

Yünlü ve Pamuklu Kumaşların Yer Fıstığı Tohum Kabuğuyla Boyanması ve Renk Haslıklarının İncelenmesi

Halil ÖZDEMİR*¹ ORCID 0000-0001-8575-7317

¹Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Osmaniye

Geliş tarihi: 04.01.2022

Kabul tarihi: 21.03.2022

Atıf şekli/ How to cite: ÖZDEMİR, H., (2022). Yünlü ve Pamuklu Kumaşların Yer Fıstığı Tohum Kabuğuyla Boyanması ve Renk Haslıklarının İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 37(1), 143-157.

Öz

Çalışma kapsamında ilk önce ham ve kurutulmuş fıstık tohum kabukları tedarik edilmiş, daha sonra kabuklar temizlenmiş, öğütülmüş ve ekstrakte edilmiştir. Daha sonra elde edilen doğal boyarmadde ile IR numune boyama makinesinde çektirme boyama yöntemine göre yünlü ve pamuklu kumaşlar boyanmıştır. Boyama işleminde farklı mordan (demir, bakır ve alüminyum sülfat) ve farklı mordan teknikleri (ön, birlikte ve son) kullanılmıştır. Boyanan numuneler için spektrofotometrede renk analizleri ve boyalı kumaşlara sürtünme, yıkama ve ışığa karşı renk dayanımlarını tespit edebilmek için haslık testleri yapılmıştır. Spektrofotometrik renk değerleri ve haslık değerlerine mordan, mordanlama tekniği ve pH değerinin etkisi istatistiksel olarak belirlenmiştir. Boyamalar sonucunda fıstık kabuğundan genel itibariyle kahverengi ve tonlarında renkler elde edilmiş, mordan kullanılarak yapılan boyamalar neticesinde özellikle yünlü kumaşlar için daha yüksek K/S değerlerine ve daha koyu tonlara ulaşıldığı tespit edilmiştir. Haslık testleri değerlendirildiğinde ise doğal boyamalar için yüksek sayılabilecek değerlere ulaşılmıştır. Mordan ve mordanlama tekniğinin L* (açıklık-koyuluk) ve K/S (renk kuvveti) değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak fıstık tohum kabuğunun tekstil terbiyesinde boyarmadde olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Yer fıstığı tohum kabuğu, Doğal boyama, Mordanlama, Renk ölçümü, Haslık

Dyeing of Wool and Cotton Fabrics with Peanut Seed Shell and Investigation of Color Fastness

Abstract

In this context, raw and dried peanut seed shells were supplied firstly, then the shells were cleaned, ground and extracted. Then, wool and cotton fabrics were dyed according to the exhaust dyeing method

in the IR sample dyeing machine. Different mordant (ferrous, copper and alum sulfate) and different mordant techniques (pre, simultaneous and post mordanting) were used in the dyeing process. The color analyzes were made for the dyed samples in the spectrophotometer. The fastness tests were performed in order to determine the color resistance of rubbing, washing and light to dyed fabrics. The effects of mordant, mordanting technique and pH value on spectrophotometric color and fastness values were determined statistically. As a result of dyeing, the brown and shades of colors were obtained from peanut shell. It was found that higher K/S values and darker tones were achieved, especially for woolen fabrics using mordant. When the fastness tests are evaluated, high values have been reached for natural dyeing. It was determined that mordant and mordanting technique had a significant effect on L* (lightness-darkness) and K/S (color strength) values statistically. As a result, it has been revealed that peanut seed shell can be used as a dyestuff in textile finishing.

Keywords: Peanut seed shell, Natural dyeing, Mordanting, Color measurement, Fastness

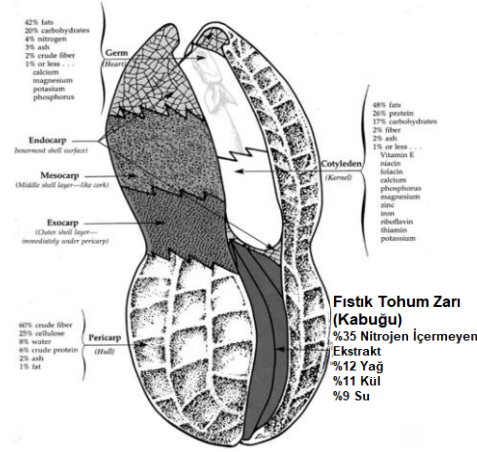
1. GİRİŞ

Tarih öncesi çağlardan beri doğal boyalar tekstil, gıda ve deri sektöründe renklendirme amaçlı yaygın olarak kullanılmakta, özellikle yün, ipek, pamuk gibi protein ve selülozik elyaflarının boyanmasında tercih edilmektedir. Doğal boyarmaddeler, çoğunlukla bitkilerin kök, gövde ve yapraklarından, bazı asalak böceklerden, deniz kabuklularından, yosun ve mantarlardan ekstrakte edilen (özütlenen) renkli maddelerdir. Dünyada ekseriyetle geleneksel ev tekstil ürünlerinde tercih edilen doğal boyarmaddelerin çoğunun bitkisel kaynaklı olduğu söylenebilmektedir. 1. sanayi devriminin sonlarına doğru tekstil boyarmaddelerinin kimyasal olarak sentezlenerek üretilmesiyle tekstil sanayisinde doğal boyarmaddelerin kullanımı giderek azalmış, geçtiğimiz yüzyılda ise doğal boyarmaddeler daha çok geleneksel ürünlerin boyamalarında tercih edilmiş ve kaybolma noktasına gelmiştir. Ancak son yıllarda, özellikle tekstil terbiye işletmelerindeki birçok yardımcı kimyasalla birlikte kullanılan sentetik boyarmaddelerin zehirli, kanserojen özellikler göstermesi ve çevre kirliliğine neden olması sebebiyle, yaşanabilir bir çevre ve insan sağlığını önceleyen bir yaklaşım sergileyen çoğu gelişmiş ülkeler ve toplumlar hem farkındalığın artması hem de sürdürülebilir üretim için doğal boyarmaddelerin kullanımlarını yeniden gündeme getirmişlerdir. Bu sebeple, biyolojik olarak bozulabilir olması (parçalanabilir), zehirli (toksik) olmaması, insan sağlığı ve atık su kirliliği

(kontaminantı) için bir sorun teşkil etmemesi nedeniyle doğadaki bitkilerden elde edilen doğal boyarmaddelerin kullanımı artmaya başlamıştır [1-3].

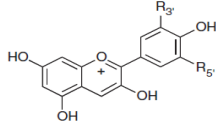
Türkiye’de Akdeniz ikliminin görüldüğü bölgeler olmak üzere özellikle Osmaniye ve çevresinde büyük oranda tarımsal üretimi yapılan Baklagiller familyasındaki yer fıstığının, atıştırılmalık çerez, fıstık yağı, fıstık ezmesi, şekerleme ve katkı maddesi (tatlıcılıkta) üretimleriyle gıda sanayisine ve istihdama büyük katkısı bulunmaktadır (Şekil 1). İçerik olarak ağırlıklı lifsi yapıdaki selülozdan oluşan yerfıstığı dış kabuğu; mobilya sektöründe sunta yapımında, sığır yetiştiriciliğinde kaba yem olarak, mantar yetiştiriciliğinde ve odun yapımında dolgu maddesi olarak, yapay kömür imalatında, kümes hayvancılığında altlık, malç olarak ve karbonizasyon tekniğiyle adsorban elde etmek üzere kullanılabilen değerli bir bitkidir [4].

Yerfıstığı tohumunun kabuğu ise hem fıstık yağı hem de kabuksuz fıstık üretiminde kabuk kırma ve ayırma işlemi ile atık ürün haline gelebilmektedir. Yerfıstığının yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspede protein ve diğer maddelerin yanı sıra, doğal boyarmadde içerdiği düşünülen yer fıstığı kabuğu da bulunmaktadır. İç fıstık üretiminde ayıklama (sorting) makinesinde yapılan üretim aşamasında fıstık iç kabuğu atık olarak ayrılıp elde edilebilmektedir. Fıstık iç kabuğu günümüzde genellikle hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir.



