

Araştırma Makalesi / Research Article

Sibirya Çamı Odununda Renklendirme Amaçlı Pancar ile Narçiçeği Ekstraktlarının ve Arap Zamkının Kullanılması Üzerine Bir Çalışma

Hüseyin PEKER¹, Göksel ULAY², Ümit AYATA^{3*}, Abdi ATILGAN⁴

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Van, Türkiye

³ Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye

⁴ Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon Meslek Yüksekokulu, İç Mekan Tasarımı Programı, Afyon/Türkiye
peker100@artvin.edu.tr, gokselulay@gmail.com, umitayata@yandex.com, atilgan03@aku.edu.tr

Received/Geliş Tarihi: 24.04.2025

Accepted/Kabul Tarihi: 19.06.2025

Özet: Bu çalışmada, Sibirya çamı (*Pinus sibirica*) odununun renklendirilmesinde pancar ve narçiçeği ekstraktlarının yanı sıra Arap zamkı kullanılarak yapılan deneylerin etkisi incelenmiştir. Çözeltilerin farklı [Çözelti 1: Arap zamkı uygulanmış deney örneği, Çözelti 2: narçiçeği ekstraktı uygulanmış deney örneği, Çözelti 3: narçiçeği ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği, Çözelti 4: narçiçeği ekstraktı + Arap zamkı karışımı uygulanmış deney örneği, Çözelti 5: pancar ekstraktı uygulanmış deney örneği, Çözelti 6: pancar ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği ve Çözelti 7: pancar ekstraktı + Arap zamkı karışımı uygulanmış deney örneği] kombinasyonlarıyla uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre bütün çözeltilerle yapılan uygulamalarda, L^* ve h^o parametreleri azalırken, C^* ve a^* parametrelerinde artışlar görülmüştür. ΔE^* değerleri çözelti 1 için 8.21, çözelti 2 için 9.59, çözelti 3 için 12.81, çözelti 4 için 8.69, çözelti 5 için 7.23, çözelti 6 için 9.92 ve çözelti 7 için 8.62 olarak elde edilmiştir. Sonuçlar, pancar ve narçiçeği ekstraktları ile Arap zamkının, Sibirya çamı odununun estetik özelliklerini değiştirmek ve renklendirme uygulamalarında etkili bir alternatif olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Arap zamkı, Doğal boyar madde, Narçiçeği, Pancar, Renk, Sibirya çamı

A Study on the Use of Beetroot and Pomegranate Flower Extracts along with Gum Arabic for Coloring Siberian Pine Wood

Abstract: This study investigates the effect of using beetroot and pomegranate flower extracts, as well as Arabic gum, for the coloring of Siberian pine (*Pinus sibirica*) wood. The experiments were conducted using different solution combinations: solution 1: application of Arabic gum, solution 2: application of pomegranate flower extract, solution 3: pomegranate flower extract followed by Arabic gum application, solution 4: a combination of pomegranate flower extract and Arabic gum, solution 5: application of beetroot extract, solution 6: beetroot extract followed by Arabic gum application, and solution 7: a combination of beetroot extract and Arabic gum. According to the results, all treatments with the solutions resulted in a decrease in L^* and h^o parameters, while increases were observed in C^* and a^* parameters. The ΔE^* values were 8.21 for solution 1, 9.59 for solution 2, 12.81 for solution 3, 8.69 for solution 4, 7.23 for solution 5, 9.92 for solution 6, and 8.62 for solution 7. The results indicate that beetroot and hibiscus extracts, together with gum arabic, can be used to modify the aesthetic properties of Siberian pine wood and serve as an effective alternative for coloring applications.

Keywords: Beet, Color, Gum arabic, Natural dye, Pomegranate flower, Siberian pine

1. Giriş

Doğal renklendiriciler; bitkiler, böcekler ve mineraller gibi doğal kaynaklardan elde edilen boya ve pigmentleri kapsamaktadır. Doğal renklendiricilerle boyama, insanlık tarihindeki en eski tekniklerden biri olarak antik medeniyetlerde yaygın şekilde uygulanmıştır (Prabhu ve Bhute, 2012).

