $h^\circ= 14,77$ ,  $a^*= 21,25$  ve  $b^*=5,61$  olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın  $100^\circ$  derece, flotte oranının 1/30 ve boyama süresinin 60 dakika, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ= 18,48$ ,  $a^*= 19,69$  ve  $b^*= 6,57$  ve  $h^\circ= 17,27$ ,  $a^*=19,77$  ve  $b^*=6,15$  ve  $h^\circ= 19,15$ ,  $a^*= 21,07$  ve  $b^*=7,34$  olarak tespit edilmiştir. Sıcaklığın  $120^\circ$  derece, flotte oranının 1/30 ve boyama süresinin 60 dakika, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ= 17,26$ ,  $a^*= 17,55$  ve  $b^*= 5,45$  ve  $h^\circ= 16,85$ ,  $a^*=15,81$  ve  $b^*=4,78$  ve  $h^\circ= 16,90$ ,  $a^*= 19,13$  ve  $b^*=5,81$  olarak tespit edilmiştir. Bu durum incelendiğinde,  $h^\circ$  açısı değerleri birbirine yakın olup, en yüksek  $h^\circ$  açısının en düşük sıcaklık ve 1:1 boyama konsantrasyonunda olduğu,  $100^\circ$  sıcaklığında arttıkça  $b^*$  sarılık ekseninin diğer sıcaklık derecelerine göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Boyama süresinin 40 dakika, flotte oranının 1/30 ve sıcaklığın  $100^\circ$  derece, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ= 15,42$ ,  $a^*= 20,36$  ve  $b^*= 5,62$  ve  $h^\circ= 14,88$ ,  $a^*=19,94$  ve  $b^*=5,3$  ve  $h^\circ= 13,73$ ,  $a^*= 21$  ve  $b^*=5,13$  olarak tespit edilmiştir. Boyama süresinin 60 dakika, flotte oranının 1/30 ve sıcaklığın  $100^\circ\text{C}$  derece,

konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ= 18,48$ ,  $a^*= 19,69$  ve  $b^*= 6,57$  ve  $h^\circ= 17,27$ ,  $a^*=19,75$  ve  $b^*=6,15$  ve  $h^\circ= 19,15$ ,  $a^*= 21,07$  ve  $b^*=7,34$  olarak tespit edilmiştir. Boyama süresinin 80 dakika, flote oranının 1/30 ve sıcaklığın  $100^\circ\text{C}$  derece, konsantrasyonun sırası ile 1:1, 1:2 ve 1:0,5 olduğu boyama şartlarında  $h^\circ$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^\circ= 16,18$ ,  $a^*= 19,58$  ve  $b^*= 5,68$  ve  $h^\circ= 18,19$ ,  $a^*=18,84$  ve  $b^*=6,2$  ve  $h^\circ= 17,88$ ,  $a^*= 20,22$  ve  $b^*=6,52$  olarak tespit edilmiştir. Boyama süresinin değişimin boyama üzerindeki etkisi incelendiğinde,  $h^\circ$  açısı değerleri birbirine yakın olup, en düşük  $h^\circ$  açısının 40 dakikada ve en düşük boyama konsantrasyonunda olduğu gözlemlenmiştir.

Kök boya ile boyanan keten kumaş numuneleri için  $L^*$  değeri 50,01 ile 58,84 arasında değişmektedir. Boyarmadde konsantrasyonu arttığında  $L^*$  değerlerinde azalma görülmektedir. Ayrıca aynı flote oranı, aynı miktarda boyarmadde ve farklı boyama süreleri göz önüne alındığında  $L^*$  değerleri açısından büyük farklılıklar olmamasına rağmen, diğer etkenler sabit tutulup sıcaklık değiştirildiğinde, sıcaklık artışı ile birlikte  $L^*$  değerinde azalma olduğu gözlenmiştir. Sıcaklık ile birlikte boya maddesinin life tutunmasının arttığı düşünülmektedir. Bu nedenle renk koyulaşmakta ve  $L^*$  değerlerinde azalma gözlenmektedir. Örneğin, 1:1 boya konsantrasyonunda, 60 dakika boyama süresinde ve 1.30 flote oranında,  $80^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $120^\circ$ 'deki farklı boyama sıcaklıklarında  $L^*$  değerleri sırası ile  $80^\circ\text{C}=54,68$ ,  $100^\circ\text{C}=54,34$   $120^\circ\text{C}=53,43$  olarak tespit edilmiştir. Bunun nedeninin sıcaklık ile birlikte boyarmaddenin keten lifi ile daha kolay etkileşime girmesi olabilir. Örneğin kök boya ile yapılmış 1:0,5 konsantrasyon içeren boyamalarda 1/30 flote oranı,  $100^\circ$  sıcaklıkta,  $L^*$  değerleri, farklı süreler için  $40=57,66$ ,  $60=57,37$   $80=55,47$ 'dir. Bu örnek grubu için ışık haslığı değeri 2 olup değişmezken, renk değişimi 3,75-4 arasında, yaş sürtme 3-3,5 arasında değişmektedir.

Kök boya ile boyanan keten kumaş numuneleri için K/S değeri 1,55 ile 2,51 arasında değişmektedir. 1:1 boya konsantrasyonunda, 1/30 flote oranında, 60 dakikalık sürelerde farklı sıcaklıklarda boyama yapıldığında, K/S değerinin en yüksek sıcaklıkla en yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Konsantrasyon dışındaki tüm parametreler sabit tutulup renk verimliliği incelendiğinde yoğun boyarmadde kullanımının renk verimliliği arttırdığı gözlemlenmiştir.

Haslık değerlerinin, kök boya ile yapılan 81 boyama tipi ele alındığında ise ışık haslığı 1-3,5 arasında, yaş sürtme haslığı 2,5-4,75, kuru sürtme haslığı 3,5-4,75 ve yıkama haslığı değeri 4-5, renk değişim değeri ise 3,5 – 5 aralığında olduğu bulunmuştur. Tablo 3.2'deki yıkama haslığı değerlerine bakıldığı zaman renk değişimi ve lekeleme açısından sonuçlar kabul edilebilir seviyededir. Genelde değerler 3,5-5 arasında değişmektedir. Kökboya doğal boyarmaddesi ile renklendirilen keten kumaşların, bu haslık değerleri ile, müşteri beklentilerini karşılamak için; ışıktan önemli ölçüde etkilenecek olan perde ve ayakkabı-çanta grubunda tercih edilirken dikkatli olunması gerektiğine işaret etmektedir. Öte yandan mordansız tamamen çevre dostu yapılan bu boyama işleminde haslıklar tolere edilebilir seviyededir. Burada da boyarmadde miktarı, boyama sıcaklığı, boyama süreleri ve flotte oranının kökboya ile yapılan boyamalardaki haslıklar üzerinde etkili olduğu görülmektedir. Diğer parametreler sabit olduğunda boyarmadde miktarı arttıkça  $h^{\circ}$  açısında azalma yani kırmızı eksene daha fazla yaklaştığı gözlemlenmektedir. Ayrıca flotte oranları değiştikçe sabit konsantrasyonda, 1/40 flotte oranının kırmızı eksene daha yakın olduğu 1/50 flotte oranının ise daha uzak olduğu gözlenmiştir. Sıcaklık ve süre değişimlerinde de sabit konsantrasyonlar kıyaslandığında en az sürenin ve sıcaklığın diğerlerine göre daha düşük  $h^{\circ}$  açısı ile kırmızıya yakın olduğu gözlemlenmiştir.

Özetle, haslıklar açısından aynı şartlar altında flotte oranı artışı ışık haslığı değerini azaltmaktadır, yıkama ve sürtünme haslığını artırmaktadır. Sıcaklığın artması ışık haslığı değerini artırmaktadır, yıkama haslığını azaltmaktadır ve sürtünme haslığını artırmaktadır. Sürenin artışı ışık haslığı değerini azaltmıştır, sürtünme ve yıkama haslığını da artırmıştır. Konsantrasyon oranı ışık haslığı değerini artırdığından haslık değeri üzerinde etkilidir.