Şekil 1. Yer fıstığının kimyasal bileşenleri [5]

Bu çalışma kapsamında atık halde tedarik edilen yer fıstığı kabuk zarlarından ekstrakte edilen, önceki çalışmalar bölümünde özetlenen ve yapısında olduğu tespit edilen Antosiyanin (Cyanidin) (Şekil 2) doğal boyarmaddesiyle yünlü ve pamuklu kumaşlar, farklı mordan maddeleri kullanılarak laboratuvar ortamında Infrared (IR) numune boyama makinesinde çekirme yöntemine göre boyanmış, elde edilen renkler spektrofotometrik olarak değerlendirilmiş ve bazı haslık özellikleri belirlenmiştir.



İsim	R ₃	R ₅	λ_{max}^a (nm)	Renk
Pelargonidin	H	H	520	Turuncu
Cyanidin	OH	H	535	Kırmızı Turuncu
Delphinidin	OH	OH	545	Mor
Peonidin	OCH ₃	H	532	Kırmızı
Petunidin	OCH ₃	OH	543	Mor
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃	542	Mor

a: %0,01 HCl içeren metanolde görünür spektrumda maksimum absorpsiyon

Şekil 2. Antosiyaninlerin moleküler yapısı, antosiyanidin [6]

1.1. Önceki Çalışmalar

Fıstık kabuğundan doğal boyarmadde eldesi ve doğal boyama konusunda yapılan bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir;

Chhipa ve arkadaşları, (2017a) çalışmalarında, pamuk, keten, jüt, pamuk/jüt, ipek, saten ve polyester esaslı çeşitli dokuma kumaşları bakır sülfat mordanı kullanarak yer fıstığı tohumu kabuğundan elde edilen doğal boyarmadde ile farklı renk yüzdelerinde boyanmış, doğal boyama sonrası renkli kumaşlara yıkama, sürtünme ve ışık gibi haslık testleri yapılmıştır. Kahverengi, yeşil ve tonlarında renkler elde edilmiş, pamuk ve keten başta olmak üzere kumaşların yüksek haslık değerleri gösterdiği belirtilmiştir [7].

Chhipa ve arkadaşları, (2017b) diğer benzer bir çalışmalarında ise, %100 pamuklu kumaşlar yer fıstığı kabuğundan ekstrakte edilmiş doğal boyarmadde ile farklı mordanlama teknikleri (ön, birlikte ve son) ve farklı mordanlar kullanarak farklı renk yüzdelerinde boyanmış ve sonrasında kumaşlara haslık testleri uygulanmıştır. Sonuçta, bakır sülfat mordanı ile yeşil ve tonlarında, demir sülfat mordanı ile kahve/sarı tonlarında ve alüminyum sülfat mordanı ile ise pembe tonlarında renkler elde edilmiştir. Ön mordanlama tekniğinin ve demir sülfat mordanının spektrofotometrik renk değerleri (K/S-renk kuvveti gibi) ve haslık değerleri açısından en uygun olduğunu belirtmişlerdir [8].

Karen E. Constanza ve arkadaşları, (2012), Wanida E. Lewis ve arkadaşları, (2013) ve Jianmei Yu ve arkadaşları, (2005 ve 2006)'nın fıstık kabuğu ile ilgili çalışmalarında, Jin Hwan

Lee ve arkadaşları, (2009)'nın aynı familyadan olan soya fasulyesi ile ilgili çalışmasında ve Huayin Wang ve arkadaşları, (2016) ve Chuanguang QIN ve arkadaşları, (2010)'nın antosiyaninleri konu alan çalışmalarında HPLC analizleri ve elde edilen kromatogram absorbans değerleri ve alıkonma zamanları incelendiğinde [9-15], M. Monica Giusti and Taylor C. Wallace (2009) "Hanbook of Natural Colorants" isimli kitabının "Flavonoids as Natural Pigments" bölümünde grafiklerle belirtilen UV-spektrumları ve λ_{max} değerleri göz önüne alındığında fıstık kabuğundaki boyarmaddenin Flavonoid pigment grubuna ait Antosiyanin/Siyanidin olduğu belirlenmiştir [6].

2. MATERYAL VE METOT

Osmaniye'de bulunan fıstık üreticileri üzerinden tedarik edilen fıstık iç kabukları güneşte bekletilip üzerindeki neminin giderilmesi ve kuruması sağlanmış, daha sonra kaba elekten geçirilerek fıstık haricindeki yabancı maddelerden arındırılmıştır. Daha sonra kabuklar, ekstraksiyon ve laboratuvarında yapılacak numune boyama işlemleri için laboratuvar tipi öğütücüden ve ardından tekrar elekten geçirilerek son halini almıştır. Fıstık kabuğundan elde edilen doğal boyarmaddenin farklı kumaşlardaki boyanabilirliğini görmek, boyama prosesindeki pH değerinin, kullanılan mordan ve mordanlama yönteminin etkisini belirleyebilmek ve bazı haslık özelliklerini tespit edebilmek amacıyla bir optimizasyon çalışması yapılarak, yünlü ve pamuklu kumaşlara laboratuvar ortamında boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Numune boyama çalışması için metanol ve/veya etanol gibi kimyasallar ile ekstraksiyon yapmak yerine, çevreci ve sağlığa duyarlı olması sebebiyle su ile ekstraksiyon yapmaya karar verilmiştir.

Yünlü veya pamuklu numune kumaş ağırlığına göre %200 oranında öğütülmüş ham (kavrulmamış) fıstık kabuğu (normal çile boyama için %100 kullanılmakta, kumaş daha sıkı, kompakt bir yapıya sahip olduğu için iki katı alınmıştır), 1/50 flotte oranına göre saf su içerisinde 1 (bir) saat kaynatılıp, süzülerek

ekstraksiyon tamamlanmış ve buzdolabında muhafaza altına alınmıştır.

Boyamalarda kullanılan yün test kumaşı (James Heal) yaklaşık 80 gr/m² ağırlığında, bezayağı dokusuna sahip, TS 4458 ISO 105-F01 renk haslığı testlerinde kullanılabilen bir refakat kumaştır. Pamuklu test kumaşı ise yün ile benzer şekilde yaklaşık 80 gr/m² ağırlığında, bezayağı dokusuna sahip, ISO 105-F09 sürtünmeye karşı renk haslığı testlerinde kullanılabilen bir refakat kumaştır. 3 gram ağırlığındaki yünlü ve pamuklu numune kumaşların boyanmasında kullanılmak üzere ayrı ayrı ekstraksiyon işlemleri yapılmıştır.

2.1. Boyama ve Renk Ölçümü

Boyamalar, IR Numune Boyama Makinesinde 200 ml hacmindeki paslanmaz çelik tüplerin içerisinde gerçekleştirilmiştir. Boyamalar için mordanın etkisini tespit edebilmek amacıyla 3 farklı mordan maddesi (Demir Sülfat, Bakır Sülfat ve Potasyum Alüminyum Sülfat (Şap)) ve 3 farklı mordanlama tekniği (Ön Mordanlama - Birlikte Mordanlama ve Son Mordanlama) kullanılmıştır. Yün ve pamuk boyamasında pH'nın etkisini de görmek amacıyla 5 (beş) farklı pH değeri kullanılmış, böylece toplamda 56 boyama gerçekleştirilmiştir (Çizelge 1). Pamuklu kumaşlar 60 °C'de, Yünlü kumaşlar ise 90 °C'de boyanmıştır. pH ayarlanmaları için asetik asit ve sodyum hidroksit kullanılmıştır.

Boyanmış ipliklerin renk koordinatlarının belirlenmesi için Minolta CM 3600 D model spektrofotometre ile 400-700 nm dalga boyu arasında, D65/10° ışık kaynağında ölçümler gerçekleştirilmiştir. Boyama kuvveti olarak değerlendirilen K/S (Color Strength) değerleri Kubelka Munk (1) eşitliğine göre hesaplanmıştır. Ölçümlerde hatayı minimize etmek ve en doğru renk değerlerini tespit etmek amacıyla numunelerinin 5 farklı bölgesinden alınan ölçümlerin ortalaması değerlendirilmiştir [16].

