Adıyaman University
Journal of Engineering Sciences
Adyü J Eng Sci 2025;12(27):351-362
Adıyaman Üniversitesi
Mühendislik Bilimleri Dergisi
Adyü Müh Bil Derg 2025;12(27):351-362
https://doi.org/10.54365/adyumbd.1680944

Research Article / Araştırma Makalesi

Karaçalı (Paliurus Spina-Christi P. Mill.) Bitki Ekstraktıyla Boyanan Yünlü Kumaşın Boyama Özelliklerinin İncelenmesi

Investigation of Dyeing Properties of Wool Fabric Dyed with Paliurus Spina-Christi P. Mill. Plant

Kadri Akçalı[1]*, Bilge Tunçkol[2], Gözde Buharalı[1]

[1] Bartın Üniversitesi, Ulus Meslek Yüksekokulu, Tekstil, Giyim, Ayakkabı ve Deri Bölümü, Bartın, Türkiye.
[2] Bartın Üniversitesi, Ulus Meslek Yüksekokulu, Ormancılık Bölümü, Bartın, Türkiye

Öz

Tekstil boyamacılığı alanında son yıllarda gerçekleştirilen akademik çalışmalarda doğal kaynaklı renklendiricilerin kullanımıyla sentetik esaslı boyamalar sonrasında meydana gelen çevresel zararların minimuma indirilmesi hedeflenmektedir. Boyanma işlemlerinde yüksek oranlarda sentetik boyarmaddenin kullanımı, yardımcı kimyasallar ve su miktarının fazlalığı sonucunda yüksek oranlarda çevresel kirliliğin meydana geldiği bilinmektedir. Ayrıca kullanılan kimyasal ve sentetik esaslı boyarmaddelerin insan sağlığı açısından da olumsuz etkileri söz konusudur. Çalışmada Bartın florasında doğal yayılış gösteren Karaçalı (Paliurus spina-christi P. Mill.) bitkisinden elde edilen bitki ekstraktları kullanılarak yünlü kumaşların iki farklı boyama sonucunda renk ve haslık değerlerinin incelenmesi yapılmıştır. Boyamalarda mordanlama işlemleri için literatüre paralel olarak dört mordanlama kimyasalının kullanımı gerçekleştirilmiş olup, elde edilen veriler yünlü kumaşların boyanması için karaçalı bitkisinin bir alternatif niteliği taşıdığını ortaya çıkartmıştır. Boyamalar sonrası kumaşların bej ve kahverengi tonlarına sahip olduğu, renk değerlerinin tekrarlı yıkamalar sonrası kalıcılık gösterdiği, kuru/yaş sürtme ile asidik/bazik tere karşı haslık test sonuçlarının kabul edilebilir sınırlar içerisinde yer aldığı elde edilen sonuçları oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Doğal Boyama, Karaçalı, Sürdürülebilirlik, Yün Boyamacılığı, Bitki Ekstraktı*

Abstract

In recent years, academic studies in the field of textile dyeing have increasingly focused on the use of natural colorants in order to minimize the environmental damage caused by synthetic-based dyeing processes. The extensive use of synthetic dyes, large amounts of auxiliary chemicals, and excessive water consumption in conventional dyeing practices are known to contribute significantly to environmental pollution. Moreover, many of the synthetic and chemical-based dyes used in the industry have been associated with adverse effects on human health. In this study, plant extracts obtained from Paliurus spina-christi P. Mill. (commonly known as Karaçalı), a species naturally found in the flora of Bartın, Türkiye, were used to dye wool fabrics. Two different dyeing methods were applied, and four mordanting agents were used in accordance with the relevant literature. The results indicated that Karaçalı extracts can serve as a viable alternative for dyeing wool fabrics. The dyed samples exhibited beige to brown shades, and the color values showed resistance to repeated washing. In addition, the dyed fabrics demonstrated acceptable levels of fastness against dry and wet rubbing, as well as acidic and alkaline perspiration, all of which fall within accepted standards.

Keywords: *Natural Dyeing, Paliurus spina-christi P. Mill, Sustainability, Wool Dyeing, Plant Extract*

* Sorumlu yazar e-posta (Corresponding e-mail): akcali@bartin.edu.tr
Geliş Tarihi (Received):21.04.2025, **Kabul Tarihi (Accepted):** 25.09.2025

1. Giriş

Günümüzde sentetik esaslı olarak üretilen boyarmaddelerin tekstil boyamacılığında kullanımı işlemler sırası ve sonrasında toksik ve mutajenik özellikleri nedeniyle çevresel kirliliğe neden olmaktadır [1]. Bu durum farklı disiplinler açısından araştırmacıların doğal kaynaklı boyamalar üzerine yaptıkları çalışmaların temelini oluşturmaktadır [2-4].

Tekstil boyamacılığında doğal kaynakların kullanımı insanlık tarihinin başlangıcından beri süre gelen bir yöntem olmakla birlikte, çevresel sürdürülebilirlik adına büyük önem taşımaktadır. Özellikle bitkisel kaynaklı doğal boyamalar öncelikli olarak sağlıklı yaşam trendlerinin ön planda olduğu son yıllarda artan bir ilgi görmekte ve tercih sebebi olmaktadır [5]. Doğal esaslı boyaların tekstil endüstrisinde kullanımı, hem çevre dostu bir alternatif sunmakta hem de kimyasal boyaların zararlarını azaltma potansiyeli taşımaktadır. Bu bağlamda, literatürde özellikle bitkisel kaynaklı doğal boyaların elde edilmesi ve kullanımı üzerine yapılan çalışmalar önemli bir yer tutmaktadır [6-10].

Bitki kökenli doğal boyarmaddelerin kullanımı bilim insanları tarafından kabul edilebilir düzeydeki haslık özelliklerinin yanı sıra UV koruma, antimikrobiyel ve antibakteriyel etki, konfor ile moda ve tasarım gibi kumaşlara sağladıkları özellikler açısından da değerlendirilmektedir [11-16].

Zengin bitkisel biyolojik çeşitliliğe sahip ve geniş bir coğrafyaya yayılan ülkemizde, farklı bitki türlerinin yaprak, kök ve meyve gibi çeşitli kısımlarının; tarım, tıp ve tekstil gibi alanlarda kullanımı uzun bir geçmişe sahiptir. Özellikle tekstil sektöründe, geleneksel renklendirme ve boyama işlemlerinde başlıca doğal kaynaklar arasında meyveler, kökler ve çiçekler önemli yer [17].