Ceviz kabuğu kullanılarak yapılan boyamalarda kahverengi, açık kahve, toprak rengi, vizon, haki gibi kahve ve tonlarında renkler elde edilmiştir (Tablo 4.1.).  $h^{\circ}$  açısı referans alınarak bakıldığında, Tablo 3.3.'de de görüldüğü gibi mordan kullanılmadan yapılan tüm boyama işlemlerinde  $h^{\circ}$  açısı 68,03 ile 73,74 arasında değişmektedir. Örnek olarak 1/30 flotte oranı, 100° derece ve 60 dakika boyama işlem parametreleri ele alınarak, 1:1 boyama konsantrasyonlu mordansız boyama işleminde  $h^{\circ}= 72,86$  ve  $a^*= 2,91$  ve  $b^*= 9,47$  olup, renk kahverengi tonlarında gibi algılanmaktadır. Boyarmadde



konsantrasyonları 1:2 ve 1:0,5 olduğunda sırası ile  $h^{\circ}$  açısı  $h^{\circ}= 72,11$  ve  $h^{\circ}= 72,31$ ,  $a^*= 3,16$  ve  $b^*= 9,79$  ve yine  $a^*= 3,12$  ve  $b^*=9,79$  olup her seferinde kahve vizon tonları elde edilmiştir. Boyarmadde konsantrasyonları arttığında  $a^*$  kırmızılık değeri artmaktadır. Öte yandan  $L^*$  değerleri sırası ile 1:1=56,24 1:2=50,85 ve 1:0,5= 62,24 olarak tespit edilmiş, konsantrasyon arttıkça  $L^*$  değeri azalış göstermiştir. Renk verimlilikleri açısından da durum değişmemekte konsantrasyon artışı ile birlikte renk verimi artmaktadır. Flotte oranının 1/40 olduğu,  $100^{\circ}$  derece ve 60 dakika boyama işlem parametreleri ele alındığı durumlarda, 1:1, 1:2 ve 1:0,5 boyama konsantrasyonlarında  $h^{\circ}$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^{\circ}= 72,53$ ,  $a^*= 3,01$  ve  $b^*= 9,56$  ve  $h^{\circ}= 72,28$ ,  $a^*=3,02$  ve  $b^*=10,02$  ve  $h^{\circ}= 72,07$ ,  $a^*= 3,16$  ve  $b^*=9,76$  olarak tespit edilmiştir.  $L^*$  değerleri ise sırasıyla 56,24, 51,5, 61,93 olarak, K/S değerleri ise 2,21, 3,07 ve 1,53 olarak bulunmuştur. Flotte oranının 1/50 olduğu,  $100^{\circ}$  derece ve 60 dakika boyama işlem parametreleri ele alındığı durumlarda, 1:1, 1:2 ve 1:0,5 boyama konsantrasyonlarında  $h^{\circ}$  açısı,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri sırasıyla;  $h^{\circ}= 73,32$ ,  $a^*= 2,91$  ve  $b^*=9,54$  ve  $h^{\circ}= 71,2$ ,  $a^*=3,27$  ve  $b^*=9,6$  ve  $h^{\circ}=71,82$ ,  $a^*=2,81$  ve  $b^*=8,58$  olarak tespit edilmiştir. Aynı konsantrasyon, sıcaklık ve sürede yapılan boyama işlemlerinde farklı flotte oranı arttıkça  $h^{\circ}$  açısı bakımından kırmızı eksene doğru yaklaşma gözlenmiştir.

Ceviz kabuğu ile boyanan keten kumaş numuneleri için  $L^*$  değeri 47,21 ile 67,67 arasında değişmektedir. Boyarmadde konsantrasyonu arttığında  $L^*$  değerlerinde azalma görülmektedir. Çünkü ceviz kabuğu ile yapılan boyamalar ile koyu renkler elde edildiğinden  $L^*$  değerlerindeki bu azalma beklenildiği gibidir. Sıcaklık artışı ile de koyu renkler elde edildiğinden,  $L^*$  değerleri üzerinde diğer tüm parametreler sabit tutulduğunda etkili olduğu söylenilebilir.

Ceviz kabuğu ile boyanan keten kumaş numuneleri için K/S değeri 1,03 ile 3,99 arasında değişmektedir. 1:1 boya konsantrasyonunda, 60 dakika boyama süresinde ve 1.30 flotte oranında,  $80^{\circ}\text{C}$ ,  $100^{\circ}\text{C}$ ,  $120^{\circ}\text{C}$ 'deki farklı boyama sıcaklıklarında K/S değerleri sırası ile  $80^{\circ}=2,05$ ,  $100^{\circ}=2,28$   $120^{\circ}=2,91$  olarak tespit edilmiştir. En yüksek renk verimliğinin en yüksek sıcaklıkta olduğu gözlemlenmiştir. 1:1 boya konsantrasyonunda, 1.30 flotte oranında ve  $100^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta, farklı süreler ele alındığında ise K/S oranları 40=2,15, 60=2,28, 80=3,7'dir. Farklı süreler de aynı konsantrasyon için en yüksek renk verimliğinin en uzun sürede olduğu gözlemlenmiştir.

Farklı süreler, sıcaklıklar ve boyarmadde konsantrasyonları ve flotte oranları her seferinde biri değiştirilip, diğer tüm boyama parametreler sabit tutulduğunda boyama süresinin renk verimliliği üzerinde etkisinin bulunduğu ve verimliliği etkilediği süre, sıcaklık ve boyarmadde miktarı arttıkça renk veriminin de arttığı gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, elde edilen verilerden de anlaşıldığı üzere farklı boyama parametreleri kullanılarak yapılan boyamalar ile farklı renk değerleri, renk verimlilikleri ve haslıkları elde edilebileceği tespit edilmiştir. Dolayısıyla genel olarak aynı şartlar altında flotte oranı renk verimliliğini azaltırken, sıcaklık, süre artışı renk verimliliğini artırmaktadır. Diğer tüm şartlar sabit tutulup, konsantrasyon artırıldığında ise beklenildiği gibi renk verimliliği artmaktadır.

Tablo 3.3'deki ceviz kabuğu ile yapılan boyamaların haslık sonuçları dikkate alındığında, yıkama haslığı değerlerinin 4,5-5 aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar ceviz kabuğu doğal boya kaynağı ile boyanmış olan keten kumaş numunelerinin yıkama esnasında lekeleme ve renk değişimlerinin oldukça az olduğunu ve bu nedenle özellikle çok yıkamaya ihtiyaç duyulan kullanım yerleri dikkate alındığında iyi haslık değerlerine işaret ettiği görülmektedir. Ayrıca ışık haslığı 2,5-6 arasında, yaş sürtme haslığı 4-5 ve kuru sürtme haslığı 3-5 aralığında olduğu bulunmuştur. Işık haslığının en yüksek olduğu boyama parametreleri boya konsantrasyonunun 1:2 olduğu, sıcaklığın 100°C ve 120°C derecede, 1/30 flotte oranında ve 40 ve 80 dakikalık sürelerde olduğu gözlemlenmiştir. Boya maddesinin ve flotte oranının bu haslık değeri üzerinde etkili olduğu söylenebilir.

Özetle, haslıklar açısından aynı şartlar altında flotte oranı artışı ışık haslığı değerini azaltmaktadır, yıkama ve sürtünme haslığını artırmaktadır. Sıcaklığın artması ışık haslığı değerini artırmaktadır, yıkama haslığını ve sürtünme haslığını artırmaktadır. Sürenin artışı ışık haslığı değerini artırmaktadır, sürtünme ve yıkama haslığı üzerinde etkisi yok denebilecek kadar azdır. Konsantrasyon oranı artışı ışık haslığı, yıkama ve sürtünme haslık değerini artırmaktadır.

#### **4.2. TOPSIS Metodu ile Doğal Boyarmaddeler ile Boyanan Keten Kumaşın Kullanım Yerine Göre Boyama Parametrelerinin Seçimi**






Tekstil boyamacılığında boyama parametrelerinin elde edilen renklere haslıklara önemli etkisi olduğu bilinmektedir. Üstelik boyama parametreleri belirlenirken sadece elde edilen renkler ve haslıklar göz önüne alınmamakta çoğu durumda ekonomik ve ekolojik olarak da değerlendirilme yapılmaktadır. Benzer durum doğal boya kaynakları ile yapılan boyamalar için de geçerlidir ve doğal boyarmaddeler ile yapılacak boyamalarda hangi işlem parametresinin seçilmesi konusu karmaşık bir konudur. Bu nedenle çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS yöntemi uygulanarak, keten kumaşın farklı kullanım yerlerine göre haslık değerleri gözetilerek boyama işlem parametrelerinin seçiminin yapılması planlanmıştır. Buna göre her bir doğal boyarmadde kaynağının haslıkları, kullanım yerlerine göre ele alınıp değerlendirilmiştir. Bu amaçla dört farklı ürün kullanım yeri olarak belirlenmiştir. Her bir doğal boyarmadde için yapılmış olan 81 boyama alternatifinin, TOPSIS yöntemine göre seçilen ilk 5 sırası, karar vericilerin nihai kararı vermesine yardımcı olacaktır. Karar verici ilk sıradaki alternatif işlem parametrelerini seçebileceği gibi, renk verimi, ekonomiklik değeri açısından da boyama parametrelerini ele alıp ürün-müşteri isteğini göz önüne alarak da nihai kararı verebilir. Bu nedenle analizler sonrası ilk beş alternatif öneri olarak belirlenmiştir.