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

Eşitlikte K; ışık absorpsiyonu ile ilgili bir sabit olup, çoğunlukla boyarmaddeye bağlıdır. S; ışık

saçılımı (yansıması) ile ilgili bir sabit olup, sadece tekstil materyaline bağlıdır. R ise maksimum ışık absorpsiyonunun dalga boyunda (400 nm) ölçülen boyalı numunenin yansıma değeridir [16].

Renk farkının tespit edilmesinde ise CIELab formülasyonu (2) kullanılmış (DIN 6174), L*; açıklık-koyuluk, a*; kırmızılık-yeşillik, b*, sarılık-mavilik değerleridir. Örneklerin ΔE^* değeri, renk farklılığının ifadesidir. $\Delta E^* < 1$ ise, karşılaştırılan iki renk arasında farkın az olduğunu; $\Delta E^* > 1$ ise daha fazla olduğunu ifade etmektedir. ΔL^* değerinin (-) olması, örneğin standarda göre daha koyu olduğunu, (+) olması ise daha açık olduğunu göstermektedir. ΔC^* değerinin (+) olması ise yüksek kromayı yani doygunluğu ifade eder. a* değeri arttıkça renk kırmızıya, azaldıkça yeşile, b* değeri arttıkça renk sarıya, azaldıkça maviye dönmektedir [16].

$$\Delta E^* = \left[(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

Boyamalar sonucu elde edilen renkler (Şekil 3), PANTONE sistemine göre standart renk katalogları üzerinden belirlenmiştir [17].

Çizelge 1. Boyama planı

Uygulama		pH	Yün	Pamuk
Mordan kullanılmamış		----	+	
Mordan kullanılmamış		----		+
Mordanlama	Mordan	pH	Yün	Pamuk
1. Ön mordanlama	Demir Sülfat FeSO ₄ .7H ₂ O	asidik (~3)	+	
		asidik (~5)	+	
		nötr	+	+
		bazik (~9)		+
		bazik (~11)		+
2. Birlikte mordanlama	Bakır Sülfat CuSO ₄ .5H ₂ O	asidik (~3)	+	
		asidik (~5)	+	
		nötr	+	+
		bazik (~9)		+
		bazik (~11)		+
3. Son mordanlama	P. Alümin. Sülfat AlK(SO ₄) ₂ . 12H ₂ O	asidik (~3)	+	
		asidik (~5)	+	
		nötr	+	+
		bazik (~9)		+
		bazik (~11)		+

2.2. Haslık Testleri

Tekstil de kullanım haslığı; kullanım sırasında ürünün maruz kalacağı etkilere karşı dayanımını ifade eden bir kavramdır. Genellikle günümüzde doğal boyarmaddelerle yapılan boyamalar için ürünün kullanılacağı yere göre sürtünme, yıkama ve ışık haslıklarının ön plana çıktığı görülmektedir.

Boyanmış numune kumaşların sürtünmeye karşı renk haslığı tayini TS EN ISO 105-X12 standardına göre "Crockmeter" cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir [18]. Yıkamaya karşı renk haslığı tayini TS EN ISO 105-C06 standardına göre "Yıkama haslığı test cihazı" kullanılarak yapılmıştır. [19]. Işığa karşı renk haslığı tayini ise TS EN ISO 105-B02 standardına göre "ATLAS marka Xenotest ALPHA model" yapay ışığa ve yapay hava şartlarına karşı renk haslığı test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir [20].

2.3. İstatistiksel Çalışma

Laboratuvar ortamında boyanan yün ve pamuklu kumaşların istatistiksel analizi IBM SPSS 22 programı kullanılarak yapılmıştır. Bağımsız değişkenler olarak seçilen mordan, mordanlama tekniği ve pH değerlerinin, bağımlı değişken olarak spektrofotometrik olarak tespit edilen renk değerleri (L*, K/S vb.) ile haslık değerlerine etkisi istatistiksel olarak belirlenmeye çalışılmış, belirlenen gruplar arasındaki farklılıkların belli düzeylerdeki anlamlılık durumları analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

3.1. Spektrofotometrik Ölçüm Bulguları

Yünlü ve pamuklu kumaşların spektrofotometrik ölçüm sonuçları Çizelge 2 ve 3'te belirtilmiş, fıstık kabuğu ekstraktı ile boyanmış yünlü ve pamuklu kumaş örnekleri de Şekil 3'de gösterilmiştir.

Yünlü kumaş için mordan kullanmadan yapılan boyama sonucunda açık kahverengi tonu elde edilirken demirsülfat ve bakır sülfat mordanlarının kullanımı ile rengin koyulaştığı Çizelge 2'teki renk farkı (ΔE^*) değerlerinden açıkça görülmektedir.

Yünlü ve Pamuklu Kumaşların Yer Fıstığı Tohum Kabuğuyla Boyanması ve Renk Haslıklarının İncelenmesi

Üç farklı mordanın (demirsülfat-bakır sülfat-Potasyum Alüminyum Sülfat) kullandığı boyamalarda, genel olarak Alüminyum Sülfat mordanı ile yapılan boyamaların K/S değerlerinin daha düşük ve L* değerlerinin daha yüksek olduğu ve rengin diğer boyamalara nazaran daha açık olduğu belirlenmiştir. K/S değerleri (Renk kuvveti) incelendiğinde ise en yüksek değerlere ön ve son mordanlama tekniğiyle demirsülfat ve bakır sülfat mordanlarıyla ulaşıldığı ve en düşük K/S değerlerinin ise birlikte mordanlama tekniğiyle yapılan boyamalar sonucunda ortaya çıktığı görülmektedir. pH değeri incelendiğinde ise pH'nın yükselmesi yani nötre yaklaşmasıyla açıklık-koyuluk (L*) değerlerinin yükseldiği ve rengin açıldığı gözlenmiştir. Yünlü kumaşların boyanmasında pH değerinin düşürülmesinin rengi fazla değiştirmede, literatürde de belirtildiği gibi yapılan deneysel çalışmayla pH 4-5 civarındaki

boyamaların renk açısından uygun olabileceği belirlenmiştir (Şekil 4).

Pamuklu kumaşlar için mordan kullanmadan yapılan boyama sonucunda ise kestane rengi elde edilirken, üç farklı mordan (demirsülfat-bakır sülfat-Potasyum Alüminyum Sülfat) kullandığında genel olarak K/S ve L* değerlerinde yündeki gibi çok aşırı bir farklılık olmadığı ancak Potasyum Alüminyum Sülfat mordanı ile yapılan boyamalarda K/S değerlerinin düştüğü belirlenmiştir (Çizelge 3). Buna rağmen pH değerinin yükseltilmesi ile açıklık-koyuluk (L*) değerlerinin düştüğü, yani rengin koyulaştığı tespit edilmiş, K/S değerleri açısından bütün boyamalar için en yüksek değere, pH 9 ile ulaşıldığı belirlenmiş, pH değerinin daha da yükseltilmesinin önemli bir fark oluşturmadığı sonucu çıkarılmıştır (Şekil 5).

Doğal Boyama (Mordansız)				Doğal Boyama (Mordansız)			
Mordan	Ön Mordanlama	Birlikte Mordanlama	Son Mordanlama	Mordan	Ön Mordanlama	Birlikte Mordanlama	Son Mordanlama
FeSO ₄ ·7H ₂ O	1	10	19	FeSO ₄ ·7H ₂ O	1	10	19
	2	11	20		2	11	20
	3	12	21		3	12	21
CuSO ₄ ·5H ₂ O	4	13	22	CuSO ₄ ·5H ₂ O	4	13	22
	5	14	23		5	14	23
	6	15	24		6	15	24
AlK(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	7	16	25	AlK(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	7	16	25
	8	17	26		8	17	26
	9	18	27		9	18	27

Şekil 3. Fıstık kabuğu ekstraktı ile boyanmış yünlü kumaş (sol) ve pamuklu kumaş (sağ) örnekleri (1-9; ön mordanlama, 10-18; birlikte mordanlama ve 19-27; son mordanlama)

3.2. Haslık Bulguları

Yünlü ve pamuklu kumaşlara ait haslık sonuçları Çizelge 4 ve Çizelge 5’de yer almaktadır.