Tarihsel olarak, bitkiler doğal boyaların çoğunun çıkarılması için kullanılmıştır. Kök, yaprak, gövde, öz odun, çiçek, meyve ve kabuk gibi bitki parçaları doğal boya kaynağı olarak kullanılmaktadır (Saxena ve Raja, 2014).

Pancar ve narçiçeği gibi doğal bitkiler, içeriklerinde bulunan pigmentler sayesinde tarihsel olarak boyar madde elde etme amacıyla kullanılmıştır. Pancar ve narçiçeği ekstraktları, özellikle ahşap, tekstil ve diğer yüzeylerde doğal renk verme işlemleri için değerli kaynaklar olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, Arap zamkı gibi doğal bağlayıcı maddelerle birleştirildiğinde, bu boyar maddeler daha kalıcı ve etkili bir şekilde yüzeylere uygulanabilmektedir.

Dünyanın en eski gıdalarından biri olan nar, ilk olarak günümüz İran'ını kapsayan bölgeden geldiği görülmektedir. Yabani çeşitler, biyoçeşitliliği zengin Kopet dağ sırasından türetilmiştir. Neolitik Devrim'le birlikte, yaklaşık M.Ö. 10.000 yıllarında nar, insanlar tarafından tarıma alınarak evcilleştirilmiştir. İnsanların tercihleri doğrultusunda yapılan uzun süreli seçim sonucunda, yabani türlerde bulunmayan tat, aroma ve meyve büyüklüğü gibi özellikler zamanla narın kültür formlarında ortaya çıkmıştır. Narın ilk arkeolojik izleri, M.Ö. üçüncü binyılın başında ortaya çıkmış olup, Orta Doğu'daki Jericho, Arad ve Nimrud sitelerinde yapılan kazılarda karbonlaşmış nar çekirdekleri bulunmuştur. Nar (*Punica granatum*) dışında, *Punica* cinsinde başka bir tür daha bulunmaktadır. Nadir bulunan nar, yaygın narın türediği bir öncü tür olarak kabul edilmektedir. Bu türün doğal yayılımı, Yemen açıklarındaki Socotra Adası ile sınırlıdır. Ancak, *P. protopunica* genellikle oldukça acı olduğundan yenmemektedir. *Punica*, aynı botanik familyadan olan *Myrtle*, *Lythraceae* ile ilişkili olmaktadır (Zohary vd., 2012; Stone, 2017).

Son zamanlarda, taze meyve ve doğal meyve suyu tüketimi, sadece besin değeri değil, aynı zamanda tedavi edici etkisi nedeniyle de geniş ölçüde artmıştır. Nar, taze meyve olarak, içeceklerde, gıda ürünlerinde ve bitkisel ilaçlar ile diyet takviyelerinde botanik bileşen olarak kullanılan ekstraktlarda yaygın olarak tüketilmektedir. Diyet açısından narın fitokimyasal maddelerinin ana kaynağı, meyvenin kabuğu, çekirdekleri ve suyudur (Elfalleh vd., 2011; Mekni vd., 2013).

Nar, Eski Mısır'da yetiştirilmiş ve erken dönemlerde Yunanistan, İtalya ve Irak'ta da yetiştirilmiştir. Daha sonra, Türkmenistan, Afganistan, İran, Hindistan, Çin gibi Asya ülkelerine, Kuzey Afrika'ya ve Akdeniz Avrupa'sına yayılmıştır (Melgarejo ve Martínez, 1992; Singh vd., 2010).

Narçiçeği (*Punica granatum* L.), yaprak döken bir çalı veya küçük ağacı olan nar ailesine ait kurutulmuş taç yaprakları, geleneksel Çin tıbbında ve Uygur tıbbında yaygın bir ilaçtır. Geleneksel Çin tıbbında narçiçeği, ağırlıklı olarak kanama ve iltihaplanma için kullanılır. Uygur tıbbında ise genellikle bulantı, katarakt ve sinir zayıflığını tedavi etmek için kullanılır (Bhaskar ve Kumar, 2012; Yu vd., 2017; Zhang vd., 2019; Li vd., 2020). Bu meyve bitkisinin yüksek (44°C) ve düşük (-12°C) sıcaklıklara karşı gösterdiği eşik limitler, onun benzersiz plastikliğini ortaya koymaktadır (Westwood, 1978; Jalikop, 2010).