Nar kabuğu, ceviz kabuğu ve kök boya ile farklı boyama parametreleri kullanılarak boyanan keten kumaşların, çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü olarak kullanım yerleri tasarlanmış ve her bir ürün grubunun kullanılma şekli ve kullanım yeri açısından haslıklarının farklı önem dereceleri olduğu düşünülmüştür. Örneğin perde olarak kullanacağınız keten kumaşta ışık haslığı değerinin oldukça yüksek olması beklenirken yine masa örtüleri sık yıkanacağından yıkama ve yağ sürtünme değerleri kullanım kalitesi açısından önemli ölçüde etkilidir. TOPSIS yöntemi, farklı ürünler için belirlenen haslıklar dikkate alınarak, çalışmada kullanılan her bir doğal boyarmaddenin ilgili ürün üzerinde boyama işlem parametrelerinin seçiminde karar vericiye destek olması için kullanılmıştır.

#### 4.2.1. Nar Kabuğu ile Yapılan Denemelerin TOPSIS ile Değerlendirilmesi






Keten kumaşları renklendirmek için doğal boyarmadde kaynağı olarak nar kabuğu seçildiğinde, ocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü gibi tasarlanmış her bir ürün grubu için tercih edilecek boyama parametreleri TOPSIS yöntemi ile belirlenmiş ve ürün gruplarına göre ilk beş boyama parametreleri ayrı ayrı Tablo 4.2 ve Tablo 4.3’de verilmiştir. İlk beş sıradaki alternatifin birinci sıradakinin kullanılması bir alternatif olabileceği gibi yüksek renk verimliliğinin istenildiği durumlar için farklı alternatifler de kullanılabilir. Boyama süreleri ise özellikle işletmede yoğunluğun olduğu durumlarda önemli olmakta ve işçilik amortisman ücretlerinin, birim boyama maliyeti açısından etkisinin göz önüne alınması gerektiğinde dikkate alınmalıdır. Bu nedenle ilk 5 tasarım içerisinden süresi kısa olan da bir zm alternatifi olabilir. Dolayısı ile birinci sıranın yanı sıra ekonomik ve ekolojik olan, renk verimliliği yüksek olan ve kısa sürede gerekleşende önerilebilir.

Tablo 4.2. TOPSIS metoduna göre nar kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının çocuk gömleği ve ayakkabı çanta olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Nar Kabuğu	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama haslığı		Sürtme haslığı		Işık haslığı
												RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
NK28	1:2	1/40	100	60		76,92	2,08	22,96	23,06	84,81	2,106	5	5	4,75	5	6
NK30	1:2	1/50	100	60		74,89	2,67	22,47	22,63	83,21	2,033	5	5	4,75	5	6
NK35	1:2	1/30	120	60		69,23	3,80	21,45	21,79	79,94	2,77	5	5	4,5	5	6
NK36	1:2	1/50	120	60		71,98	3,46	21,10	21,38	80,69	2,22	5	5	4,5	5	6
NK44	1:2	1/30	120	40		70,98	4,10	22,95	23,31	79,85	3,07	5	5	4,5	5	6

Çocuk gömleği ve ayakkabı çanta kullanımına yönelik TOPSIS çıktılarının ilk beşi her iki ürün grubu içinde aynı olduğundan tek bir tabloda sonuçlar verilmiştir. Tablo 4.2, nar kabuğu ile yapılan boyama ile TOPSIS sonuçları, ilk beş NK28,NK30,NK35, NK36 VE NK44 alternatiflerini çocuk gömleği ve ayakkabı çanta yapımında kullanılacak boyama işlem parametrelerinin seçimi için sunmuştur. İlk beş sıradaki alternatifin birinci sıradakinin kullanılması bir alternatif olabileceği gibi yüksek renk verimliliğinin istenildiği durumlar için NK 44 alternatifi (5. Sıradaki) kullanılabilir. Öte yandan ekonomik ve ekolojik beklentiler göz önüne alındığında ise NK28 alternatifi daha uygun görünmektedir. Çünkü NK 28 alternatifinde daha az enerji (sıcaklık) kullanılmaktadır. Dolayısı ile birinci sıranın yanı sıra ekonomik ve ekolojik olan, renk verimliliği yüksek olan ve kısa sürede gerçekleşende önerilebilir. Bu durumda istenilen özellikleri karşılamada ilk sırada olmasa da, renk verimliliği, süre ve ekolojik özellikler dikkate alındığında NK 44 alternatifi karar verici açısından daha ilgi çekicidir. Ancak enerji tasarrufu açısından ve aynı zamanda daha açık renk tonu istendiğinde ( $L^*=76,92$ ) NK 28 alternatifi tercih edilebilir.

Tablo 4.3. TOPSIS metoduna göre nar kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının perde ve masa örtüsü olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif üretimler	Konsantrasyon	Flotte oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Nar kabuğu	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama hashığı		Sürtünme hashığı		Işık hashığı
												RD	Lekeleme	kuru	yaş	
NK35	1:2	1/30	120	60		69,23	3,80	21,45	21,79	79,94	2,77	5	5	5	4,5	6
NK36	1:2	1/50	120	60		71,98	3,46	21,10	21,38	80,69	2,22	5	5	5	4,5	6
NK44	1:2	1/30	120	40		70,98	4,106	22,95	23,31	79,85	3,07	5	5	5	4,5	6
NK28	1:2	1/40	100	60		76,92	2,086	22,96	23,06	84,81	2,106	5	5	5	4,75	6
NK30	1:2	1/50	100	60		74,89	2,67	22,47	22,63	83,21	2,033	5	5	5	4,75	6

Perde ve masa örtüsü kullanımına yönelik TOPSIS çıktılarının ilk beşi her iki ürün grubu içinde aynı olduğundan tek bir tabloda sonuçlar verilmiştir Tablo 4.3’de, nar kabuğu ile yapılan boyama ile NK35,NK36,NK44, NK28 VE NK30 alternatifleri perde ve masa örtüsü yapımında kullanılacak boyama işlem parametrelerinin seçimi için sunulmuştur. NK35 alternatifi istenilen özellikleri karşılamada ilk sırada yer alıyor olsa da, yüksek renk verimliliğinin istenildiği durumlar için NK 28 alternatifi, ekonomik ve ekolojik beklentiler göz önüne alındığında ise NK44 alternatifi daha uygun görünmektedir. Çünkü NK44 alternatifinde daha az flote ve daha kısa süre kullanılmaktadır. Bu nedenle, NK 44 alternatifi karar verici açısından daha ilgi çekicidir.

#### **4.2.2. Kök Boya ile Yapılan Denemelerin TOPSIS ile Değerlendirilmesi**

Keten kumaşları renklendirmek için doğal boyarmadde kaynağı olarak kökboya seçildiğinde, çocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü gibi tasarlanmış her bir ürün grubu için tercih edilecek boyama parametreleri TOPSIS yöntemi ile belirlenmiştir. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının çocuk gömleği olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri Tablo 4.4’de, masa örtüsü olarak kullanılması düşünüldüğünde Tablo 4.5’de ve perde olarak kullanılması düşünüldüğünde Tablo 4.6’da ve son olarak ayakkabı çanta olarak kullanılması düşünüldüğünde Tablo 4.7’de verilmiştir.



Tablo 4.4. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının çocuk gömleği olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Kök boya	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama hashğı		Sürtünme hashğı		Işık Hashğı
												RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
KB52	1:2	1/40	120	80		50,01	14,9	5,04	15,73	18,71	2,51	4	4,5	3,75	4,5	3,5
KB72	1:0,5	1/50	120	40		58,55	20,10	5,363	20,81	14,92	1,62	5	5	3,75	4,5	2,5
KB70	1:0,5	1/40	120	40		57,21	19,82	5,37	20,54	15,16	1,75	4,5	5	3,5	4	3
KB75	1:0,5	1/50	100	80		56,55	21,37	6,09	22,22	15,91	1,93	4,5	5	3,5	4	3
KB63	1:0,5	1/50	120	60		56,94	20,13	5,193	20,78	14,46	1,79	4,25	5	3,5	4,5	3

Kök boya ile yapılan boyama ile KB52, KB72, KB70, KB75 ve KB63 alternatifleri müşteri talebi doğrultusunda çocuk gömleğinde pembe ve tonları istenildiğinde keten kumaşı renklendirmek için tercih edilebilir. Tablo 4.4’de çocuk gömleği yapımında kullanılacak boyama işlem parametrelerinin seçimi için sunulmuştur. İlk sırada yer alan, KB52 alternatifi yüksek renk verimliliği istenildiğinde tercih edilebilir. Ancak ekonomik ve enerji perspektifi ile düşünüldüğünde 100° derecede ve daha az miktarda boya maddesi ile boyamayı gerçekleştirmek tercih sebebi olabilir. Bu nedenle KB75 alternatifi de istenilen haslık beklentilerini karşılayacağından, renk verimi ilk sıradaki KB52 alternatifi kadar yüksek olmasa da tercih edilebilir.