Sürtmeye Karşı Renk Haslığı:

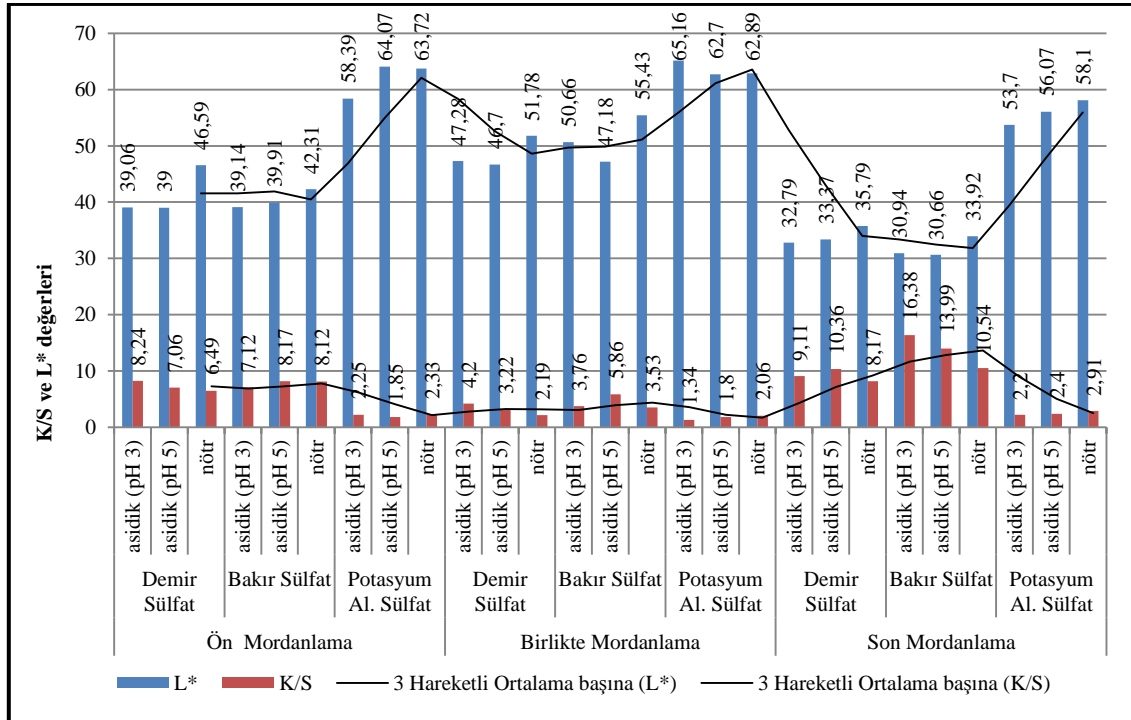
Yünlü kumaşların sürtme haslığı sonuçlarına göre demir sülfat mordanı kullanımı hariç genel olarak 4 civarında haslık değerleri bulunmuştur. Demir sülfat mordanı kullanımı ile yapılan boyamalarda haslık değerinin 2/3 değerine kadar düştüğü görülmektedir. pH değerinin ve mordanlama tekniğinin haslık üzerinde çok etkili olduğu söylenememekle beraber genel olarak pH 7 (nötr) de ki haslık değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Pamuklu kumaşların sürtme haslığı sonuçları incelendiğinde ise en düşük haslık değerinin bakır sülfat mordanı kullanımı ile nötr ortamda boyanmış kumaşta olduğu, genel olarak haslık değerlerinin 4 civarında olduğu tespit edilmiştir.

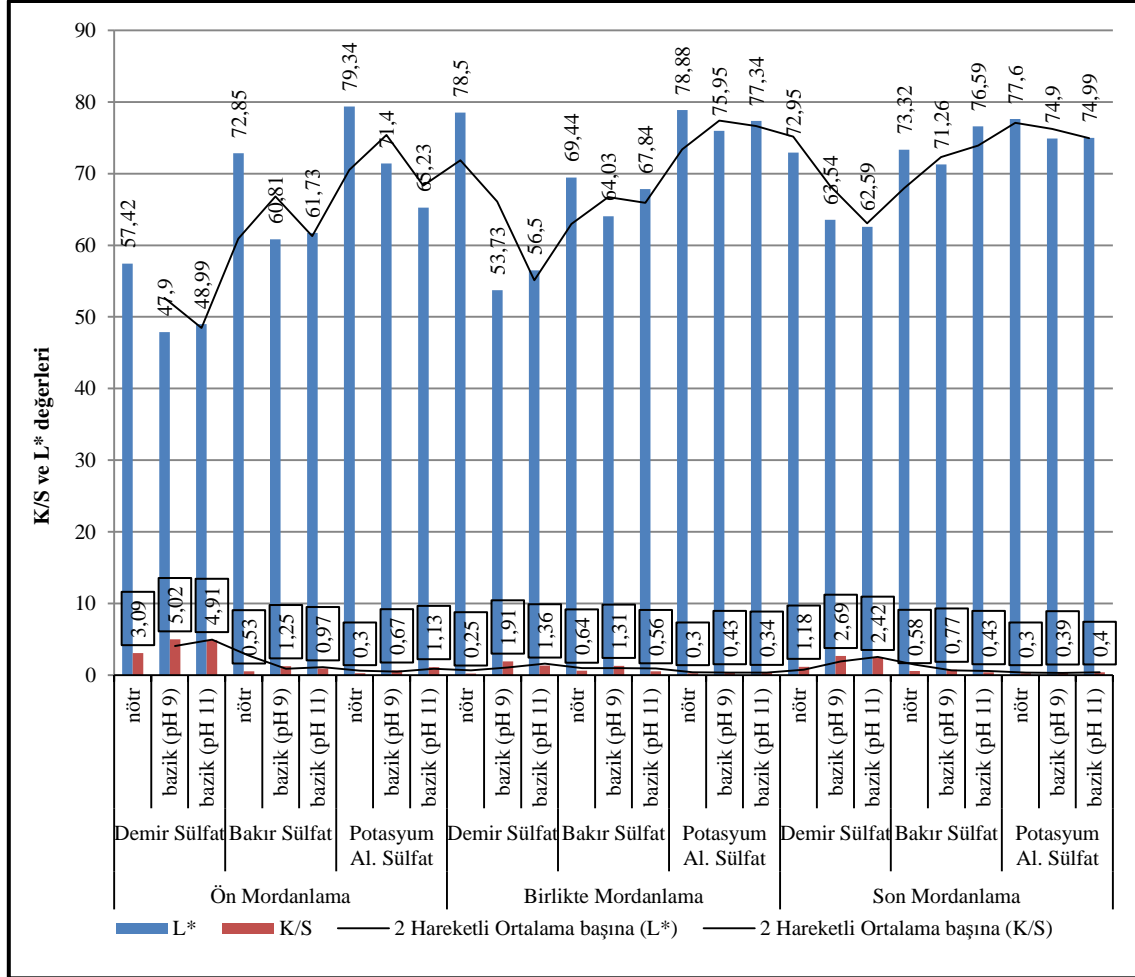
pH değerinin ve mordanlama tekniğinin haslık üzerinde çok etkili olduğu söylenememekle beraber, genel olarak pH 7 (nötr) de yapılan boyamalarda özellikle ön mordanlama tekniğinde haslık değerlerinin daha düşük olduğu gözlenmiştir.

Yıkamaya Karşı Renk Haslığı:

Yünlü kumaşların yıkama haslığı sonuçlarına göre pamuklu refakat bezini lekeleme haslık derecesinin mordanlama tekniği ve pH değerlerinden etkilenmeyerek 4/5 değerinde olduğu tespit edilmiştir. Ancak yünlü refakat bezi lekeleme haslık derecesine bakıldığında mordanlama tekniğinin önemli olduğu tespit edilmiş, en düşük haslık değerleri ön mordanlama ile yapılan boyamalar sonucu ortaya çıktığı belirlenmiştir. Çok lifli refakat bezi kullanılarak yapılan deneyde pamuk ve yün haricindeki Asetat, PA (poliamid), PES (polyester), Akrilik refakat kumaşlarda lekelenme tespit edilmeyip haslık değerleri 5 değerinde belirlenmiştir.