Çalışma kapsamında Güney Avrupa ve Batı Asya coğrafyasında doğal yayılış gösteren ve ülkemizde özellikle Karadeniz ve Akdeniz bölgelerimizde geniş dağılıma sahip Karaçalı (*Paliurus Spina-Christii Mill.*) bitkisi boyarmadde eldesi amacıyla kullanılmıştır. Karaçalı bitkisi yapısı itibari ile tanenler, alkaloidler, steroller, rutin, izokuersetin, epigallokatekol, gallokatekol, katekol gibi flavonoidler içeren bir bitki türüdür. Özellikle tıbbi uygulamalar için tercih edilen bu bitki türünün, uygulamalarında antioksidan ve antimikrobiyel etkileri akademik çalışmalarda ortaya konulmuştuur [18-20]. Karaçalı bitkisine ait görsel Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Karaçalı (*Paliurus Spina-Christii Mill.*)

Bu çalışmada karaçalı bitkisinden elde edilen boya ekstraktı kullanılarak mordansız, ön mordanlı ve mordan ile bitki ekstraktının aynı boyama banyosunda yer aldığı üç farklı boyama işlemi ile yünlü kumaş numuneleri boyanmış; boyamalar sonrasında kumaş numunelerinin sahip olduğu renk ölçüm değerleri ve haslık değerleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar karaçalı bitkisi kullanılarak yünlü kumaşların boyama işleminin doğal kaynaklı boyama işlemi olarak değerlendirilmesi açısından olumlu sonuçlar

ortaya çıkartmış, ayrıca bitkinin kullanım amaçlarına farklı bir bakış açısı getirerek sürdürülebilir bir tekstil boyama uygulamasının ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır.

2. Materyal ve Metot

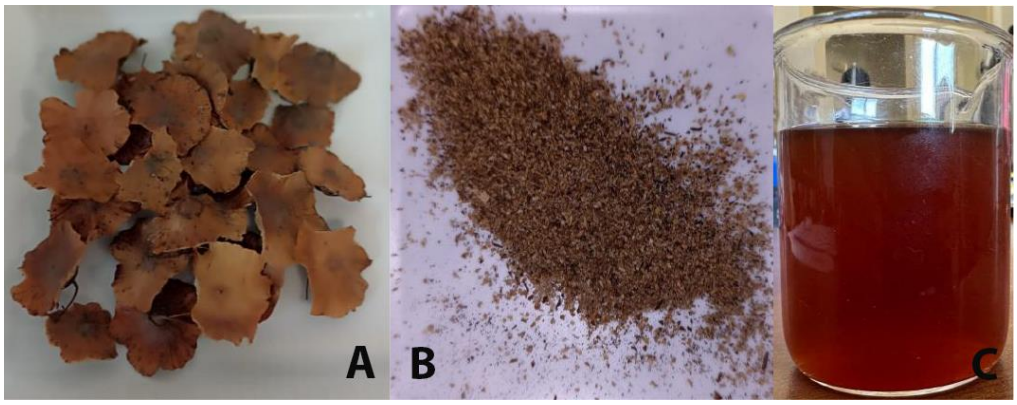
Çalışmada süprem örgü yapsında %100 yünlü kumaş (142 g/m^2) kullanılmıştır. Gerçekleştirilen boyamalarda kapsamlı literatür taraması sonucu dört farklı mordanlama kimyasalının seçimi yapılmıştır. Bunlar; alüminyum sülfat ($Al_2(SO_4)_3$, Isolab), bakır sülfat ($CuSO_4$, Sigma Aldrich), demir sülfat ($FeSO_4$, Sigma Aldrich) ve potasyum dikromattır ($K_2Cr_2O_7$, Sigma Aldrich). Boyama işlemleri sonrası ve analizler öncesi tüm kumaş numunleri non-iyonik (SDC 2408-A ECE fosfatsız) deterjan kullanılarak yıkama işlemine alınmıştır.

Yıkamaya karşı renk haslıklarının değerlendirilmesi ve lekelemelerin tespitinde çok elyaflı test kumaşı (SDC multifibre DW) kullanılmıştır. Asidik/bazik tere karşı renk haslığı testlerinde çok elyaflı test kumaşı (SDC 2133 multifiber DW) ve kuru/yaş sürtmeye karşı renk haslığı testlerinde standarda uygun krokmetre (SDC cottonlawn) kullanılmıştır.

2.1. Bitki Örneklerinin Toplanması ve Ekstrakt Hazırlama İşlemi

Gerçekleştirilen boyamalar için kullanılacak bitki örnekleri vejetasyon döneminde boyarmadde eldesi amacıyla toplanmıştır. Bitki örneklerinin kurutma işlemi sağlıklı bir şekilde kullanımına olanak sağlayacak şekilde tahta presler (38 x 28 cm) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kurutma işlemi sonrası bitki örnekleri böcek, böcek yumurtası ve mantar gibi zararlı organizmalarından arındırılmak üzere üç gün süre boyunca -24 °C'de şoklama işlemine tabi tutulmuştur.

Kurutma ve şoklama işlemleri tamamlanan bitki örnekleri, proselen havan içerisinde dövülerek homojen toz eldesi sağlanmıştır. Bitki ekstraktlarının hazırlanmasında 1:20 flotte oranı (1 g bitki/20 mL distile su) kullanılarak 98°C sıcaklıkta geri soğutucu sistem içerisinde kaynatılarak elde edilen karışım 24 saat oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bu işlem sonrasında elde edilen karışımdan bitki artıklarının süzülmesi için kantitatif filtre kağıdı kullanılmıştır. Böylece boyama işlemlerinden kullanılmak üzere hazır bitki ekstraktlarının eldesi sağlanmıştır. Elde edilen bitki örneklerinin kurutulmuş, toz haline getirilmiş ve elde edilmiş ekstrakta air görseller Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Kurutulmuş bitki (A), Bitki örneğinin toz hali (B), Bitki ekstraktının görüntüsü (C)

2.2. Boyama İşlemleri

Kumaş numuneleri bitkilerden elde edilen ekstraktlar kullanılarak boyanması için dört farklı mordanlama amaçlı kimyasal ile işleme alınmıştır. Mordanlama kimyasallarının belirlenmesi ve kullanılacak oranların kabulünde literatürde yer alan ve bitkilerin doğal boyama için kullanıldığı çalışmalardan faydalanılmıştır. Merdan vd. [21] çalışmalarında demir sülfat ve bakır sülfatı, Safapour vd. [6] alüminyum sülfat ve bakır