Tablo 4.5. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının masa örtüsü olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Kök boya	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama haslığı		Sürtünme haslığı		Işık haslığı
												RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
KB72	1:0,5	1/50	120	40		58,55	20,10	5,363	20,81	14,92	1,62	5	5	3,75	4,5	2,5
KB70	1:0,5	1/40	120	40		57,21	19,82	5,37	20,54	15,16	1,75	4,5	5	3,5	4	3
KB75	1:0,5	1/50	100	80		56,55	21,37	6,09	22,22	15,91	1,93	4,5	5	3,5	4	3
KB71	1:0,5	1/30	120	40		57,89	18,98	4,84	19,59	14,29	1,62	4,75	5	3,5	4,5	2,5
KB63	1:0,5	1/50	120	60		56,94	20,13	5,193	20,78	14,46	1,79	4,25	5	3,5	4,5	3

Masa örtüsü olarak kullanılması düşünülen keten kumaş kök boya ile renklendirildiğinde yapılacak boyama alternatifleri sırasıyla KB72, KB70, KB75, KB71 ve KB63 olarak Tablo 4.5’de boyama işlem parametrelerinin seçimi için sunulmuştur. Burada KB72 boyama alternatifinin ve KB71 boyama alternatifinin renk verimliliği birbirine oldukça yakındır. Bu nedenle ekolojik avantaj ele alınacak olursa, KB71 seçeneği daha az flotte kullanımı nedeniyle karar vericiler tarafından tercih edilebilir.



Tablo 4.6. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının perde olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Kök boya	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama hashğı		Sürtünme hashğı		Işık hashğı
												RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
KB53	1:2	1/30	120	80		51,11	14,57	6,073	15,79	22,63	2,35	4,25	4,5	3,25	4,25	3,5
KB52	1:2	1/40	120	80		50,01	14,9	5,04	15,73	18,71	2,51	4	4,5	3,75	4,5	3,5
KB31	1:2	1/40	80	60		54,45	19,71	5,593	20,49	15,85	2,12	4	4,5	3	4	3,5
KB44	1:2	1/30	120	40		50,83	17,33	5,08	18,06	16,33	2,51	4	4,5	3	4	3,5
KB35	1:2	1/30	120	60		50,49	15,81	4,786	16,52	16,85	2,47	3,75	4,5	3,5	4,25	3,5

Kök boya ile perde yapımında kullanılması düşünülen keten kumaş renklendirilmek istendiğinde, TOPSIS yöntemi KB53, KB52, KB31, KB44 ve KB35 alternatiflerini müşteri talebini karşılayacak ilk 5 alternatif olarak sunmaktadır (Tablo 4.6.). Perde olarak kullanımda en önemli haslık, sürekli gün ışığına maruz kalacağından ışık haslığıdır. Daha sonra yıkama işleminde renk değişiminin önemli olduğu bu ürün grubunda, ışık haslığı hepsinde aynı olduğundan ekonomik ve ekolojik durumlar göz önüne alındığında, KB44 alternatifine karar vericiyi yönlendirmektedir. Aynı zamanda renk değişimi de kabul edilebilir seviyededir. Öte yandan KB31 alternatifi, ekonomik durum düşünüldüğünde enerji tasarrufu yapılmak istendiğinde tercih edilebilir.



Tablo 4.7. TOPSIS metoduna göre kök boya ile yapılan keten kumaş boyamalarının ayakkabı çanta olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Kök boya	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama hashğı		Sürtünme hashğı		Işık hashğı
												RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
KB52	1:2	1/40	120	80		50,01	14,9	5,04	15,73	18,71	2,51	4	4,5	3,75	4,5	3,5
KB35	1:2	1/30	120	60		50,49	15,81	4,786	16,52	16,85	2,47	3,75	4,5	3,5	4,25	3,5
KB53	1:2	1/30	120	80		51,11	14,57	6,073	15,79	22,63	2,35	4,25	4,5	3,25	4,25	3,5
KB8	1:1	1/30	120	60		53,43	17,55	5,45	18,39	17,26	2,13	3,5	4,5	3,25	4	3,5
KB31	1:2	1/40	80	60		54,45	19,71	5,593	20,49	15,85	2,12	4	4,5	3	4	3,5

Ayakkabı-çanta olarak keten ürünlerin kök boya renklendirilmesi düşünüldüğünde karar vericiler için KB52, KB35, KB53, KB8 ve KB31 seçenekler arasında haslık isteklerini karşılayacak alternatifler olarak TOPSIS metodu tarafından sunulmuştur. Bu ürün seçeneğinde renk tasarımında dikkate alınması gereken haslıklar ışık, kuru sürtünme, yaş sürtünme, renk değişimi ve lekeleme olarak karşımıza çıkmaktadır. Tablo 4.7’de de verildiği gibi, ışık haslığı tüm tercihler arasında aynı olduğundan ikinci sıradaki kuru sürtünme değeri ve renk verimliliği dikkate alınacak olursa ilk sıradaki alternatif beklentiyi karşılamaktadır. Yüksek renk verimliliğinin istenildiği durumlar için de KB52 alternatifi (1. Sıradaki) kullanılabilir. Ekolojik ve ekonomik açıdan ele alınması gerekirse 4. seçenekteki KB8 alternatifi de karar verici açısından daha ilgi çekicidir. Ancak enerji tasarrufu açısından en az sıcaklıkta boyama işleminin gerçekleşmesi esnasında, renk verimliliğinin önemsenmediği durumda KB31 alternatifi tercih edilebilir.



### **4.2.3. Ceviz kabuğu ile yapılan denemelerin TOPSIS ile değerlendirilmesi**

Keten kumaşları renklendirmek için doğal boyarmadde kaynağı olarak ceviz kabuğu seçildiğinde, ocuk gömleği, perde, ayakkabı-çanta ve masa örtüsü gibi tasarlanmış her bir ürün grubu için tercih edilecek boyama parametreleri TOPSIS yöntemi ile belirlenmiştir. TOPSIS metoduna göre ceviz kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının ocuk gömleği olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri Tablo 4.8’de, masa örtüsü olarak kullanılması düşünüldüğünde Tablo 4.9’da, son olarak ayakkabı-çanta ve perde olarak kullanılması düşünüldüğünde işlem parametreleri Tablo 4.10’da verilmiştir.



Tablo 4.8. TOPSIS metoduna göre ceviz kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının çocuk gömleği olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Ceviz Kabuğu	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama haslığı		Sürtünme haslığı		Işık haslığı
												RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
CK35	1:2	1/30	120	60		48,31	3,75	10,55	11,20	70,41	3,89	5	5	4,5	5	5,5
CK39	1:2	1/50	100	40		52,73	3,29	9,75	10,29	71,37	2,81	5	5	4,5	5	5,5
CK48	1:2	1/50	100	80		52,64	3,29	10,05	10,58	71,89	2,87	5	5	4,5	5	5,5
CK53	1:2	1/30	120	80		49,87	3,97	10,76	11,47	69,76	3,54	5	5	4,25	4,75	6
CK46	1:2	1/40	100	80		50,29	3,32	10,03	10,56	71,66	3,33	5	5	4,5	4,75	5,5

Tablo 4.8’de gösterildiği gibi, ceviz kabuğu ile yapılan boyama ile CK35, CK39, CK48, CK53 ve CK 46 alternatifleri çocuk gömleğinin renklendirilmesinde TOPSIS yöntemi tarafından sunulan alternatiflerdir. Çocuk gömleği olarak kullanımda belirlenen en önemli haslık, yıkama esnasında renk değişim değeridir. Sonuçlar incelendiğinde yıkama esnasında renk değişimi açısından farklılık görünmemesinden ötürü ekonomik ve ekolojik tercihler de karar vericiye yol gösterebilir. Burada renk verimliliği arasında çok büyük farklılık olmamasına, ışık haslığı değerı daha fazla olmasına rağmen 1. alternatif, kullanılan süre bakımından daha kısa olduğu için ise 4. alternatif yani CK53 tercih edilebilir.