Şekil 4. Yünlü kumaşlara ait K/S ve L* değerleri



Şekil 5. Pamuklu kumaşlara ait K/S ve L* değerleri

Pamuklu kumaşların yıkama haslığı sonuçları incelendiğinde ise yünlü refakat bezini lekeleme haslık derecesinin mordanlama tekniği ve pH değerlerinden etkilenmeyerek 4/5 değerinde olduğu, ancak demir sülfat ön mordanlama yapılan kumaşların haslık değerinin 4 değerine düştüğü tespit edilmiştir. Pamuklu refakat bezi lekeleme haslık derecesine bakıldığında genel olarak mordanlama tekniğinin önemli olduğu ve en yüksek haslık değerlerinin “birlikte mordanlama” ile yapılan boyamalar sonucu ortaya çıktığı belirlenmiştir. Çok lifli refakat bezinin kullanıldığı deneyde pamuk ve yün haricindeki Asetat, PA (poliamid), PES (polyester), Akrilik elyaf bantlarında lekelenme tespit edilememiştir.

Yapay Işığa Karşı Renk Haslığı:

Yünlü ve pamuklu kumaşların ışık haslığı sonuçları incelendiğinde, mordan kullanılarak yapılan boyamaların mordan kullanmadan yapılan standart boyamaya nazaran genel olarak daha yüksek ışık haslık değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Mordanlama tekniğinin ve pH değerinin yünlü ve pamuklu kumaşların ışık haslığı üzerindeki etkisi bir sonraki “İstatistiksel Bulgular” bölümünde açıklanmaya çalışılmıştır.

Çizelge 2. Mordan kullanımının ve pH değerinin yünlü kumaşın boyanmasındaki etkileri, renk ölçüm ve renk farkı değerleri

Mordanlama tekniği	Mordan	pH	L*	a*	b*	C*	h	K/S	*ΔE	D65 (ışık kaynağı)	Renk
Mordan yok	-----	-----	43,22	16,16	14,35	21,61	41,62	5,37			Açık kahve
Ön mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Asidik (pH 3)	39,06	8,28	12,74	15,2	56,98	8,24	9,05	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Koyu kahve
		Asidik (pH 5)	39	8,47	10,72	13,66	51,68	7,06	9,5	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Koyu kahve
		Nötr	46,59	6	15,09	16,24	68,3	6,49	10,72	numune açık, yeşil, sarı ve zayıf	Açık sarı
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Asidik (pH 3)	39,14	13,36	10,8	17,18	38,96	7,12	6,08	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Kızıl kahve
		Asidik (pH 5)	39,91	11,92	13,54	18,04	48,64	8,17	5,44	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Kızıl kahve
		Nötr	42,31	11,91	16,45	20,31	54,09	8,12	4,82	numune koyu, yeşil, sarı ve zayıf	Açık kızıl kahve
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Asidik (pH 3)	58,39	16,45	16,08	23	44,34	2,25	15,27	Numune açık, kırmızı, sarı ve kuvvetli	Kestane rengi
		Asidik (pH 5)	64,07	11,01	16,7	20	56,59	1,85	21,61	numune açık, yeşil, sarı ve zayıf	Kestane rengi
		Nötr	63,72	9,38	19,46	21,6	64,27	2,33	22,19	numune açık, yeşil, sarı ve zayıf	Açık kahve
Birlikte mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Asidik (pH 3)	47,28	2,72	7,28	7,77	69,53	4,2	15,72	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Yeşilimsi kahve
		Asidik (pH 5)	46,7	2,14	2,69	3,44	51,47	3,22	18,57	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Yeşilimsi kahve
		Nötr	51,78	2,22	1,93	2,94	40,95	2,19	20,54	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Bej (ekru)
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Asidik (pH 3)	50,66	7,87	11,92	14,28	56,59	3,76	11,4	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Koyu bej (ekru)
		Asidik (pH 5)	47,18	9,7	15,61	18,38	58,14	5,86	7,68	numune açık, yeşil, sarı ve zayıf	Koyu bej (ekru)
		Nötr	55,43	10,53	18,08	20,92	59,79	3,53	13,95	numune açık, yeşil, sarı ve zayıf	Bej (ekru)
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Asidik (pH 3)	65,16	7,93	10,87	13,46	53,89	1,34	23,69	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Kestane rengi
		Asidik (pH 5)	62,7	8,46	13,53	15,96	57,97	1,8	20,96	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Kestane rengi
		Nötr	62,89	8,98	16,93	19,17	62,05	2,06	21,1	numune açık, yeşil, sarı ve zayıf	Koyu bej (ekru)
Son mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Asidik (pH 3)	32,79	6,93	6,68	9,63	43,97	9,11	15,9	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Yeşilimsi kahve
		Asidik (pH 5)	33,37	5,15	8,23	9,71	57,99	10,36	15,99	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Koyu kahve
		Nötr	35,79	7,9	8,49	11,6	47,09	8,17	12,56	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Kurşuni yeşil
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Asidik (pH 3)	30,94	11,33	13,82	17,87	50,65	16,38	13,2	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Kızıl kahve
		Asidik (pH 5)	30,66	11,88	12,04	16,91	45,38	13,99	13,47	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Kızıl kahve
		Nötr	33,92	9,98	11	14,85	47,79	10,54	11,65	numune koyu, yeşil, mavi ve zayıf	Koyu kahve
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Asidik (pH 3)	53,7	12,82	10,21	16,39	38,55	2,2	11,76	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Kestane rengi
		Asidik (pH 5)	56,07	10,92	12,89	16,89	49,74	2,4	13,96	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Kestane rengi
		Nötr	58,1	6,75	14,31	15,82	64,74	2,91	17,6	numune açık, yeşil, mavi ve zayıf	Açık kahve

*standart = mordan kullanılmamış

Çizelge 3. Mordan kullanımının ve pH değerinin pamuklu kumaşın boyanmasındaki etkileri, renk ölçüm ve renk farkı değerleri