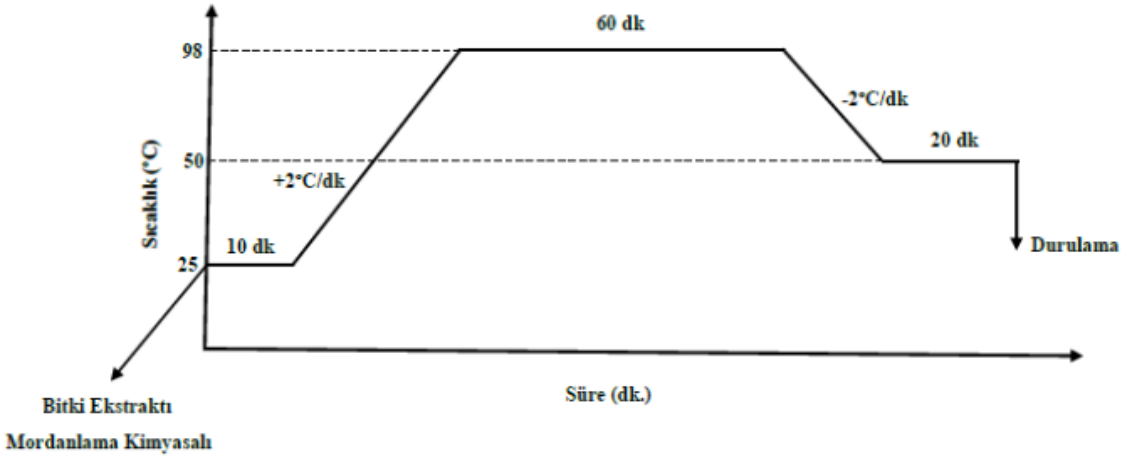
sülfatı, Dulo vd. [9], Naqvi vd. [10], Nakpathom vd. [13] benzer şekilde alüminyum sülfat ve demir sülfatı tercih etmişlerdir. Shaker vd. [11] ağaç gülü (yol hatmi) bitkisi ile gerçekleştirdikleri boyamalarda demir sülfat, bakır sülfat ve alüminyum sülfatı mordan kimyasalı olarak tercih etmişlerdir. Ayrıca potasyum dikromatın da mordanlama kimyaslı olarak kullanıldığı çalışmalar literetürde yer almaktadır [22,23]. Mordanlama kimyasallarının kullanım oranları ise çalışmalerda genel çerçeve ile ele alındığında %2-5 aralığında değişmektedir [15]. Bu kapsamında gerçekleştirilecek boyamalar için mordanlama kimyasalı olarak bakır sülfat, demir sülfat, alüminyum sülfat, ve potasyum dikromattır tercih edilmiştir.

Bitki ekstraktının sahip olduğu –OH, -NH_2, -COOH gibi aktif grupların yün lifinin keratin yapısı kaynaklı sahip olduğu aktif gruplar (-NH, -NH_2) ile kompleks oluşturmasında yardımcı olması amacı ile kullanılan mordan kimyasallarının [24] kullanım oranları; bakır sülfat, demir sülfat ve potasyum dikromat için %2 ve %4 olarak, alüminyum sülfat için ise bu oran %3 ve %5 olarak belirlenmiştir.

Tüm kumaş numuneleri için mordanlama işlemi iki farklı yöntem olan ön mordanlama ve mordanlı boyama basamakları ile gerçekleştirilmiştir. Ön mordanlama işleminde kumaş numunelerinin boyama işlemleri öncesi 1:20 flotte oranında 1 saat süre ile 98°C sıcaklıkta ön işleme alınması gerçekleştirilmiş ve tüm numuneler 24 saat ile oda sıcaklığında kurutulmuştur.

Ön mordanlı ve mordanlı boyama olarak tanımlanan boyama işlemleri Pro Ser Y013 laboratuvar boyama makinesinde gerçekleştirilmiştir.

Tüm boyama işlemlerinde hazırlanan bitki ekstraktları (flotte oranı 1:20; 1gr kumaş için 20 ml bitki ekstarktı kullanımı söz konusudur) ile kumaş numuneleri süreç başlangıcında 25 °C'de 10 dakika işleme alınmış, sonrasında +2°C/dk sıcaklık artışı ile boya banyosu 98°C sıcaklığa çıkarılmıştır. Kumaşlar 98°C sıcaklıkta 60 dakika süresince boyama işlemine tabi tutulmuş ve boyama adımı sonrası -2°C/dk ile boyama banyosunun sıcaklığı 50°C'ye düşürülmüştür. Bu sıcaklıkta da 20 dakika süresince işleme alınan kumaşlar daha sonra boyama makinesinden alınarak soğuk durulama işlemine alınmıştır. Gerçekleştirilen boyamalara ait boyama grafiği Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Yünlü kumaşlara ait boyama grafiği

Mordansız gerçekleştirilen boyama işleminde de boyama prosesi grafikte verildiği şekilde sadece bitki ekstraktı kullanılarak yapılmıştır. Tüm boyamalar sonrası kumaşlar üzerlerinde bulunan fazla boya çözeltisinin arındırılması için ard işlem olarak non-iyonik deterjan (2g/L) ile 40°C sıcaklıkta 10 dakika yıkanmış sonrasında oda sıcaklığında kurutulmuştur.

2.3. Renk Ölçümleri ve Haslıkların Belirlenmesi

Kumaş numunelerinin renk ölçümleri Minolta CM-700D marka spektrometre ile CIE L*a*b* (400 – 700 nm dalga boyu) sisteminde gerçekleştirilmiştir. CIE Lab sistemine göre; L* değeri numune renginin parlaklığını, a* değeri rengin kırmızılık-yeşillik, b* değeri de sarılık-mavilik eksenlerindeki değerleri belirtmektedir. Renk ölçümü ile elde edilen değerler sonrası aşağıda verilen denklemler kullanılarak numunelerin sahip olduğu C* kroma koordinatı ve H° özgün ton (hue) açısı değerleri bulunmuştur.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (1)$$

$$H^\circ = \tan^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (2)$$

Boyanmış kumaş numunelerinin yıkamaya karşı renk haslıklarının tespiti BS EN ISO C06 standardı kullanılarak gerçekleştirilmiş olup; numuneler boyama işlemleri sonrasında 5 tekrarlı olarak 50°C'de 40 dakika süre boyunca yıkanmıştır. Yıkama banyosu tüm yıkamalar için 4 g noniyonik deterjan, 1 g sodyum perborat ($NaBO_3$*4 H_2O) ile 1 lt saf sudan oluşmaktadır.

Boyamalar sonrası kumaşların kuru/yaş sürtmeye karşı renk haslığı değerleri ISO 105 X12 standardına uygun şekilde krokmetre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Asidik/bazik tere karşı renk haslıkları ise ISO 105 E04 standartlarına göre belirlenmiştir. Kumaşların tere karşı renk haslığı değerlendirmelerinin yapılması için numuneler L-Histidin monohidroklorid, sodyum klorid, sodyum dihidrojen fosfat ile saf su içeren çözeltiyle işleme alınmıştır. 10 x 4 cm boyutlarındaki test numuneleri 1:50 flotte oranında gerçekleştirilen test kapsamında çok elyaflı test kumaşı ile 30 dakika süresince işleme tutulmuş olup, numuneler 4 saat süre boyunca 37°C sıcaklık altında etüvde bekletilmiştir. Perspirometreden alınan kumaşların kurutması oda sıcaklığında yapılmıştır. Asidik tere karşı renk haslığı testi pH 5,5; bazik tere karşı renk haslığı testi ise pH 8 değerlerinde yapılmıştır. Tüm kumaş numuneleri için refakat kumaşında yer alan farklı elyaf türlerinde lekelenme durumları ve renk değişim değerleri skala yardımıyla belirlenmiştir.