Tablo 4.9. TOPSIS metoduna göre ceviz kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının masa örtüsü olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Ceviz Kabuğu	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama haslığı		Sürtünme haslığı		Işık haslığı
												RD	Lekeleme	Yaş	Kuru	
CK38	1:2	1/30	100	40		50,11	3,48	10,02	10,61	70,78	3,32	5	5	5	5	6
CK35	1:2	1/30	120	60		48,31	3,75	10,55	11,20	70,41	3,89	5	5	4,5	5	5,5
CK39	1:2	1/50	100	40		52,73	3,29	9,75	10,29	71,37	2,81	5	5	4,5	5	5,5
CK48	1:2	1/50	100	80		52,64	3,29	10,05	10,58	71,89	2,87	5	5	4,5	5	5,5
CK53	1:2	1/30	120	80		49,87	3,97	10,76	11,47	69,76	3,54	5	5	4,25	4,75	6

Ceviz kabuğu ile nihai kullanım yeri masa örtüsü olan keten kumaşı renklendirmek istediğimizde, TOPSIS yöntemi CK38, CK35, CK39, CK48 ve CK53 alternatiflerini ilk beş olarak sıralamaktadır (Tablo 4.9). Burada renk verimliliği ele alınırsa 2. alternatif olan CK35 seçmek, fakat enerji ve ekolojik değerler kaygısı gdlrse sıcaklık, flote oranı ve süre gibi değerler açısından avantajlı olan birinci alternatif olan CK38'i seçmek daha doğru olacaktır.



Tablo 4.10. TOPSIS metoduna göre ceviz kabuğu ile yapılan keten kumaş boyamalarının perde ve ayakkabı-çanta olarak kullanılması düşünüldüğünde tercih edilebilecek ilk beş boyama işlem parametreleri ve ilgili boyama değerleri

Alternatif Üretimler	Konsantrasyon	Flotte Oranı	Sıcaklık (°C)	Süre (dk)	Ceviz Kabuğu	L*	a*	b*	C*	h°	K/S	Yıkama hashğı		Sürtünme hashğı		Işık hashğı
												Rd	Lekeleme	Yaş	Kuru	
CK38	1:2	1/30	100	40		50,11	3,48	10,02	10,61	70,78	3,32	5	5	5	5	6
CK53	1:2	1/30	120	80		49,87	3,97	10,76	11,47	69,76	3,54	5	5	4,25	4,75	6
CK35	1:2	1/30	120	60		48,31	3,75	10,55	11,20	70,41	3,89	5	5	4,5	5	5,5
CK39	1:2	1/50	100	40		52,73	3,29	9,75	10,29	71,37	2,81	5	5	4,5	5	5,5
CK48	1:2	1/50	100	80		52,64	3,29	10,05	10,58	71,89	2,87	5	5	4,5	5	5,5

Ceviz kabuğu kullanılarak yapılan farklı tasarımlar değerlendirildiğinde TOPSIS incelemeleri sonrasında ilk beş tasarım alternatifinin hem perde hem de ayakkabı-çanta olarak kullanırken aynı olduğu görülmüş ve bu tasarımlar Tablo 4.10'da sunulmuştur. Ceviz kabuğu ile boyanmış keten kumaşları, perde ve ayakkabı çanta olarak kullanmak istediğimizde iki ürün grubu içinde ışık haslığı önemlidir ve TOPSIS yöntemi CK38, CK53, CK35, CK39 ve CK 48 alternatiflerinin Tablo 4.10 'daki gibi sıralamıştır. Bu ilk beş tercihte renk verimliliği dikkate alınrsa 3. alternatifi seçmenin doğru olacağı düşünülmüştür. Ama ilk iki alternatif ışık haslığı açısından müşteri talebini daha çok karşılayacağı düşünülmektedir. Hem de ilk alternatif enerji, süre ve flotte oranı dikkate alındığında enerji tüketimi açısından daha hızlı ve ekonomik ve su tüketimi açısından da daha ekolojik olacaktır. Bu nedenle birinci alternatif, karar verici tarafından ilgi çekecektir.

### **4.3. Genel Sonuç ve Öneriler**

Bir ürünün satın alınması etkileyen en önemli unsurlar, biçim, kalite algısının yanı sıra kullanıcıya kendisini farklı hissettiren tasarım öğeleridir. Renk, bu tasarım öğelerinden biridir. Çevreye karşı bilincin artması ve müşterinin kendisine daha özel hissettirmesi nedeniyle, tekstil ürünlerine uygulanabilen doğal boyalar ve doğal boyamacılığın popülaritesi artmıştır. Hem ekonomik ve hem de ekolojik üretim açısından önemli avantajlar sağlayacağı öngörülen doğal boyamacılığın, katma değeri yüksek ürünler grubunda olan keten kumaş üzerinde renklendirme tasarımlarında kullanılması projenin temel yaklaşımlarını oluşturmaktadır.

Bu tez çalışması kapsamında doğada temini kolay ve bol bulunan 3 farklı doğal boyarmadde kaynağı ile keten kumaş numunelerinin mordansız bir şekilde boyanmaları sonucunda açığa çıkan renkler incelenmiştir. Boyanmış numunelerin yıkama, sürtme ve ışık haslık sonuçları da ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Doğal boyarmadde kaynağı olarak seçilen nar kabuğu, ceviz kabuğu ve kök boya ile yapılan boyamalarda farklı renkler elde edilebildiği gibi kullanılan farklı işlem parametrelerine göre de renk tonlarında kaymaların olduğu ve farklı haslıkların elde edilebileceği tespit edilmiştir. Bunun

yanında elde edilen bu farklı tonlardaki renklerine sahip numunelerin haslık değerleri de belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci kısmında ise keten ürün kullanıcısının isteklerine hitap eden, belirli haslık değerlerini sağlaması beklenen ürünlerin üzerinden son kullanım yerlerine göre boyama işlem parametrelerinin seçimi yapılmak istenmiştir. Bunun için çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS metodu kullanılarak 4 farklı ürün grubundan müşterilerin beklediği haslık değerleri gözetilerek işlem parametrelerinin seçimi yapılmıştır.

Çocuk gömleği, masa örtüsü, perde ve ayakkabı-çanta yapımında kullanılmak üzere nar kabuğu doğal boyarmaddesi ile renklendirilen keten kumaşlar, TOPSIS metodu ile her bir ürün grubuna ait müşteriler tarafından istenilen önemli haslık niteliklerine göre ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Keten kumaşı renklendirme tasarımlarında kullanılan boyama parametreleri, aynı zamanda da müşteri isteklerini karşılayabilecek olan haslık değerlerini de gözeterek TOPSIS metodu ile 81 alternatif arasından ilk beş alternatif sıralanmıştır. Boyama tasarımlarının ekolojik, ekonomik ve renk verimliliklerinin yüksek olması da dikkate alınarak bu ilk beş sıralama arasında tercih yapmak, karar vericiye çok yönlü düşünmesine olanak verip, hızlı ve pratik değerlendirme imkanı sağlamıştır. Çocuk gömleği ve ayakkabı-çanta olarak kullanılacak keten kumaşlar için yüksek renk verimliliğinin istenildiği durumlarda 1:2 boya konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 120°C ve 40 dakika tercih edilebileceği görülmüştür. Öte yandan ekonomik ve ekolojik beklentiler göz önüne alındığında ise 1:2 boya konsantrasyonu, 1/40 flotte oranı, 100° ve 60 dakika daha uygun görünmektedir. Perde ve masa örtüsü ürün grubu içinse uygun haslık değerlerini sağlayan boyama işlem parametresi tasarımı 1:2 boya konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 120° ve 40 dakika olarak belirlenebilir. Kökboya da keten çocuk gömleğinin renklendirilmesinde kullanılması düşünüldüğünde, TOPSIS metodu alternatifler arasından 1:0,5 boya konsantrasyonu, 1/50 flotte oranı, 100° C ve 80 dakika parametrelerini sunmaktadır. Bu parametreler çocuk gömleğinin renklendirilmesi için gereken haslık değerlerini sağlayacağını gözlemlenmiştir. Perde olarak kullanımı halinde 1:2 boyarmadde konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 120°C sıcaklık ve 80 dakika çalışma süresinin istenilen haslığı sağlayabileceği



gözlemlenmiştir. Aynı şekilde ayakkabı-çanta içinde 1:1 boyarmadde konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 120° sıcaklık ve 60 dakika çalışma süresinin tercih edilebileceği gözlemlenmiştir. Masa örtüsünde ise 1:0,5 boyarmadde konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 120° sıcaklık ve 40 dakika çalışma süresinin gereken müşteri talebini karşılamada yeterli olabileceği tespit edilmiştir. Ceviz kabuğu doğal boya maddesi ile de farklı ürün gruplarına göre renk tasarımları yapılmıştır. TOPSIS metodundan renk tasarım parametrelerine karar vermek için faydalanılmıştır. Çocuk gömleğinin renklendirilmesinde, TOPSIS metodunun önerdiği ilk beş alternatiften, 1:2 boyarmadde konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 120°C sıcaklık ve 60 dakika çalışma süresi gereken haslık ve renk verimliliği bakımından tercih edilebilir. Masa örtüsünün renklendirilmesinde ise 1:2 boyarmadde konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 100° sıcaklık ve 40 dakika çalışma süresi ekonomik ve ekolojik kaygıları diğer alternatiflere göre daha tolere edilebilir kıldığı anlaşılmıştır. Perde ve ayakkabı-çanta ürün gruplarının renklendirilmesinde ise, işlem parametrelerinin tasarımında 1:2 boyarmadde konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 120°C sıcaklık ve 60 dakika çalışma süresi renk verimliliği açısından tercih edilebilirken, ekonomik olarak düşünüldüğünde 1:2 boyarmadde konsantrasyonu, 1/30 flotte oranı, 100°C sıcaklık ve 60 dakika çalışma süresini tercih edilebilir olduğunu görülmüştür.