Mordanlama tekniği	Mordan	pH	L*	a*	b*	C*	h	K/S	*ΔE	D65 (ışık kaynağı)	Renk	
Mordan yok	-----	-----	67,05	9,47	8,86	12,96	43,09	0,83			Kestane rengi	
Ön mordanlama	FeSO ₄ ·7H ₂ O	Nötr	57,42	8,03	16,22	18,1	63,65	3,09	12,2	numune koyu, yeşil, sarı, kuvvetli	Bej (ekru)	
		Bazik (pH 9)	47,9	9,84	15,79	18,61	58,06	5,02	20,38	numune koyu, kırmızı, sarı, kuvvetli	Koyu bej (ekru)	
		Bazik (pH 11)	48,99	11,35	16,98	20,43	56,25	4,91	19,89	numune koyu, kırmızı, sarı, kuvvetli	Koyu bej (ekru)	
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	Nötr	72,85	6,06	6,56	8,93	47,3	0,53	7,11	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Açık kestane rengi	
		Bazik (pH 9)	60,81	12,74	9,67	15,99	37,2	1,25	7,1	numune koyu, kırmızı, sarı, kuvvetli	Kestane rengi	
		Bazik (pH 11)	61,73	11,68	5,77	13,03	26,31	0,97	6,54	numune koyu, kırmızı, mavi, kuvvetli	Kestane rengi	
	AlK(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	Nötr	79,34	3,04	6,62	7,28	65,3	0,3	14,04	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Açık mor	
		Bazik (pH 9)	71,4	8,62	10,65	13,7	51,02	0,67	4,78	numune açık, yeşil, sarı, kuvvetli	Kestane rengi	
		Bazik (pH 11)	65,23	11,94	12,92	17,59	47,25	1,13	5,09	numune koyu, kırmızı, sarı, kuvvetli	Kestane rengi	
	Birlikte mordanlama	FeSO ₄ ·7H ₂ O	Nötr	78,5	2,12	2,43	3,22	48,95	0,25	15,05	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Gümmüş rengi
			Bazik (pH 9)	53,73	5,34	5,56	7,71	46,14	1,91	14,33	numune koyu, yeşil, mavi, zayıf	Kurşuni yeşil
			Bazik (pH 11)	56,5	3,21	2,4	4,01	36,84	1,36	13,87	numune koyu, yeşil, mavi, zayıf	Kurşuni yeşil
CuSO ₄ ·5H ₂ O		Nötr	69,44	7,98	6,7	10,42	40,02	0,64	3,55	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Kestane rengi	
		Bazik (pH 9)	64,03	10	12,73	16,19	51,83	1,31	4,94	numune koyu, kırmızı, sarı, kuvvetli	Kestane rengi	
		Bazik (pH 11)	67,84	10,92	2,5	11,2	12,9	0,56	6,57	numune açık, kırmızı, mavi, zayıf	Kestane rengi	
AlK(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O		Nötr	78,88	3,36	5,16	6,16	56,91	0,3	13,81	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Açık mor	
		Bazik (pH 9)	75,95	5,66	7,96	9,77	54,59	0,43	9,72	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Mor	
		Bazik (pH 11)	77,34	5,13	6,62	8,37	52,23	0,34	11,39	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Mor	
Son mordanlama		FeSO ₄ ·7H ₂ O	Nötr	72,95	3,46	15,45	15,83	77,39	1,18	10,69	numune açık, yeşil, sarı, kuvvetli	Açık kahve
			Bazik (pH 9)	63,54	6,44	19,38	20,42	71,62	2,69	11,5	numune koyu, yeşil, sarı, kuvvetli	Kahve
			Bazik (pH 11)	62,59	5,58	17,91	18,76	72,68	2,42	10,81	numune koyu, yeşil, sarı, kuvvetli	Kahve
	CuSO ₄ ·5H ₂ O	Nötr	73,32	3,84	8,56	9,38	65,85	0,58	8,43	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Açık mor	
		Bazik (pH 9)	71,26	4,62	10,95	11,88	67,13	0,77	6,75	numune açık, yeşil, sarı, zayıf	Mor	
		Bazik (pH 11)	76,59	1,47	6,06	6,24	76,32	0,43	12,76	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Mor	
	AlK(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O	Nötr	77,6	3,59	4,43	5,71	51	0,3	12,86	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Açık mor	
		Bazik (pH 9)	74,9	6,49	5,5	8,51	40,32	0,39	9,04	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Mor	
		Bazik (pH 11)	74,99	6,36	6,15	8,85	44,02	0,4	8,94	numune açık, yeşil, mavi, zayıf	Mor	

*standart = mordan kullanılmamış

3.3. İstatistiksel Bulgular

İstatistiksel analizde ilk önce verilerin normal dağılımı, varyansların homejenliği, çarpıklık ve basıklık değerleri tespit edilerek, histogram grafikleri incelenmiştir. Yünlü ve pamuklu kumaşlar için “Kolmogorov-Smirnov” ve “Varyansların Homojenliği (levene)” testindeki renk kuvveti ve haslık bağımlı değişkenlerinin anlamlılık değerlerinin 0,05 değerinin altında olması nedeniyle bu değişkenler için non-parametrik test yapılmaya karar verilmiş, birden fazla bağımlı ve bağımsız değişken grupların karşılaştırma analizi için

“Kruskal Wallis” ve “Chi-Square” yöntemleri, diğer bağımlı değişkenler için ise “One Way Anova” yöntemi seçilmiş sonuçlar Çizelge 6 ve 7’deki tablolarda gösterilmiştir.

Yünlü kumaşların analiz sonuçlarının yer aldığı Çizelge 6’da bağımsız değişken olarak mordanlama tekniği ile sadece açıklık-koyuluk ve renk kuvveti değerleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu belirlenmiş ayrıca yapılan analizde mordan bağımsız değişkeninin açıklık, renk kuvveti, kroma ve renk farkı bağımlı değişkenleriyle arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Yünlü kumaşlara ait haslık sonuçları

Mordanlama yöntemi	Kullanılan mordan	pH	Sürtünme haslığı (lekeleme)	Yıkama haslığı (lekeleme)		Işık haslığı (solma)	
				Pamuk	yün		
Mordanlanmamış	-----	-----	4	4/5	4	7	
Ön mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Asidik (pH 3)	2/3	4/5	4	7	
		Asidik (pH 5)	3	4/5	4	7/8	
		Nötr	3	4/5	4	6/7	
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Asidik (pH 3)	5	4/5	4/5	4	7/8
		Asidik (pH 5)	5	4/5	4/5	4	7/8
		Nötr	5	4/5	4/5	4/5	7
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Asidik (pH 3)	4/5	4/5	4/5	4	6/7
		Asidik (pH 5)	4/5	4/5	4/5	4	7
		Nötr	3	4/5	4/5	4/5	7/8
Birlikte mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Asidik (pH 3)	5	4/5	4/5	4	8
		Asidik (pH 5)	4/5	4/5	4/5	4/5	8
		Nötr	4	4/5	4/5	4/5	8
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Asidik (pH 3)	4/5	4/5	4/5	4/5	8
		Asidik (pH 5)	5	4/5	4/5	4/5	7/8
		Nötr	5	4/5	4/5	4/5	7/8
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Asidik (pH 3)	4/5	4/5	4/5	4/5	7/8
		Asidik (pH 5)	4/5	4/5	4/5	4/5	7/8
		Nötr	4	4/5	4/5	4/5	7/8
Son mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Asidik (pH 3)	4/5	4/5	4/5	7	
		Asidik (pH 5)	4/5	4/5	4/5	7	
		Nötr	4	4/5	4/5	4/5	6/7
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Asidik (pH 3)	4/5	4/5	4/5	4/5	5/6
		Asidik (pH 5)	4/5	4/5	4/5	4/5	6
		Nötr	4	4/5	4/5	4/5	7/8
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Asidik (pH 3)	4/5	4/5	4/5	4/5	7/8
		Asidik (pH 5)	4/5	4/5	4/5	4/5	7/8
		Nötr	4/5	4/5	4/5	4/5	7/8

Çizelge 5. Pamuklu kumaşlara ait haslık sonuçları

Mordanlama yöntemi	Kullanılan mordan	pH	Sürtünme haslığı (lekeleme)	Yıkama haslığı (lekeleme)		Işık haslığı (solma)	
				Pamuk	yün		
Mordanlanmamış	-----	-----	4/5	4/5	4	5/6	
Ön mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Nötr	4/5	4/5	4	7/8	
		Bazik (pH 9)	5	4/5	4	7/8	
		Bazik (pH 11)	5	4/5	4	5/6	
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Nötr	2	4/5	4/5	4	6/7
		Bazik (pH 9)	4/5	4/5	4/5	4/5	6
		Bazik (pH 11)	4	4/5	4/5	4/5	5
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Nötr	3	4/5	4/5	4/5	7/8
		Bazik (pH 9)	4/5	4/5	4/5	4/5	6
		Bazik (pH 11)	5	4/5	4/5	4/5	5

Çizelge 5. (Devam)

Mordanlama	Mordan	pH	Değerler			
			Nötr	Bazik (pH 9)	Bazik (pH 11)	Ortalama
Birlikte mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Nötr	4	4	4/5	7/8
		Bazik (pH 9)	4	5	4/5	5/6
		Bazik (pH 11)	3	5	4/5	5/6
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Nötr	4	5	4/5	5/6
		Bazik (pH 9)	4/5	5	4/5	5
		Bazik (pH 11)	4/5	5	4/5	6
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Nötr	4/5	5	4/5	7
		Bazik (pH 9)	4/5	5	4/5	6/7
		Bazik (pH 11)	4	4/5	4/5	6
Son mordanlama	FeSO ₄ .7H ₂ O	Nötr	4/5	4/5	4/5	7/8
		Bazik (pH 9)	4	5	4/5	7/8
		Bazik (pH 11)	4	5	4/5	7
	CuSO ₄ .5H ₂ O	Nötr	4	4/5	4/5	7
		Bazik (pH 9)	4	4/5	4/5	7/8
		Bazik (pH 11)	4	4/5	4/5	7
	AlK(SO ₄) ₂ .12H ₂ O	Nötr	4/5	4/5	4/5	7
		Bazik (pH 9)	4/5	4/5	4/5	7
		Bazik (pH 11)	4/5	4/5	4/5	6/7