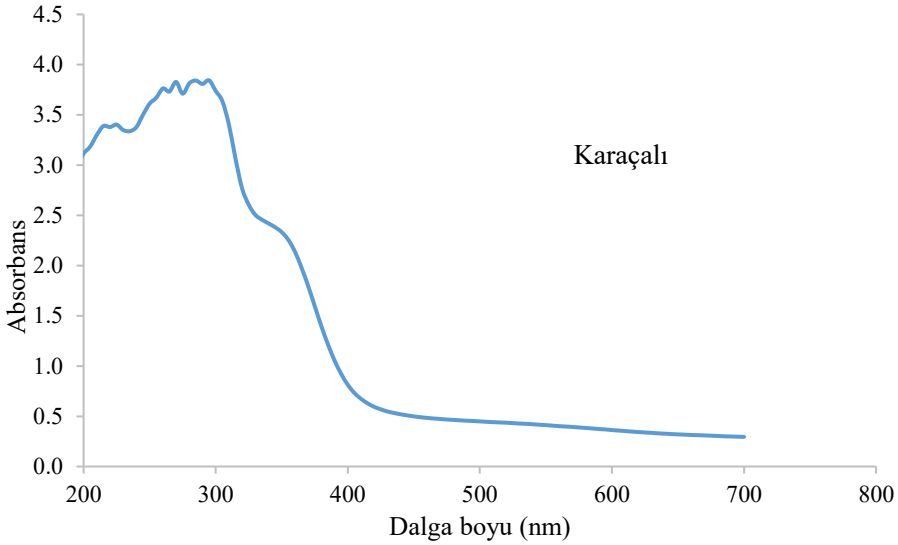
Tüm haslık sonuçlarının değerlendirilmesi öncesinde yünlü kumaş numuneleri 20°C±2°C sıcaklık ve %65±4 nem şartları altında 24 saat süre ile laboratuvarda kondisyonlanmıştır. Tüm haslık değerlerinin değerlendirilmesinde haslık testleri kumaş numunelerine 5 tekrarlı olarak uygulanmış olup, elde edilen veriler sonucu ortalama değerlendirmeler çizelgelerde sunulmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Bitki Ekstraktlarının UV-VIS Spektrum Değerleri

Çalışma kapsamında eldesi sağlanan bitki ekstraktının 200 – 400 nm dalga boyundaki UV ile 400 – 700 nm dalga boyundaki görünür bölge spektrum değerleri Shimadzu UV 3600 plus spektrometre cihazı ile ölçülmüştür. Elde edilen değerler Şekil 4'de verilmiştir. Bitki türleri tarafından sentezlenen düşük molekül ağırlığına sahip bileşikler olan fenolik bileşikler bitkilere renk veren maddeler olarak tanımlanmaktadır [25,26]. Karaçalı bitki ekstraktı hazırlanırken bitkinin özellikle meyvelerinden faydalanılmış olup, özellikle bitkinin meyve kısmında bulunan fenolik bileşiklerde rutin ve quercetin fenolik gruplarının baskın olduğu literatürde yer alan çalışmalarda yer almaktadır [18, 20, 27]. Şekil 2'de verilen karaçalı bitki ekstraktına ait UV bölgesi spektrum değerlerinde 250-275 nm arasında yer alan bant karaçalı bitki yapısında yer alan rutini [28-30] ve aynı şekilde yer alan 350-375 arasındaki bant ise quercetin fenolik gruplarının varlığını göstermektedir [31, 32].

Fenolik bileşiklerin bitkilerdeki renk oluşumuna etkisi, onların kimyasal yapısı, bitkideki lokalizasyonu ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermekte olup, rutin genellikle bitki türlerinde yüksek oranda sarı olmak kaydı ile yeşile doğru giden farklı renklerin oluşumuna neden olmaktadır [33-35]. Quercetin ise bitkilerde genellikle sarı renk oluşumuna neden olan bir fenolik bileşik olarak tanımlanmaktadır. Özellikle bitilerin yaprak ve çiçek bölgelerinde sarıdan turuncuya kayan bir renk tonu oluşmasına neden olur [36,37].



Şekil 4. Karaçalı bitki ekstraktı spektrum değerleri (200 – 700 nm)

3.2. Renk Ölçüm Değerleri

Karaçalı bitkisi kullanılarak hazırlanan bitki ekstraktı ile yapılan mordansız, ön mordanlı ve tek adımlı mordanlı boyamalar sonucu kumaş numunelerinin ölçümü yapılan renk değerleri Çizelge 1'de sunulmaktadır. Tüm renk ölçümleri 5 tekrarlı olarak ve numune yüzeyinin farklı alanlarından elde edilen verilerin ortalaması alınarak sunulmuştur.

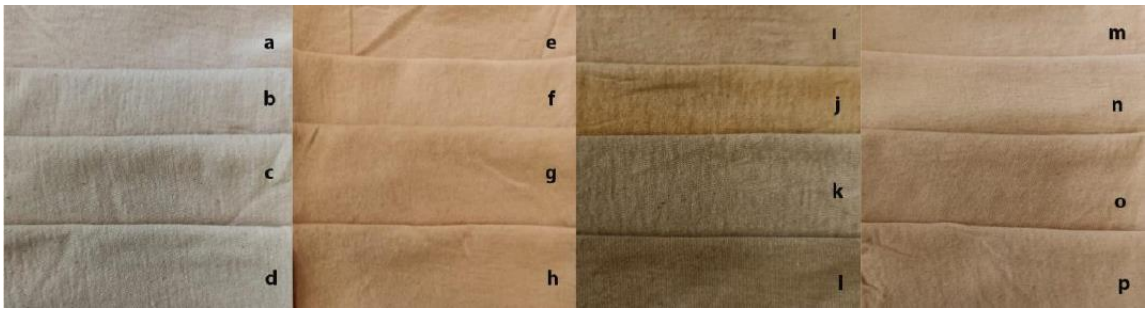
Çizelge 1. Boyamalar sonrası renk ölçümleri