Sonuç olarak, TOPSIS metodu farklı değerlendirme seçeneklerini ortak bir paydada bir araya getirerek, karar vericilere objektif ve sistematik bir değerlendirme imkânı tanımaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada ulaşılan sonuçlar doğal boyamacılık ile ilgili çalışmak isteyenlere boyama parametrelerinin boyama performans durumu hakkında bilgi sağlayacağı gibi, spesifik ürünlere yönelik doğal boyama yapacak olanlara da verecekleri kararlarda yardımcı olabilecektir. Ayrıca, elde edilen bilgiler doğal boyamacılık alanında faaliyet göstermek isteyen işletmelerle ilgili olarak ileride yapılacak olan, aynı veya farklı performans değerlendirme yöntemlerinin sonuçları ile karşılaştırabileceğinden, işletmelerin zaman içindeki boyamacılık performanslarındaki değişimler ve farklı boyama yöntemlerinin ortaya çıkaracağı sıralamalar karşılaştırmalı olarak ortaya konulabilecektir.

Literatüre yeni bir bakış açısı kazandıran bu çalışma ile ileride farklı doğal boyaların boyama parametreleri seçimi için yapılacak çalışmalara yol haritası da çizilmiş olmaktadır. Farklı doğal boyama parametrelerinin değerlendirilmesi için de bu test edilen yöntem kullanılabilir. Ayrıca gelecek çalışmalarda TOPSIS metodu ile diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırması yapılarak yöntemin artı ve eksileri ortaya konulması da ilgi çekici bir yaklaşım olacaktır. Ayrıca farklı çok kriterli karar verme yöntemleriyle entegre edilebilirlik de test edilmesi muhtemel bir konudur.



## KAYNAKLAR

1. Rana S., Pichandi S., Parveen S., Fanguero R. 2014, Natural Plant Fibers: Production, Processing, Properties and Their Sustainability Parameters (eds), Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing. Textile Science and Clothing Technology. Springer, Singapore.
2. Cook, J. G. 1984, Handbook of textile fibres: man-made fibres. Elsevier.
3. <http://tekstilkutuphane.blogspot.com/2015/06/keten-liflerinin-fiziksel-ve-kimyasal.html> (Erişim tarihi: 19.08.2018) .
4. FOASTAT; [https://en.wikipedia.org/wiki/Flax#cite\\_note-fao2014-42](https://en.wikipedia.org/wiki/Flax#cite_note-fao2014-42) (Erişim Tarihi: 19.08.2018).
5. Başer, İ., 1998, Elyaf Bilgisi, Marmara Üniversitesi Yayınları, Yayın No:634, İstanbul, Türkiye, 37-52.
6. Eker, P., 2011. Farklı Hammaddeler İçeren Lycralı Dokuma Kumaşlarda Biyo-Parlatma ve Biyo-Parlatmanın Kumaş Performansına Etkileri, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ss. 101.
7. Aktaş M., 2008. Keten ve Keten/Selülozik Elyaf Karışımlarının Reaktif, Direkt Ve Kükürt Boyarmaddelerle Boyanması, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, ss. 163.
8. Das, P. K., Nag, D., Debnath, S., & Nayak, L. K. 2010, Machinery for extraction and traditional spinning of plant fibres, **Indian Journal Of Traditional Knowledge**, 9(2), pp.386-393.
9. Kromer KH (2009) Physical properties of flax fiber for non-textile use. **Res Agr Eng**, 55(2):52–61.
10. Şevkan, A., 2010. Keten ve pamuk karışımlarının ring ve open-end iplikçiliklerinde eğrilmesi üzerine bir araştırma, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, ss 206.
11. Atav, R., Namlıgöz E.S., 2009, Keten ve Jüt Liflerinin Boyanması, **Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi**, 3(3) 65-69.

12. Harmancıoğlu, M., 1955. Türkiye'de Bulunan Önemli Bitki Boyalarından Elde Olunan Renklerin Çeşitli Müessirlere Karşı Yün Üzerinde Haslık Dereceleri, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 212 s.
13. Bhuyan, R., Saikia, C. N., 2005. Isolation of colour components from native dye-bearing plants in northeastern India. **Bioresource Technology**, **96** (3): 363-372.
14. Cristea, D., Vilarem, G., 2006. Improving light fastness of natural dyes on cotton yarn, **Dyes and Pigments**, **70**:238-245
15. Eyüboğlu, Ü., Okaygün, I., Yaraş, F., 1983. Doğal Boyalarla Yün Boyama: Uygulamalı ve Geleneksel Yöntemler. Uygulamalı Eğitim Vakfı Yayını, İstanbul, 138 s
16. Bebekli, M. 1990. Doğal Kaynaklardan Boyarmadde İzolesi Ve Pratikte Kullanılabilirliğinin İncelenmesi, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Adana.
17. Öztürk, İ. 1999. Doğal Bitkisel Boyalarla Yün Boyama. Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 102 s..
18. Yılmaz Harbelioğ, 2011. Taşpınar Halı İpliklerinin Boyanmasında Uygulanan Doğal Boyama Yöntemlerinin Reçetelendirilmesi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, El Sanatları Ana Bilim Dalı, Dokuma-Örgü Bilim Dalı, Yüksek Lisans, Ankara, ss.104.
19. Saxena, S., & Raja, A. S. M., .2014. Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. In Roadmap to sustainable textiles and clothing Springer, Singapore, pp. 37-80.
20. Benli, H., 2015. Selüloz Esaslı Tekstil Materyalleri İçin Çevre Dostu Terbiye Proseslerinin Oluşturulması: Yeşil Fabrika. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Kayseri, 264 s.
21. Vankar, S. P., 2007. Handbook on Natural Dyes for Industrial Applications. National Institute of Industrial Research, New Delhi, pp. 472.

22. Tutak, M., Benli, H., 2008. Bazı bitkilerden elde edilen doğal boyar maddelerin yünü boyama özelliğinin incelenmesi. **Bahkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, **10** (2): 53-59.
23. Anonim, 1991. Bitkilerden Elde Edilen Boyalarla Yün Liflerinin Boyanması. T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Ankara, 167 s.
24. Dağcı, E. K., Dığrak, M., 2005. Bazı meyve ekstraktlarının antibakteriyal ve antifungal aktiviteleri. **KSÜ. Fen ve Mühendislik Dergisi** **8** (2): 1-6.
25. Karadağ R, 2007. Doğal Boyamacılık, TC Kültür ve Turizm Bakanlığı Döner Sermaye İşletmesi Merkez Müdürlüğü
26. Lansky, E. P., Newman, R. A., 2007. Punica granatum (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. **Journal of ethnopharmacology**, **109** (2): 177-206
27. Gunstone, F., D., Harwood, J., L., Dijkstra A. J. 2007. The Lipid Handbook with Cd- Rom. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press.
28. Alfred, T. 2000. Fats and Fatty Oils. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry.
29. Satyanarayana, D. N. V., & Chandra, K. R. 2013. Dyeing of cotton cloth with natural dye extracted from pomegranate peel and its fastness. **International Journal of Engineering Sciences & Research Technology**, **2**.
30. Goodarzian, H., & Ekrami, E. 2010. Wool dyeing with extracted dye from pomegranate (Punica granatum L.) peel. **World Applied Sciences Journal**, **8**(11), 1387-1389.
31. <https://www.agac.gen.tr/nar-agaci.html> (Erişim tarihi: 19.08.2018) .
32. <https://www.diyetkolik.com/kac-kalori/nar/>(Erişim tarihi: 19.08.2018) .
33. Adeel, S., Ali, S., Bhatti, I. A., & Zsila, F. 2009. Dyeing of cotton fabric using pomegranate (Punica granatum) aqueous extract. **Asian Journal of Chemistry**, **21**(5), 3493.