Çizelge 6. İstatistiksel bulgular (yünlü kumaşlar)

Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Sig. değeri	Değerlendirme
Mordanlama tekniği	Açıklık-koyuluk	0,028 ^{*1}	Anlamlı
	Renk kuvveti	0,021 ^{*2}	Anlamlı
	Kroma	0,55 ^{*1}	Anlamsız
	Renk farkı	0,92 ^{*1}	Anlamsız
Mordan	Açıklık-koyuluk	0,000 ^{*1}	Anlamlı
	Renk kuvveti	0,000 ^{*2}	Anlamlı
	Kroma	0,000 ^{*1}	Anlamlı
	Renk farkı	0,000 ^{*1}	Anlamlı
pH	Açıklık-koyuluk	0,757 ^{*1}	Anlamsız
	Renk kuvveti	0,941 ^{*2}	Anlamsız
	Kroma	0,881 ^{*1}	Anlamsız
	Renk farkı	0,855 ^{*1}	Anlamsız
Mordanlama tekniği	Sürtme haslığı	0,043 ^{*3}	Anlamlı
	Yıkama haslığı (yün akma)	0,000 ^{*3}	Anlamlı
	Işık haslığı	0,075 ^{*3}	Anlamsız
Mordan	Sürtme haslığı	0,083 ^{*3}	Anlamsız
	Yıkama haslığı (yün akma)	0,491 ^{*3}	Anlamsız
	Işık haslığı	0,118 ^{*3}	Anlamsız
pH	Sürtme haslığı	0,045 ^{*3}	Anlamlı
	Yıkama haslığı (yün akma)	0,288 ^{*3}	Anlamsız
	Işık haslığı	0,676 ^{*3}	Anlamsız

*1: One way anova, *2: Kruskal-Wallis, *3: Chi-Square

İstatistiksel analiz kapsamında incelenen “Çoklu karşılaştırma tablolarına” göre açıklık-koyuluk ve renk kuvveti bağımlı değişkenleri üzerine kullanılan mordanın ve uygulanan mordanlama tekniğinin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. L* (açıklık-koyuluk) değerlerinin “Son Mordanlama”

tekniki kullanıldığında anlamlı şekilde azaldığı belirlenmiştir. Bununla bağlantılı olarak, “Son Mordanlama” tekniğinin, renk kuvveti (K/S) değerlerini yükselttiği, “Birlikte Mordanlama” ile arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir. Boyalarda kullanılan mordan dikkate alındığında ise Potasyum alüminyum sülfat mordanının kullanıldığı boyalarda diğer mordanlarla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde L* değerlerinin yükseldiği, K/S değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Haslık değerleri için yapılan “Chi-Square” test sonuçlarına göre ise haslıklar açısından mordanlama tekniğinin ve kullanılan mordanın genel olarak sürtme ve yıkamaya karşı renk haslıklarını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirlenmiş, son mordanlama tekniği ve bakır sülfat mordan kullanımının diğer değişkenlerle karşılaştırıldığında haslık değerlerini artırdığı gözlenmiştir.

Pamuklu kumaşlar için yapılan istatistiksel analizde, Çizelge 7’de gösterilen analiz sonuçlarına göre mordanlama tekniği bağımsız değişkeninin sadece kroma değerleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisi bulunurken, diğer değişkenler üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Ancak mordan bağımsız değişkeninin açıklık-koyuluk, kroma ve renk farkı değişkenleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür. İstatistiksel analiz kapsamında incelenen “Çoklu karşılaştırma tablolarına” göre kroma değerleri açısından ön

mordanlama ile son ve birlikte mordanlama arasında istatistiksel açıdan önemli bir farklılık olduğu belirlenmiştir. Mordan tipinin etkisinin belirlendiği “Çoklu karşılaştırma tablolarına” göre ise açıklık-koyuluk değişkenin potasyum alüminyum sülfat mordanından önemli derecede etkilendiği ve L* değerlerinin arttığı görülmüştür. Ayrıca istatistiksel analiz sonucunda demir sülfat mordanının, istatistiksel açıdan önemli derecede renk kuvveti ve renk farkını etkilediği ve değerleri yükselttiği belirlenmiştir. Haslık değerleri için yapılan “Chi-Square” test sonuçlarına göre ise haslıklar açısından yalnızca mordanlama tekniğinin yıkamaya ve ışığa karşı renk haslıklarını istatistiksel olarak önemli derecede etkilediği belirlenmiş, birlikte mordanlama tekniği ve potasyum alüminyum sülfat mordan kullanımının haslık değerlerini artırdığı gözlenmiştir.

Çizelge 7. İstatistiksel bulgular (pamuklu kumaşlar)

Bağımsız değişken	Bağımlı değişken	Sig. değeri	Değerlendirme
Mordanlama tekniği	Açıklık-koyuluk	0,100 ^{*1}	Anlamsız
	Renk kuvveti	0,263 ^{*2}	Anlamsız
	Kroma	0,029 ^{*1}	Anlamlı
	Renk farkı	0,959 ^{*1}	Anlamsız
Mordan	Açıklık-koyuluk	0,001 ^{*1}	Anlamlı
	Renk kuvveti	0,002 ^{*2}	Anlamlı
	Kroma	0,173 ^{*1}	Anlamsız
	Renk farkı	0,000 ^{*1}	Anlamlı
pH	Açıklık-koyuluk	0,099 ^{*1}	Anlamsız
	Renk kuvveti	0,122 ^{*2}	Anlamsız
	Kroma	0,229 ^{*1}	Anlamsız
	Renk farkı	0,879 ^{*1}	Anlamsız
Mordanlama tekniği	Sürtme haslığı	0,161 ^{*3}	Anlamsız
	Yıkama haslığı (yün akma)	0,009 ^{*3}	Anlamlı
	Yıkama haslığı (pamuk akma)	0,002 ^{*3}	Anlamlı
	Işık haslığı	0,035 ^{*3}	Anlamlı
Mordan	Sürtünme haslığı	0,268 ^{*3}	Anlamsız
	Yıkama haslığı (yün akma)	0,128 ^{*3}	Anlamsız
	Yıkama haslığı (pamuk akma)	0,479 ^{*3}	Anlamsız
	Işık haslığı	0,129 ^{*3}	Anlamsız
pH	Sürtünme haslığı	0,477 ^{*3}	Anlamsız
	Yıkama haslığı (yün akma)	0,746 ^{*3}	Anlamsız
	Yıkama haslığı (pamuk akma)	0,595 ^{*3}	Anlamsız
	Işık haslığı	0,512 ^{*3}	Anlamsız

*1: One way anova, *2: Kruskal-Wallis, *3: Chi-Square

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada yünlü kumaşlar için, Potasyum Alüminyum Sülfat haricinde kullanılan diğer metalik mordanların rengi daha da koyulaştırdığı L* değerlerini düşürdüğü, Potasyum Alüminyum Sülfat mordanının da L* değerlerini yükselttiği istatistiksel analizle de desteklenerek belirlenmiştir. Boyama prosesindeki pH değerinin yükseltilmesi ve boyama ortamının nötr olmasının rengin daha da açılmasına sebep olduğu gözlenmiştir. Bu sebeple yünlü kumaşların boyanması için literatürde de belirtildiği gibi pH 4-5 civarında tutmanın K/S değerleri açısından yeterli olduğu, pH değerinin düşürülmesinin rengi fazla değiştirmedeği belirlenmiştir. Çalışmada, sürtme ve yıkama haslık değerleri ile mordanlama tekniği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tespit edilmiş olup, son mordanlama yöntemi ve bakır sülfat mordan kullanımının haslıklar üzerinde olumlu etkisinin olduğu söylenebilmektedir.