	Mordan Türü	Mordanlama	Mordan Kons. (%)	L*	a*	b*	C*	H°
İşlemsiz Kumaş				87.92	1.20	11.15	11.21	83.87
Mordansız Boyanmış Kumaş				77.89	3.75	14.55	17.23	76.20
Karaçalı Ekstraktlı Boyama Numuneleri	Alüminyum sülfat	Ön Mordanlama	3	68.28	8.81	17.06	19.20	62.69
			5	69.07	8.52	17.05	19.06	63.43
		Mordanlı Boyama	3	70.38	8.19	15.74	17.74	62.50
			5	71.01	8.41	15.75	17.85	61.88
	Demir sülfat	Ön Mordanlama	2	57.38	4.25	13.82	14.46	72.89
			4	53.65	4.25	14.87	15.47	74.04
		Mordanlı Boyama	2	57.19	6.17	18.46	19.46	71.53
			4	57.28	7.23	20.70	21.93	70.75
	Bakır sülfat	Ön Mordanlama	2	61.26	7.40	19.27	20.65	68.99
			4	64.40	6.68	19.36	20.48	70.95
		Mordanlı Boyama	2	63.81	6.84	16.45	17.81	67.41
			4	65.47	6.45	16.42	17.64	68.55
	Potasyum dikromat	Ön Mordanlama	2	72.38	6.21	17.40	18.48	70.35
			4	73.51	5.54	18.16	18.99	73.05
		Mordanlı Boyama	2	72.14	7.71	13.61	15.64	60.45
			4	73.23	6.20	13.45	14.81	65.25

Değerler incelendiğinde; farklı mordan kimyasalı ve mordanlama işlemlerinin gerçekleştirildiği boyamalar sonucunda yünlü kumaş numunelerinin işlemsiz ve mordansız boyama işlemine alınan kumaş numunesine göre farklı renk tonlarına sahip olduğu görülmektedir. İşlemsiz kumaş ve mordansız boyama kumaş numunesine ait görseller Şekil 5' de verilmektedir. Ön mordanlama ve mordanlı boyama yöntemleri ile elde edilen kumaş numunelerine ait görseller ise Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 5. İşlemsiz Kumaş (1) ve Mordansız boyama sonrası kumaş (2) görselleri



Şekil 6. Boyama sonrası kumaş görselleri (a-Potasyum dikromat (Ö.M./%2), b-Potasyum dikromat (Ö.M./%4), c-Potasyum dikromat (M.B./%2), d-Potasyum dikromat (M.B./%4), e-Bakır sülfat (Ö.M./%2), f-Bakır sülfat (Ö.M./%4), g-Bakır sülfat (M.B./%2), h-Bakır sülfat (M.B./%4), ı-Demir sülfat (Ö.M./%2), j-Demir sülfat (Ö.M./%4), k-Demir sülfat (M.B./%2), l-Demir sülfat (M.B./%4), m-Aluminyum sülfat (Ö.M./%2), n-Aluminyum sülfat (Ö.M./%4), o-Aluminyum sülfat (M.B./%2), p-Aluminyum sülfat (M.B./%4)) (*Ö.M. : Ön mordanlı Boyama, *M.B. : Mordanlı Boyama)

Değerler genel çerçeve ile ele alındığında karaçalı ekstraktlı boyamalar sonucu kumaş numuneleri bej ve kahve tonlarında renklere sahip olmuşlardır. Renk parlaklığını ifade eden L* değerleri incelendiğinde en parlak tonlara mordansız ve potasyum dikromat mordanlı kumaş numunelerinin sahip olduğu, alüminyum sülfat mordanlı kumaşların ise renk tonu açısından diğer mordan kimyasallarına göre daha kırmızı eksene kaydığı gözlemlenmektedir. En koyu renk tonlarına ise demir sülfatın mordanlamada kullanıldığı boyamalar sonucunda ulaşılmıştır.

3.3. Kumaş Haslık Değerleri

Yıkamalar sonrası kumaş numunelerinden elde edilen yıkamaya karşı renk haslığı değerleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

Elde edilen yıkamaya karşı renk haslık değerleri incelendiğinde; kumaş numunelerinin yıkamalar sonrası sahip oldukları renk değerlerini büyük ölçüde korudukları görülmektedir. Yıkamaya karşı renk haslığı testleri sonucunda kullanılan refakat kumaşlarının lekelenme değerleri incelendiğinde ise; özellikle ön mordanlı boyama işlemlerinde lekeleme oranlarının daha düşük seviyelerde olduğu tespit edilmiştir. Mordansız gerçekleştirilen boyamalarda kumaş numunesinde yıkamalar sonrası renk değişim oranı yüksektir, bunun nedeni mordan katkısı olmadan yapılan boyamalarda bitki ekstraktının life bağlanma kuvvetlerinin zayıf ve düşük olması olarak açıklanabilir. Potasyum dikromat ve alüminyum sülfat kullanılarak mordanlama işlemine alınan kumaşlarda ise yıkama haslık değerleri üzerinde mordan kimyasalı konsantrasyonunun herhangi bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Mordan konsantrasyonlarının yıkamaya karşı renk haslığı değerleri üzerine etkileri incelendiğinde elde edilen bir diğer sonuç ise; özellikle bakır sülfat ve demir sülfatlı boyamalarda mordan konsantrasyonunun arttırmanın renk değişimi ve lekeleme oranlarında artışa neden olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum konsantrasyon artışına paralle olarak kumaş yüzeyinde metal iyon yüklerinin artışının boya ekstarktı ile lifin bağlanma dengesini bozması ile açıklanmaktadır [38].

Çizelge 2. Kumaşların yıkamaya karşı renk haslığı değerleri

	Mordan Türü	Mordanlama İşlemi	Mordan Konsantrasyonu (%)	Renk değişimi	Yıkamaya Karşı Renk Haslığı					
					Lekeleme					
					CA	CO	PA	PET	PAN	WO
Mordansız Boyama				3-4	5	4-5	5	5	5	4-5
Karaçalı Ekstraktlı Boyama Numuneleri	Alüminyum sülfat	Mordanlı Boyama	3	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
			5	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
		Ön Mordanlama	3	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
			5	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
	Demir sülfat	Mordanlı Boyama	2	4	5	4	5	5	5	4
			4	4	5	4	5	5	5	3-4
		Ön Mordanlama	2	4-5	5	3-4	5	5	5	4
			4	4-5	5	3-4	5	5	5	3-4
	Bakır sülfat	Mordanlı Boyama	2	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
			4	4	5	4	5	5	5	4
		Ön Mordanlama	2	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
			4	4	5	4-5	5	5	5	4-5
	Potasyum dikromat	Mordanlı Boyama	2	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
			4	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
		Ön Mordanlama	2	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5
			4	4-5	5	4-5	5	5	5	4-5

Kumaş numunelerine ait kuru/yaş sürtmeye karşı renk haslık test değerlendirmeleri Çizelge 3'de sunulmuştur.