34. Ghaheh, F. S., Nateri, A. S., Mortazavi, S. M., Abedi, D., & Mokhtari, J. 2012. The effect of mordant salts on antibacterial activity of wool fabric dyed with pomegranate and walnut shell extracts. **Coloration Technology**, **128**(6), 473-478.
35. Kanchana, R., Fernandes, A., Bhat, B., Budkule, S., Dessai, S., & Mohan, R., 2013. Dyeing of textiles with natural dyes-An eco-friendly approach. **International Journal of ChemTech Research**, **5**(5), 2102-2109
36. Satyanarayana, D. N. V., & Chandra, K. R., 2013. Dyeing of cotton cloth with natural dye extracted from pomegranate peel and its fastness. **International Journal of Engineering Sciences & Research Technology**, **2**(10), 2664-69.
37. Davulcu, A., Benli, H., Şen, Y., & Bahtiyari, M. İ., 2014. Dyeing of cotton with thyme and pomegranate peel. **Cellulose**, **21**(6), 4671-4680.
38. Tutak, M., ACAR, G., & Akman, O., 2014. Natural Dyeing Properties Of Wool Fabrics By Pomegranate (*Punica granatum*) Peel. **Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon**, **24**(1).
39. Ebrahimi, I., & Parvinzadeh Gashti, M., 2016. Extraction of polyphenolic dyes from henna, pomegranate rind, and *Pterocarya fraxinifolia* for nylon 6 dyeing. **Coloration Technology**, **132**(2), 162-176.
40. Shin, Y., & Yoo, D. I., 2016. Dyeing and Antimicrobial Properties of Chitosan-Treated Bamboo/Cotton Blended Fabric with Dye from Pomegranate Rind. **Textile Science and Engineering**, **53**(2), 63-67.
41. Rehman, F., Naveed, T., Ullah, W., Pour, R. A., & Wei, W., 2016. Extraction and Dyeing Behavior of Pomegranate dye on Tencel Fabric. **Universal Journal of Environmental Research & Technology**, **6**(4).
42. Hosseinnezhad, M., Gharanjig, K., Belbasi, S., & Saadati, S. S., 2017. Green dyeing of silk fabrics in the presence of pomegranate extract as natural mordant. **Progress in Color Colorants and Coating**, **10**(2), 129-33.

43. Aydın, H.S., 2001. Bazı Boya Bitkileri İle İpekli Tekstil Ürünlerinin Boyanması ve Haslık Değerlerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara, 148s.
44. Canikli, N. 1989. Kökboya (Rubia tinctorum L.)’den Elde Edilen Renkler Ve Bu Renklerin Yün Halı İplikleri Üzerindeki Işık Ve Sürtünme Haslıkları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Ankara.
45. Çakır U., 1996. Doğal Boyarmaddelerle Pamuklu Dokuma Kumaşların Boyanabilirliği.. Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Afyon.
46. Köşker, Ö., 1945. Cehri-Rhamnus Saxatilis. **Matematik ve Tabiat Bilimleri Dergisi** 7(1). 28-31
47. Eşberk, T. ve Köşker, Ö., 1945. Kökboya (Rubia Tinctorum L.) **Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Dergisi**, 4, :1, s.376-384. Ankara
48. Kayabaşı, N., Dellal, G., 2004. Koyun ırklarından elde edilen yünlerin kökboya (rubia tinctorum l.) ile verdikleri renklerin ışık haslık değerleri üzerine bir araştırma. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi**, 14 (2): 79-83.
49. Kasiri, M. B., & Safapour, S., 2014. Natural dyes and antimicrobials for green treatment of textiles. **Environmental Chemistry Letters**, 12(1), 1-13.
50. Mehrparvar, L., Safapour, S., Sadeghi-Kiakhani, M., & Gharanjig, K., 2016. A cleaner and eco-benign process for wool dyeing with madder, Rubia tinctorum L., root natural dye. **International journal of environmental science and technology**, 13(11), 2569-2578.
51. <http://www.sifamarket.com/sifali-bitkiler-sozlugu/kok-boya.html> (Erişim tarihi: 19.08.2018) .
52. Özer, L. M., Karadağ, R., & Torgan, E., 2016. Investigation of the Effect of Turkey Red Oil on Colour, Fastness Properties and HPLC-DAD Analysis of Silk Fabrics Dyed with Madder (Rubia Tinctorium L.) and Gall Oak. **Tekstil ve Mühendis**, 23(103).

53. Doğan, S. D., & Akan, M. 2018. A Research on Colours and Fastness Values of Different Materials Dyed with Some Natural Dyes. **International Journal of Materials Science and Applications**, 7(3), 69.
54. Willemen, H., van den Meijdenberg, G. J., van Beek, T. A., & Derksen, G. C. 2019. Comparison of madder (*Rubia tinctorum* L.) and weld (*Reseda luteola* L.) total extracts and their individual dye compounds with regard to their dyeing behaviour, colour, and stability towards light. **Coloration Technology**, 135(1), 40-47.
55. Jahangiri, A., Ghoreishian, S. M., Akbari, A., Norouzi, M., Ghasemi, M., Ghoreishian, M., & Shafiabadi, E. 2018. Natural Dyeing of Wool by Madder (*Rubia tinctorum* L.) Root Extract Using Tannin-based Biomordants: Colorimetric, Fastness and Tensile Assay. **Fibers and Polymers**, 19(10), 2139-2148.
56. Yılmaz, H., Cakir, A., & Acikyildiz, M. 2018. Evaluation of wool dyeing potentials of some plant species growing in Southeastern Anatolia Region. **Journal of Natural Fibers**, 1-20.
57. Kaynar, H., & Ucar, E., 2019. Alternative plants to be used in natural dyeing on wool yarn fibers. **Journal of Natural Fibers**, 16(3), 379-387.
58. Alkan, R., Torgan, E., & Karadag, R. 2017. The investigation of antifungal activity and durability of natural silk fabrics dyed with madder and gallnut. **Journal of natural fibers**, 14(6), 769-780.
59. Gawish, S. M., Helmy, H. M., Ramadan, A. N., Farouk, R., & Mashaly, H. M. 2016. UV protection properties of cotton, wool, silk and nylon fabrics dyed with red onion peel, madder and chamomile extracts. **J. Text. Sci. Eng**, 6(4), 1.
60. Harmancıglu, M.1955. Türkiye’de bulunan önemli bitki boyalarından elde olunan renklerin çeşitli müessirlere karşı yün üzerinde haslık dereceleri. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 211 s.



61. Budak, Y., 2010. Ceviz Yetiştiriciliği. T.C. Samsun Valiliği İl Tarım Müdürlüğü, Samsun, 20 s.
62. Tsamouris, G., Hatziantoniou, S., & Demetzos, C. 2002. Lipid analysis of Greek walnut oil (*Juglans regia* L.). *Zeitschrift fur Naturforschung. C. Journal of Biosciences (Z Naturforsch C Biosci)*, **57**, 51–60.
63. Chopra, R. N., Nayar, S. L., & Chopra, R. C. 1996. Glossary of Indian medicinal plants (Including the Supplement) (p. 11). New Delhi: Council of Scientific and Industrial Research
64. Mirjalili, M., & 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*, **0**, 1–9.
65. Mirjalili, M., Nazarpour, K., & Karimi, L. 2011. Extraction and identification of dye from walnut green husks for silk dyeing. *Asian Journal of Chemistry*, **23**, 1055–1059.
66. Bukhari, M. N., Shabbir, M., Rather, L. J., Shahid, M., Singh, U., Khan, M. A., & Mohammad, F. 2017. Dyeing studies and fastness properties of brown naphthoquinone colorant extracted from *Juglans regia* L on natural protein fiber using different metal salt mordants. *Textiles and Clothing Sustainability*, **3**(1), 3.
67. Yaman, K., 2012. Bitkisel atıkların değerlendirilmesi ve ekonomik önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **12** (2): 339-348.
68. Tutak, M., & Benli, H. 2011. Colour and fastness of fabrics dyed with walnut (*Juglans regia* L.) Base natural dyes. *Asian Journal of Chemistry*, **23**, 566–568
69. Hwang, J. S., & Park, S. Y. 2013. Application of green husk of *Juglans regia* Linn and effect of mordants for staining of silk. *Journal of Convergence Information Technology*, **8**(12), 279.