Günümüzde gıda ürünlerine meyve ve sebzelerin doğal renklerine yakın bir renk vermek amacıyla, bazı durumlarda insan sağlığı açısından risk taşıyan ve kanserojen potansiyeli bulunan sentetik boyalar kullanılmaktadır. Bu nedenle, kırmızı pancar suyundan gıda sınıfı boyar madde üretme teknolojisinin geliştirilmesi oldukça önemli bir görevdir (Scotter, 2015; Gras vd., 2017; Sheiko vd., 2019).

Pancar, yaygın olarak bilinen adıyla kırmızı pancar, etli kökü ve genç yaprakları için yıllık olarak yetişen iki yıllık bir bitkidir. *Magnoliophyta* sınıfı ve *Mangnoliopsida* sınıfına ait bir üyedir. *Chenopodiaceae* familyasına ait olan pancar, onuncu en güçlü sebzeler arasında yer almaktadır. Bu bitki, genellikle ılıman iklimlerde yetişen bienal veya çok yıllık bir bitkidir. Pancar bitkisi, üç ana bölümden oluşmaktadır: kazık kök, saplar ve yapraklar (Chhikara vd., 2019; Sooch vd., 2024).

Pancarın (*Beta vulgaris* L.) yenilebilmekte olan kısmı, ortalama 1-2 m yüksekliğe sahip olan köküdür; ana kök uzun, sivri ve tıknazdır; yan kökler yoğun bir doku oluşturmaktadır. Kökler genellikle küre veya silindir şeklindedir ve pancar çeşidine bağlı olarak kırmızı-mor/altın sarısı/kırmızı-beyaz renktedir. Pancar yaprakları hipokotil tacından kaynaklanmaktadır ve büyüklük, şekil ve renk bakımından çeşitlidir. Tohumlara çok tohumlu tohumlar denir çünkü bir tohum birden fazla fideye yol açabilmektedir. Tohumun mantar benzeri dış yüzeyi fenolik bileşikler içermektedir ve fiziksel bariyer olarak çimlenmeyi engellemektedir. Saplar yatay, dik ve çok dallıdır. Çiçek beş taç yapraklı çok küçüktür (Kezi ve Sumathy, 2014; Chhikara vd., 2019).

Gum arabic, diğer adıyla Arap zamkı, *Acacia* cinsine ait ağaçlardan özellikle *Acacia senegal* ve *Acacia seyal* elde edilmektedir. Ana gum arabic üreticisi ülkeler arasında Sudan, Nijerya, Çad ve Senegal bulunmaktadır. Sudan, dünyanın en büyük gum arabic üreticisi olarak kabul edilmektedir. Gum arabic, polisakkarit bitki salgıları arasında en eski ve en iyi bilinenidir. Antik Mısırlılar tarafından resimlerinde mineral pigmentler için bir yapıştırıcı olarak ve mumyaları sarmak için keten örtüler yapmak amacıyla kullanılmıştır (Caius ve Radha, 1939; Idris ve Haddad, 2012). Arap zamkının ana içeriği Arap asidi maddesidir ve bu madde parçalandığında arabinoz vermektedir. Bu nedenle Arap zamkına Arap asidi denmektedir ve sakız çözeltisi hafif asidik olup, pH değeri 4.66'dır (Karamalla, 1999; Mariod, 2018).