Çizelge 3. Kumaş kuru/yaş sürtmeye karşı renk haslığı değerleri

	Mordan Kimyasalı	Mordanlama İşlemi	Mordan Konsantrasyonu (%)	Sürtmeye Karşı Renk Haslığı Değeri	
				Kuru	Yaş
Karaçalı Ekstraktlı Boyama Numuneleri	Mordansız Boyama			4-5	4
	Alüminyum sülfat	Mordanlı Boyama	3	5	5
			5	4	4-5
		Ön Mordanlama	3	5	4-5
			5	4	4
	Demir sülfat	Mordanlı Boyama	2	5	3-4
			4	4-5	3-4
		Ön Mordanlama	2	4-5	3-4
			4	4	3
	Bakır sülfat	Mordanlı Boyama	2	4-5	4
			4	4	4
		Ön Mordanlama	2	4-5	4
			4	4	4
	Potasyum dikromat	Mordanlı Boyama	2	4-5	4-5
			4	4-5	4-5
		Ön Mordanlama	2	4-5	4-5
			4	4-5	4-5

Çizelge 3 incelendiğinde özellikle demir sülfat ve bakır sülfatın mordanlama işleminde kullanıldığı kumaş numunelerinde kuru/yaş sürtmeye karşı renk haslığı değerlerinde düşüş olduğu gözlemlenmektedir. Bu durum mordan konsantrasyonunun artmasına paralel olarak tekstil yüzeyi üzerindeki metal iyonu yüklerini arttırarak doğal boyarmaddenin lif ile kurduğu bağların dengesini bozabilmesini ve bağlanmada daha gevşek bir yapının oluşmasına neden olabilmektedir [38,39]. Mordansız boyamalarda meydana gelen düşüş ise boyarmaddenin life daha kuvvetli bağlar ile bağlanmasını sağlayan mordan kimyasallarının olmamasının etkisi olarak değerlendirilebilir. En yüksek kuru/yaş sürtmeye karşı renk haslığı değerlerinin ise alüminyum sülfat ve potasyum dikromat mordan kimyasallarının kullanıldığı kumaş numunelerinde elde edildiği görülmektedir. Tüm kumaş numuneleri açısından kuru sürtmeye

karşı renk haslıkları değerleri genel çerçeve ile ele alındığında yaş sürtmeye karşı renk haslığı değerlerinden daha yüksek seviyede gözlemlenmiştir.
Çizelge 4 ve Çizelge 5'de ise karaçalı bitki ekstraktı kullanılarak yapılan boyamalar sonrası kumaş numunelerinin sahip olduğu asidik/bazik tere karşı renk haslık değerleri verilmektedir.

Çizelge 4. Asidik tere karşı renk haslığı değerleri

Mordan Kimyasalı	Mordanlama İşlemi	Mordan Kons. (%)	Asidik Tere Karşı Renk Haslığı Değeri						*RD
			Lekelenme						
			Asetat	Pamuk	Naylon	PES	Akrilik	Yün	
Mordansız Boyama			4-5	4-5	4	5	4-5	4	4
Alüminyum sülfat	Ön Mordanlama	3	4-5	4-5	4	5	4-5	4	4-5
		5	4-5	4-5	4	5	4-5	4	4-5
	Mordanlı Boyama	3	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
		5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
Demir sülfat	Ön Mordanlama	2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4
		4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4
	Mordanlı Boyama	2	4-5	4	4	4-5	4-5	4	3-4
		4	4-5	4	4	4-5	4-5	4	4
Bakır sülfat	Ön Mordanlama	2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
		4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
	Mordanlı Boyama	2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
		4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
Potasyum dikromat	Ön Mordanlama	2	4-5	4-5	4	5	4-5	4	4-5
		4	4-5	4-5	4	5	4-5	4	4-5
	Mordanlı Boyama	2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
		4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5

*RD: Renk değişimi

Çizelge 5. Bazik tere karşı renk haslığı değerleri

Mordan Kimyasalı	Mordanlama İşlemi	Mordan Kons. (%)	Bazik Ter Haslığı Değeri						*RD
			Lekelenme						
			Asetat	Pamuk	Naylon	PES	Akrilik	Yün	
Mordansız Boyama			4-5	4-5	4-5	5	4-5	4-5	4
Alüminyum sülfat	Ön Mordanlama	3	4-5	4-5	4	5	4-5	4	4-5
		5	4-5	4-5	4	5	4-5	4	4-5
	Mordanlı Boyama	3	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
		5	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
Demir sülfat	Ön Mordanlama	2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4
		4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	3-4
	Mordanlı Boyama	2	4-5	4	4	4-5	4-5	4	3-4
		4	4-5	4	4	4-5	4-5	4	4
Bakır sülfat	Ön Mordanlama	2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
		4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
	Mordanlı Boyama	2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
		4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
Potasyum dikromat	Ön Mordanlama	2	4-5	4-5	4	5	4-5	4	4-5
		4	4-5	4-5	4	5	4-5	4	4-5
	Mordanlı Boyama	2	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5
		4	4-5	4-5	4	4-5	4-5	4	4-5

*RD: Renk değişimi

Asidik ve bazik şartlarda kumaş numunelerinde demir sülfatın mordanlamada kullanıldığı kumaş numunelerinde renk değişimlerinin daha yüksek oranda olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum aynı sürtmeye karşı renk değişimi haslık değerlendirilmesinde olduğu gibi mordan konsantrasyonunun arttırılması sonucu kumaş yüzeyinde yer alan fazla metal iyon yükleri ve dengesiz boyarmadde bağlanma durumu ile açıklanabilir [38, 39]. Mordan kimyasalı konsantrasyonunun ise kumaşlar özelinde asidik ve bazik ortamda herhangi bir etkisi olmadığı ve benzer sonuçların elde edildiği ortaya çıkmıştır.

Genel olarak tüm haslık test sonuçları dikkate alındığında demir sülfat ve bakır sülfat mordanlı boyamalar sonrasında kumaş numunelerinin renk değişim değerlerinin ilk boyama sonrası elde edilen değerden daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca yine belirtilen mordan kimyasallarının kullanım konsantrasyonları arttırıldıkça testler sonucu lekeleme ve renk değişim oranlarında düşüş olduğu ortaya çıkmaktadır.

4. Sonuç ve Öneriler

Türkiye, mevcut iklimsel varyasyonlar, topoğrafik ve jeomorfolojik çeşitlilik ile yüksek habitat heterojenliği sayesinde Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz fitocoğrafik bölgelerinin kesişim noktasında yer almakta ve bu özelliğiyle küresel ölçekte önemli bir biyoçeşitlilik merkezi konumunda bulunmaktadır. Bu ekolojik zenginlik, bitkisel kaynaklı doğal ürünlerin araştırılması ve değerlendirilmesi açısından disiplinler arası çalışmalara önemli bir potansiyel sunmaktadır.