Pamuklu kumaşlar için genel olarak mordanlama tekniği ve pH değerinin K/S ve L* değerlerinde yündeki gibi bir farklılığa sebep olmadığı söylenebilmektedir. Ancak farklı mordan kullanımının açıklık-koyuluk, kroma ve renk farkı değişkenleri üzerinde etkisinin olabileceği ortaya çıkarılmıştır. Haslık değerleri açısından istatistiksel olarak sadece son mordanlama yönteminin önemli olduğu belirlenmiş olsa da özellikle bakır ve demir sülfat mordanlarının haslık değerlerini olumsuz etkilediği, potasyum alüminyum sülfat mordanının ve birlikte mordanlama tekniğinin kullanıldığı boyamalara daha yüksek haslık değerlerine ulaşılacağı söylenebilmektedir.

Yünlü kumaşların doğal boyanmasında demir sülfat ve bakır sülfat gibi metal mordanlar kullanıldığı mordanlama sonucunda daha koyu ve yüksek K/S değerlere ulaşılmasının sebebi metalik mordanın hem yün elyafı ile hem de Antosiyanin (Cyanidin) doğal boyarmaddesi ile kararlı kompleks yapılar oluşturmasıdır. Bir başka ifadeyle metal mordanlarla hem boyarmadde

moleküllerinin hidroksil grupları hem de yün elyafında bulunan amino ve karboksilik asit gibi fonksiyonel grupları arasında oluşan koordinasyon kompleksleri K/S değerlerinin yükselmesini sağlamış, demir ve bakırın bu güçlü koordinasyon eğilimi, alüminyuma nazaran lif ve boya arasındaki etkileşimi artırarak boya afinitesini artırmaktadır [16].

Yünlü kumaşların pamuklu kumaşlara nazaran K/S ve L* değerlerine göz önüne alındığında daha koyu tonlarda boyanabildiği, bir başka deyişle fıstık kabuğundan elde edilen doğal boyarmadde ile yünlü kumaşların boyanmasının daha uygun olacağı sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak çalışma kapsamında elde edilen renkler incelendiğinde, fıstık kabuğunun özellikle farklı mordan kullanımı ile birlikte renk skalasının artması ve uygun haslık değerleriyle tekstil terbiyesinde ve özellikle doğal boyamacılık alanında rahatlıkla kullanılabilmesi belirlenmiştir. Fıstık endüstrisinde atık olarak elde edilen ve hayvan yemi olarak değerlendirilen fıstık iç kabuğunun doğal boyarmadde olarak kullanılması hem ürüne katma değer katacak hem de bu tür doğal boyarmaddelerin kullanımı sayesinde çevreci ve insan sağlığını önceleyen bir yaklaşımla sentetik boyarmaddelerin kullanımını bir nebze azaltacaktır.

5. TEŞEKKÜR

“Yer Fıstığı Tohumu Kabuğundan Doğal Boyarmadde Ekstraksiyonu ve Boyama Özelliklerinin Belirlenmesi” isimli “OKÜBAP-2018-PT2-004” numaralı proje Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi BAP Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Merkezi Araştırma Laboratuvarı, Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Laboratuvarı, Kültür Varlıklarını Koruma ve Doğal Boyalar Laboratuvarı yetkili ve çalışanları (DATU) ile Öz Yeksek Toprak Mahsulleri Ltd. Şti.’ne vermiş oldukları destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

6. KAYNAKLAR

1. Osman, E., El-Zaher, N.A., 2011. Effect of Mordant Type on Thermal Stability and Fastness Properties of Silk Fabric Dyed with Natural Dye “Sambucus Nigra”, *Research Journal of Textile and Apparel*, 15(2), 61-70.
2. Canbolat, Ş., Acar, K., Merdan, N., 2013. Sambucus Ebulus L. (Şahmelik) Bitkisinden Ekstrakte Edilmiş Doğal Boyarmadde ile İpekli Materyallerin Boyanması, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(23), 103-114. (in Turkish)
3. Dayıoğlu, H., Kut, D., Merdan, N., Canpolat, Ş., 2015. Effect of Dyeing Properties of Fixing Agent and Plasma Treatment on Silk Fabric Dyed with Natural Dye Extract Obtained from Sambucus Ebulus L. Plant, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195(3), 1609-1617.
4. Zeren, Z.C., 2015. Yerfıstığı Tohumlarından Enzimatik Sulu Ekstraksiyon ile Yağ Eldesi ve Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 57.
5. Afrin, N., 2012. Phytochemical and Biological Investigation of Arachis Hypogaea, A Thesis Report, East West University, Department of Pharmacy, Bangladesh, 108.
6. Giusti, M.M., Wallace, T.C., 2009. Handbook of Natural Colorants, Thomas Bechtold (Editör), Wiley Series in Renewable Resources, Flavonoids as Natural Pigments, 434.
7. Chhipa, M.K., Srivastav, S., Mehta, N., 2017a. Study of Dyeing of Cotton Fabric Using Peanut Pod Natural Dyes Using Al₂SO₄ CuSO₄ and FeSO₄ Mordanting Agent, *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR)*, 3(2), 36-44.
8. Chhipa, M.K., Srivastav, S., Mehta, N., 2017b. Suitability of Dyes from Peanut Pod on Different Fabrics Using Copper Sulphate Mordanting Agent. *International Journal of Textile and Fashion Technology (IJTFT)*, 7(1), 1-10.
9. Constanza, K.E., White, B.L., Davis, J.P., Sanders, T.H., Dean, L.L., 2012. Value-added Processing of Peanut Skins: Antioxidant Capacity, Total Phenolics, and Procyanidin

- Content of Spray-Dried Extracts. *J. Agric. Food Chem.*, 60, 10776-10783.
10. Lewis, W.E., Harris, G.K., Sanders, T.H., White, B.L., Dean, L.L., 2013. Antioxidant and Anti-inflammatory Effects of Peanut Skin Extracts. *Food and Nutrition Sciences*, 4, 22-32.
 11. Yu, J., Ahmedna, M., Goktepe, I., 2005. Effects of Processing Methods and Extraction Solvents on Concentration and Antioxidant Activity of Peanut Skin Phenolics, *Food Chemistry*, 90, 199–206.
 12. Yu, J., Ahmedna, M., Goktepe, I., Dai, J., 2006. Peanut Skin Procyanidins: Compositions and Antioxidant Activities as Affected By Processing, *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 364-371.
 13. Lee, J.H., Kang, N.S., Shin, S.O., Shin, S.H., Lim, S.G., Suh, D.Y., Baek, I.Y., Park, K.Y., Ha, T.J., 2009. Characterisation of Anthocyanins in the Black Soybean (*Glycine Max L.*) By HPLC-DAD-ESI/MS Analysis. *Food Chemistry*, 112, 226–231.
 14. Wang, H., Tang, Z., Zhou, W., 2014. A Method for Dyeing Cotton Fabric with Anthocyanin Dyes Extracted from Mulberry (*Morus Rubra*) Fruits. *Coloration Technology*, 132, 222-231.
 15. QIN, C., Li, Y., Niu, Niu, W., Ding, Y., Zhang, R., Shang, X., 2010. Analysis and Characterization of Anthocyanins in Mulberry Fruit. *Czech J. Food Sci.*, 28 (2), 117–126.
 16. Özdemir, H., 2017. Dyeing Properties of Natural Dyes Extracted from the Junipers Leaves (*J. excelsa* Bieb. and *J.oxycedrus* L.), *Journal of Natural Fibres*, 14(1), 134-142.
 17. Pantone Tekstil ve İç-dış Mekân Yalpaze Renk Kataloğu, 2019.
 18. TS EN ISO 105-X12, 2016. Tekstil-renk Haslığı Deneyleri-bölüm X12: Sürtmeye Karşı Renk Haslığı Tayini.
 19. TS EN ISO 105-C06, 2001. Tekstil-renk Haslığı Deneyleri-bölüm C06: Evsel ve Ticarî Müesseselerde Yıkamaya Karşı Renk Haslığı.
 20. TS EN ISO 105-B02, 2013. Tekstil-renk Haslığı Deneyleri-bölüm B02: Yapay Işığa Karşı, Renk Haslığı Tayini-Ksenon Ark Soldurma Lambası Deneyi.