Bu çalışmada, pancar ve narçiçeği ekstraktlarının bağlayıcı olarak Arap zamkı ile Sibirya çamı (*Pinus sibirica*) odunu üzerinde renk değişimi sağlama potansiyeli araştırılmıştır. Doğal boyar maddelerin ahşap yüzeylere uygulanabilirliğini incelemek, hem çevre dostu üretim süreçlerinin geliştirilmesine katkı sağlamak hem de sentetik boyalara alternatif oluşturabilecek sürdürülebilir çözümler ortaya koymak açısından önemlidir. Özellikle açık renkli yapısıyla renklendirme uygulamalarına uygun bir tür olan Sibirya çamı, bu çalışmada değerlendirilmiş ve doğal ekstraktların bu tür üzerindeki etkisi renk parametreleri üzerinden incelenmiştir. Bu kapsamda elde edilen veriler, doğal boyaların ve bağlayıcıların ahşap malzemelerdeki renk performansına dair yeni bir bakış açısı sunmayı amaçlamaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzeme

Çalışmada deneysel malzeme olarak Sibirya çamı (*Pinus sibirica*) odunu tercih edilmiştir. Deney örnekleri, belirlenen yüzey işlemlerine tabi tutulmadan önce görsel olarak kusursuz (çatlak, budak vb. içermeyen) malzemeler arasından seçilmiştir. Odun örnekleri 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde iklimlendirme işlemleri gerçekleştirilmiştir (ISO 554, 1976). Çalışmada kullanılan Arap zamkı, nar çiçeği ve pancar bitkisi yerel bir aktardan temin edilmiştir. Her grup başına 10'ar örnek kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Uygulamanın Yapılması

Deneysel tasarım aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

Kontrol Grubu: Herhangi bir uygulama yapılmamış örnekler.

Çözeltili 1: Arap zımkı (20 g olarak öğütölmüş Arap zımkı ve 100 mL saf su 20 dakika süre ile kaynatma) uygulanan örnekleler.

Çözeltili 2: Narçiceğı ekstrektı (10 g ve 100 mL saf su 20 dakika süre ile kaynatma) uygulanan örnekleler.

Çözeltili 3: Narçiceğı ekstrektı uygulandıktan sonra Arap zımkı uygulanan örnekleler.

Çözeltili 4: Narçiceğı ekstrektı (10 g) ve Arap zımkı karışımı (20 g olarak öğütölmüş Arap zımkı ve 100 mL saf su 20 dakika süre ile kaynatma) uygulanan örnekleler.

Çözeltili 5: Pancar ekstrektı (10 g ve 100 mL saf su 20 dakika süre ile kaynatma) uygulanan örnekleler

Çözeltili 6: Pancar ekstrektı uygulandıktan sonra Arap zımkı uygulanan örnekleler.

Çözeltili 7: Pancar ekstrektı ve Arap zımkı karışımı uygulanan örnekleler.

Uygulama Yöntemi: Kimyasal çözeltiler fırça ile odun yüzeylerine homojen bir şekilde uygulanmıştır. Uygulama sonrasında örnekleler kurutulmuştur. Kuruma süresi tamamlandıktan sonra, her bir örnekte renk parametreleri ölçölmüştür.

2.2.2. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Çalışmada farklı kimyasal çözeltiler Sibiryı çamı yüzeylerine uygulanmış ve renk parametreleri ölçölmüştür. Uygulama öncesi ve sonralarına ait yüzeyler üzerinde yapılan renk değışimleri CS-10 cihazında (ASTM D 2244-3, 2007) belirlenmiştir. ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır (Lange, 1999). Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıklarına ait sonuçları hesaplanmıştır.

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{çözeltili uygulanmış}} - a^*_{\text{çözeltili uygulanmamış}}) \quad (2)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{çözeltili uygulanmış}} - L^*_{\text{çözeltili uygulanmamış}}) \quad (3)$$

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{çözeltili uygulanmış}} - C^*_{\text{çözeltili uygulanmamış}}) \quad (6)$$

$$h^{\circ} = \arctan(b^*/a^*) \quad (7)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{çözeltili uygulanmış}} - b^*_{\text{çözeltili uygulanmamış}}) \quad (8)$$

ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değęerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999) Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değęerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔC^*	Referansa göre, daha net ve daha parlak	Mat, referansa göre daha bulanık
Δa^*	Referansa göre daha kırmızı	Referansa göre daha yeşil
Δb^*	Referansa göre daha sarı	Referansa göre daha mavi
ΔL^*	Referansa göre daha açık	Referansa göre daha koyu