Bu çalışmada, Bartın florasında doğal yayılış gösteren karaçalı bitki türü kullanılarak, dört farklı mordan kimyasalı ile kombine edilen ve iki farklı boyama prosesi aracılığıyla yünlü kumaşların doğal boyarmadde ile renklendirilmesi gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen veriler, karaçalı ekstraktının yünlü tekstil materyallerinde bejden kahverengiye uzanan tonlarda renk eldesine imkan tanıdığını göstermektedir. Boyama sonrası gerçekleştirilen yıkamaya, kuru/yaş sürtmeye ve asidik/bazik tere karşı renk haslığı testleri, elde edilen haslık değerlerinin geçmiş çalışmalarda bitki kaynaklı boyamalar sonucu elde edilen en düşük düzeyi 3-4 değerine sahip 3 ile 5 değer aralığında değerlendirilen haslık sonuçları ile benzerlik gösterdiği sonucu ortaya sunulmuştur [4, 15, 21]. Elde edilen yıkamaya, sürtmeye ve tere karşı renk haslığı değerleri (3–5 arası), literatürde bitki kaynaklı doğal boyamalarla elde edilen benzer bulgularla paralellik göstermektedir. Kemer Gürsoy ve Şanlı [2] farklı bitki örnekleri kullandıkları çalışmasında yünlü kumaşlar üzerinde yapılan boyamalarda, özellikle alüminyum sülfat, demir sülfat ve bakır sülfat mordanları ile 3 ile 5 arası değişiklik gösteren haslık değerleri sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde, Safapour vd. [6] çalışmasında alıç bitkisini kullanılarak 4 ila 4-5 düzeyinde haslık değerlerine ulaşmışlardır. Kuru/yaş sürtme haslıkları sonucu ise kumaş numunelerinde benzer şekilde düşüş olduğu sonuç olarak sunulmuştur. Hünnap kabuğununu kullanıldığı bir başka çalışmada [16], elde edilen veriler incelendiğinde benzer literatürde yer aldığı şekilde haslık değer aralıkları 3-5 düzeyinde farklılık göstermekte ve haslık sonuçları mordan türü ve konsantrasyonuna bağlı olarak farklılıklar sunmaktadır. Bu bağlamda, çalışmamızda karaçalı bitkisiyle elde edilen haslık sonuçları doğal boyamacılık literatürüyle benzer ve kabul edilebilir aralıklarda yer almaktadır.

Mordan konsantrasyonu artışının gerçekleştirilen bitki bazlı boyamalarda özellikle haslık değerlerinde bir miktar düşüşe neden olduğu sonucu da literatürde yer alan çalışmalar ile paralellik göstermekte olup, özellikle çalışma kapsamında demir sülfat ve bakır sülfat mordanlı boyamalarda mordan konsantrasyon artışının haslık değerlerini olumsuz etkilediği sonucu elde edilmiştir. Bu durumun kaynağı yüzeyde bulunan fazla metal iyon yükünün lif ile bitki ekstarktı arasında oluşan mordan destekli bağların konsantrasyon artışına paralel olarak dengesiz hale gelmesi ile açıklanmaktadır. Bu sonuç gerçekleştirilecek devam nitelikli çalışmalarda özellikle mordan konsantrasyonunun optimum seviyelerde tutulması zorunluluğunu ortaya koymaktadır [8, 15, 38, 39].

Sentetik esaslı renklendiriciler yerine doğal kökenli bitkisel türlerin kullanımına odaklanan çalışma ile yeni bir bitki türü kullanılarak gerçekleştirilen boyamalar, karaçalı bitkisine alternatif bir endüstriyel kullanım alanı kazandırmakta ve sürdürülebilir tekstil uygulamaları açısından özgün bir katkı sunması beklenmektedir.

Katkı Beyanı

Yazarların katkı yüzdeleri aşağıda verilmiştir. Yazarlar makaleyi incelemiş ve onaylamıştır.

	K.A.	B.T.	G.B.
AT	60	30	10
VTI	45	35	20
VAD	60	20	20
LT	50	40	10
MY	60	20	20

AT= araştırma tasarımı, VTI= veri toplama ve işleme, VAD= veri analizi ve doğrulama, LT= Literatür tarama, MY= Yazım

Çıkar Çatışması Beyanı

Makalenin yazarları, çalışma kapsamında herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

[1] Lellis B, Fávaro-Polonio C Z, Pamphile J A, Polonio J C. Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. Biotechnology Research and Innovation 2019; 3 (2): 275 – 290.

[2] Kemer Gürsoy G, Şanlı H S. Asma yaprağı, ceviz meyve kabuğu, kökboya, papatya, sığırkuyruğu ile yün lifinin boyanması ve bazı haslık değerleri. Folklor Akademi Dergisi 2023; 6 (1): 162 – 172.

[3] Fobiri G K. Synthetic dye application in textiles: A review on the efficacies and toxicities involved. Textile and Leather Review 2022; 5: 180 – 198.

[4] Manicketh T J, Francis M S. Extraction of natural colorants from Araucaria columnaris, Macaranga peltata and Averrhoa bilimbi for textile coloration. International Journal of Clothing Science and Technology 2020; 32 (6): 789 – 801.

[5] Bilir M Z. Ekolojik boyama esaslı çok renkli yüzey tasarımı. Yedi 2018; 20: 63 – 73.

[6] Safapour S, Sadghi-Kiakhani M, Eshaghloo-Galugahi S. Extraction, dyeing, and antibacterial properties of Crataegus Elbursensis fruit natural dye on wool yarn. Fiber and Polymers 2018; 19 (7): 1428 – 1434.

[7] Deveoğlu O, Karadağ RA review on the flavonoids – a dye source. International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences 2019; 3: 188 – 200.

[8] Adeel S, Ahmad S, Habib N, Mia R, Ahmed B. Coloring efficacy of Nyctanthes Arbortristis based yellow natural dye for surface-modified wool. Industrial Crops and Products 2022; 188 (115571): 1 – 8.

[9] Dulo B, De Somer T, Phan K, Roosen M, Githaiga J, Raes K, De Meester S. Evaluating the potential of natural dyes from nutshell wastes: Sustainable colouration and functional finishing of wool fabric. Sustainable Materials and Technologies 2022; 34: 00518.

[10] Naqvi SAR, Adeel S, Mia R, Hosseinnezhad M, Rather LJ, Imran, M. Modern ecofriendly approach for extraction of luteolin natural dye from weld for silk fabric and wool yarn dyeing. Sustainable Chemistry and Pharmacy 2024; 39: 101554.