70. Ali, M. K., Islam, S., & Mohammad, F. 2016. Extraction of natural dye from walnut bark and its dyeing properties on wool yarn. **Journal of Natural Fibers**, **13**, 458–469
71. Ali Khan, M., Shahid-Ul-Islam, & Mohammad, F. 2016. Extraction of natural dye from walnut bark and its dyeing properties on wool yarn. **Journal of Natural Fibers**, **13**(4), 458-469.
72. Eser, F., Aktas, E., & Onal, A. 2016. Dyeing quality of walnut shells on polyester and polyester/viscose blended fabrics. **Indian Journal of Fibre & Textile Research (IJFTR)**, **41**(2), 188-194.
73. Doğan-Sağlantı, N., Turaç, E., Arabacıoğlu, R., & Çivioğlu, T. 2017. Production of Dye from Green and Brown Walnut Shells for Leather Coloration. **Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)**, **5**(2).
74. Lezki, Ş., 2014. Çok kriterli karar verme problemlerinde karar ağacı kullanımı, **Siirt Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisadi Yenilik Dergisi**, **2**(1).
75. Herişçakar, E., 1999. Gemi ana makine seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri AHP ve SMART uygulaması, *Gemi İnşaatı ve Teknolojisi Teknik Kongresi*, 23 Aralık 1999, İstanbul, s.240-256.
76. Tzeng G.H., Huang J.J., 2011. Multiple attribute decision making methods and applications, CRC Press, 1-4.
77. Zionts, S., 1979. MCDM-If not a roman numeral then what?, **Interfaces**, **9** (4), 94
78. Felek, S., Yulugkural, Y., Aladag Z., 2007. Mobil İletişim Sektöründe Pazar Paylaşımının Tahmininde AHP ve ANP Yöntemlerinin Kıyaslaması, **Endüstri Mühendisliği Dergisi**, **18**:1-7.
79. Eugene D.Hahn, 2003. Decision Making with Uncertain Judgements : A Stochastic Formulation of The Analytic Hierarchy Process, **Decision Sciences**, , s.445
80. Okul, D., 2012. Stokastik Çok Kriterli Karar Vermede Yeni Bir Yöntem : SMAA-TOPSIS ve Bir Uygulama, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekât Araştırması Ana Bilim Dalı, Doktora, Ankara, 94 s.

81. Peng, Y. Zhang, Y. Tang, Y. Li, S. 2011. An Incident Information Management Framework Based On Data İntegration, Data Mining, And Multi-Criteria Decision Making, **Decision Support Systems**, **51**, 316-327.
82. Yılmaz Kaya, 2004. Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerinden TOPSIS ve Electre Yöntemlerinin Karsılaştırılması”, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul.
83. Tiryaki F. ve Ahlatçioğlu M., 2005. Fuzzy Stock Selection Using a New Fuzzy Ranking and Weighting Algorithm, **Applied Mathematics and Computation**, **170**, 147.
84. Stelios H. Zanakis, 1998. Multi-attribute Decision Making: A Simulation Comparison of Select Methods, **European Journal of Operational Research**, **107**, 508.
85. Bolat, B. ve Kuzucu, A. 2006. Çok Amaçlı Karar Verme Problemlerine Etkileşimli Bir Yaklaşım, **İTÜ Dergisi**, **5**:1.
86. Demirel, N. Ç., Deveci, M., & Eser, G. 2016. Comparative analysis of fuzzy multi-criteria decision making for location selection of Textile plant in Turkey. **International Institute of Social and Economic Sciences**, In Proceedings of International Academic Conferences.
87. Acar, E., Kilic, M., & Güner, M. 2015. Measurement Of Sustainability Performance In Textile Industry By Using A Multi-Criteria Decision Making Method. **Journal of Textile & Apparel/Tekstil ve Konfeksiyon**, **25**(1).
88. Mohsin, M., & Sardar, S. 2019. Multi-criteria decision analysis for textile pad-dyeing and foam-dyeing based on cost, performance, productivity and sustainability. **Cellulose**, **26**(6), 4143-4157.
89. Maleki, F., Kazemi, H., Siahmarguee, A., & Kamkar, B. 2017. Development of a land use suitability model for saffron (*Crocus sativus* L.) cultivation by multi-criteria evaluation and spatial analysis. **Ecological Engineering**, **106**, 140-153.

90. Pattnaik, P., & Dangayach, G. S. 2019. Sustainability of Textile Wastewater Management by Using Fuzzy AHP Method.
91. Ehrampoush, M. H., Miri, M., Momtaz, S. M., Ghaneian, M. T., Rafati, L., Karimi, H., & Rahimi, S. 2016. Selecting the optimal process for the removal of reactive red 198 dye from textile wastewater using analytical hierarchy process (AHP). **Desalination and Water Treatment**, **57**(56), 27237-27242.
92. Chamid, A. A., & Murti, A. C. 2018. Prioritization of Natural Dye Selection In Batik Tulis Using AHP and TOPSIS Approach. **IJCCS (Indonesian Journal of Computing and Cybernetics Systems)**, **12**(2), 129-138.
93. Güngör F., Akkaya M., 2016. Choosing the Appropriate Mordant via Multi criteria Decision Making Methods in Natural Dyeing with Tea Extract. **Scientific Review**. **2**:14-21.
94. Özomay M., 2016. Türkiye'de yöresel dokunan bez örneklerinin doğal boyarmaddeler ile gri ilişkisel analiz yöntemi kullanılarak boyama özelliklerinin belirlenmesi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, , ss.307.
95. Zeydan, Mithat. 2014. Improvement of process conditions in acrylic fiber dyeing using gray-based Taguchi-neural network approach. **Neural Computing and Applications** **25**.1, 155-170.].
96. Kök boya resmi <http://www.hurriyet.com.tr/konyadan-almanyaya-kokboya-bitkisi-gonderiyor-37248474> (Erişim tarihi :18.05.2019)
97. Yetkin Çınar, 2004. Çok Nitelikli Karar Verme Ve 'Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi' Örneği, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, ss.204.
98. Hwang C.L., Yoon K. 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, Berlin.

99. Mahmoodzadeh S., J. Shahrabi, M. Pariazar ve M. S. Zaeri 2007. Project Selection by Using Fuzzy AHP and TOPSIS Technique, **World Academy of Science, Engineering and Technology**, **30**, 333-338.
100. Chen, T.C., 2000. Extensions of the TOPSIS for Group Decision Making Under Fuzzy Environment, **Fuzzy Sets and Systems**, **114**: 1-9.
101. Ishizaka, A. and Nemery, P. 2013, Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software. Wiley, Chichester
102. Wang, Y.M., Elhag, T.M.S. ve Hua, Z., 2006. A Modified Fuzzy Logarithmic Least Squares Method For Fuzzy Analytic Hierarchy Process, **Fuzzy Sets and Systems**, 3055- 3071
103. Hung C.C., Chen L.H. 2009. A Fuzzy TOPSIS Decision Making Model with Entropy Weight under Intuitionistic Fuzzy Environment. Proceedings of the International Multi-Conference of Engineers and Computer Scientists IMECS, Hong Kong
104. Yurdakul, M., Mutlu S. ve İç, Y.T., 2003. Topsis Yöntemi İle Robot Seçimi, UMTS 2003 11. Ulusal Makina Teorisi Sempozyumu Bildiri Kitabı, 2, 633-642, Ankara.
105. Karsak, E.E., 2004. Fuzzy Multiple Objective Decision Making Approach to Prioritize Design Requirements in Quality Function Deployment, **International Journal of Production Research**, **42**,18, 3957-3974.
106. Ewa, R. 2011. Multi-criteria decision making models by applying the TOPSIS method to crisp and interval data. In: Trzaskalik, T. and Wachowicz, T., Eds., Multiple Criteria Decision Making, The University of Economics, pp. 200-230.
107. ISO 105-B02: Yapay ışığa karşı Renk Haslığı Tayini, TS, Ksenon ark soldurma lambası deneyi.
108. TS EN ISO 105-C06: Evsel yıkamaya ve ticari müesseselerde yıkamaya karşı renk haslığı, TS.

109. Demireli, E. 2010. TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. **Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi**, 101-112.
110. Ünal Z., 2015. Tedarikçi Seçiminde Bulanık Ahp Ve Taguchi Kayıp Fonksiyonunun Kullanımı: Bir Otel İşletmesinde Uygulama, Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Antalya, ss.100.
111. Dumanoglu, S. ve Ergul, N. 2010. İMKB'de İşlem Gören Teknoloji Şirketlerinin Mali Performans Ölçümü, **Muhasebe ve Finansman Dergisi**, **48**, 101-111.
112. Smith, K.J. 1997. Colour Order Systems, Colour Spaces, Colour Difference and Colour Scales. Colour Physics for Industry (2nd Edition). Editor: McDonald, R. Bradford, England: Society of Dyers and Colourists
113. Duran, K., 2008. Tekstilde Renk Ölçümü ve Reçete Çıkarma. Ege Üniversitesi Tekstil ve Konfeksiyon Araştırma-Uygulama Merkezi Yayını, İzmir, 284 s.

## ÖZGEÇMİŞ

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Esra AKGÜL  
**Uyruğu** : T.C.  
**Doğum Yeri** : Amasya  
**e-mail** : esraakgul05@hotmail.com

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	2015
Lisans	Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	2011
Lise	Amasya Anadolu Lisesi	2005

### İŞ DENEYİMİ

Kurum	Görev	Yıl
Erciyes Üniversitesi Mühendislik Fakültesi	Arş. Gör.	2011–Halen

### YABANCI DİL

İngilizce