[11] Shanker R, Vankr PS. Dyeing cotton, wool and silk with Hibiscus mutabilis (Gulzuba). Dyes and Pigments 2007; 74: 464 – 469.

[12] Oktav Bulut M, Akar E. Ecological dyeing with some plant pulps on woolen yarn and cationized cotton fabric. Journal of Cleaner Production 2012; 32: 1 – 9.

[13] Nakpathom M, Somboom B, Nootsara N, Mongkholrattanasit R. Dyeing of catonized cotton with natural colorant from purple corncob. Journal of Natural Fibers 2018; 15 (5): 668 – 679.

[14] Kaynar H, Ucar E. Alternative plants to be used in natural dyeing on wool yarn fibers. Journal of Natural Fibers 2019; 16 (3): 379 – 387.

[15] Iqbal K, Afzal H, Siddiqui MOR, Bashir U, Jan K, Abbas A, Abid, HA. Dyeing of wool fabric with natural dye extracted from Dalbergia Sissoo using natural mordants. Sustainable Chemistry and Pharmacy 2023; 33 (101094): 1 – 12.

[16] Mirnezhad S, Sadeghi-Kiakhani M, Hashemi E. Wool dyeing using Ziziphus bark extract as a natural dye: studies on the dyeing, antibacterial, and antioxidant characteristics. Environmental Science and Pollution Research 2023; 30 (18): 51504 – 51517.

[17] Hosseinnezhad M, Gharanjig K, Rouhani S, Razani N, Imani H. Environmentally friendly dyeing of wool yarns using of combination of bio-mordants and natural dyes. Environmental Progress & Sustainable Energy 2022; 41 (5): 1 – 9.
[18] Brantner A, Males Z. Quality assessment of Paliurus spina-christi extracts, Journal of Ethnopharmacology 1999; 66: 175 – 179.
[19] Kemertelidze E, Dalakishvili TsM, Gusakova D, Shalashvili KG, Khatiashvili NS, Bitadze MA, Gogilashvili LM, Bereznyakova AI. Chemıcal composıtıon and pharmacologıcal actıvıty of the fruıts of Paliurus spina-christi mill. Pharmaceutical Chemistry Journal 1999; 33 (11): 21 – 24.
[20] Zor M, Aydin S, Güner ND, Başaran N, Başaran AA. Antigenotoxic properties of Paliurus spina-christi Mill fruits and their active compounds. BMC Complementary and Alternative Medicine 2017; 17: 1 – 10.
[21] Merdan N, Acar K, Korkmaz B. Gelincik (papaver rhoeas l.) bitki çiçekleri ile boyanmış yünlü kumaşların renk ve haslık özelliklerinin araştırılması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 2019; 10 (19): 89 – 99.
[22] Hosen M D, Rabbi M F, Raihan M A, Al Mamun M A. Effect of turmeric dye and biomordants on knitted cotton fabric coloration: A promising alternative to metallic mordanting. Cleaner Engineering and Technology 2021; 3: 100124.
[23] Bulut MO, Baydar H, Akar E. Ecofriendly natural dyeing of woollen yarn using mordants with enzymatic pretreatments. The Journal of The Textile Institute 2014; 105 (5): 559-568.
[24] Rather LJ, Islam S, Shabbir M, Bukhari MN, Mohammad F, Khan MA. Adhatoda vasica in conjunction with binary combinations of metal salts and biomordants as an effective textile dye to produce novel shades on wool, Journal of Natural Fibers 2018; 15 (4): 611 – 623.
[25] Mustafa N R, Verpoorte R. Phenolic compounds in Catharanthus roseus. Phytochemistry Reviews 2007:6 (2): 243 – 258.
[26] Singh S, Kaur I, Kariyat R. The multifunctional roles of polyphenols in plant-herbivore interactions. International Journal of Molecular Sciences 2021; 22 (3): 1442.
[27] Takım K. Bioactive component analysis and investigation of antidiabetic effect of Jerusalem thorn (Paliurus spina-christi) fruits in diabetic rats induced by streptozotocin. Journal of Ethnopharmacology 2021; 264: 113263.
[28] Bondarev SL, Knyukshto VN. Fluorescence and phosphorescence of rutin. Journal of Luminescence 2013; 142: 236 – 240.
[29] Weiz G, Breccia JD, Mazzaferro LS. Screening and quantification of the enzymatic deglycosylation of the plant flavonoid rutin by UV–visible spectrometry. Food Chemistry 2017; 229: 44 – 49.
[30] Guzman-Hernandez DS, Palomar-Pardave M, Sanchez-Perez F, Juarez-Gomez J, Corona-Avendano S, Romero-Romo M, Ramirez-Silva MT. Spectro-electrochemical characterization and quantification of Rutin in aqueous media. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy 2020; 228: 117814.
[31] Solimani R. The flavonols quercetin, rutin and morin in DNA solution: UV–vis dichroic (and mid-infrared) analysis explain the possible association between the biopolymer and a nucleophilic vegetable-dye. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects 1997; 1336 (2): 281 – 294.
[32] Numata Y, Tanaka H. Quantitative analysis of quercetin using Raman spectroscopy. Food Chemistry 2011; 126 (2): 751 – 755.
[33] Du L D, Liu Y H, Liu J Z, Ding X Q, Hong B, Hu D G, Sun C H. Identification and Characterization of Petal Color Change from Pink to Yellow in Chrysanthemum morifolium 'Pink Candy'and Its Bud Variant. Agriculture 2022; 12 (9): 1323.
[34] Işık N, Mükemre M, Türker R S, Zengin G, Dalar A. Analysis of phytochemical composition and biological activities of Helichrysum pallasii (Sprengel) ledeb leaves. International Journal of Secondary Metabolite 2023; 10 (1): 71 – 85.
[35] Xu P, Xu X B, Khan A, Fotina T, Wang S H. Antibiofilm activity against Staphylococcus aureus and content analysis of Taraxacum Officinale phenolic extract. Polish journal of veterinary sciences 2021; 243 – 251.
[36] Nurzyńska-Wierdak R. Phenolic compounds from new natural sources—Plant genotype and ontogenetic variation. Molecules 2023; 28 (4): 1731.
[37] Vergine M, Nicolì F, Sabella E, Aprile A, De Bellis L, Luvisi A. Secondary metabolites in Xylella fastidiosa–plant interaction. Pathogens 2020; 9 (9): 675.
[38] Bechtold T, Turcanu A, Ganglberger E, Geissler S. Natural dyes in modern textile dyehouses—how to combine experiences of two centuries to meet the demands of the future?. Journal of Cleaner Production 2003; 11 (5): 499 – 509.
[39] Samanta A K, Konar A. Dyeing of textiles with natural dyes. Natural dyes 2011; 3: 212 – 222.