ΔE^* kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979) Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. ΔE^* için kriterler (DIN 5033, 1979)

ΔE^* değeri	Görsel fark	ΔE^* değeri	Görsel fark
<0.20	Algılanamaz	3.00 ila 6.00	Çok belirgin
0.20 ila 0.50	Çok zayıf	6.00 ila 12.00	Güçlü
0.50 ila 1.50	Zayıf	> 12.00	Çok güçlü
1.50 ila 3.00	Belirgin		

2.3. İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı ile en düşük ve en yüksek ölçümlere ait veriler, varyans analizleri, ortalamalar, standart sapma, % değişim oranları ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Varyans analizi sonuçları Tablo 3’de gösterilmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, kullanılan çözeltiler, L^* , a^* , b^* , C^* ve h° parametreleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip oldukları, her bir parametrede çözeltiler türüne bağlı olarak renk parametrelerinin değiştiği bulunmuştur ($p \leq 0.05$) (Tablo 3).

Tablo 3. Varyans analizi sonuçları (*: anlamlı)

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$p \leq 0.05$
L^*	Çözeltiler Türü	480.568	7	68.653	167.306	0.000*
	Hata	29.545	72	0.410		
	Toplam	321136.011	80			
	Düzeltilmiş Toplam	510.112	79			
a^*	Çözeltiler Türü	466.807	7	66.687	857.078	0.000*
	Hata	5.602	72	0.078		
	Toplam	19345.856	80			
	Düzeltilmiş Toplam	472.409	79			
b^*	Çözeltiler Türü	464.763	7	66.395	360.413	0.000*
	Hata	13.264	72	0.184		
	Toplam	48630.908	80			
	Düzeltilmiş Toplam	478.026	79			
C^*	Çözeltiler Türü	422.448	7	60.350	370.344	0.000*
	Hata	11.733	72	0.163		
	Toplam	67996.356	80			
	Düzeltilmiş Toplam	434.181	79			
h°	Çözeltiler Türü	2040.995	7	291.571	717.512	0.000*
	Hata	29.258	72	0.406		
	Toplam	270539.887	80			
	Düzeltilmiş Toplam	2070.253	79			

a^* : Kırmızı renk tonu değerini ifade etmektedir. b^* : Sarı renk tonu değerini ifade etmektedir.
 C^* : Kroma değerini ifade etmektedir. h° : Ton açısı değerini ifade etmektedir. L^* : Işıklılık değerini ifade etmektedir.

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Tablo 4’de ve bu sonuçlara ait grafiksel gösterimi Şekil 1’de verilmiştir.

ΔE^* değerleri çözeltiler 1 için 8.21, çözeltiler 2 için 9.59, çözeltiler 3 için 12.81, çözeltiler 4 için 8.69, çözeltiler 5 için 7.23, çözeltiler 6 için 9.92 ve çözeltiler 7 için 8.62 olarak tespit edilmiştir. Bütün çözeltiler üzerinde ΔL^* değerleri negatif (referansa göre daha koyu) olarak elde edilirken, Δa^* ve ΔC^* değerleri (sırası ile referansa göre daha kırmızı ve referansa göre, daha net ve daha parlak) pozitif olarak elde edilmiştir. Δb^* değerleri ise çözeltiler 2, çözeltiler 4, çözeltiler 5 ve çözeltiler 7 ile negatif (referansa göre daha mavi) olarak bulunurken, çözeltiler 1, çözeltiler 3 ve çözeltiler 6 ile pozitif (referansa göre daha sarı) olarak belirlenmiştir. ΔH^* değerleri çözeltiler 1 için 2.03, çözeltiler 2 için 7.24, çözeltiler 3 için 7.61, çözeltiler 4 için 6.04, çözeltiler 5 için 5.08, çözeltiler 6 için 4.91 ve çözeltiler 7 için 4.82 olarak elde edilmiştir. Renk

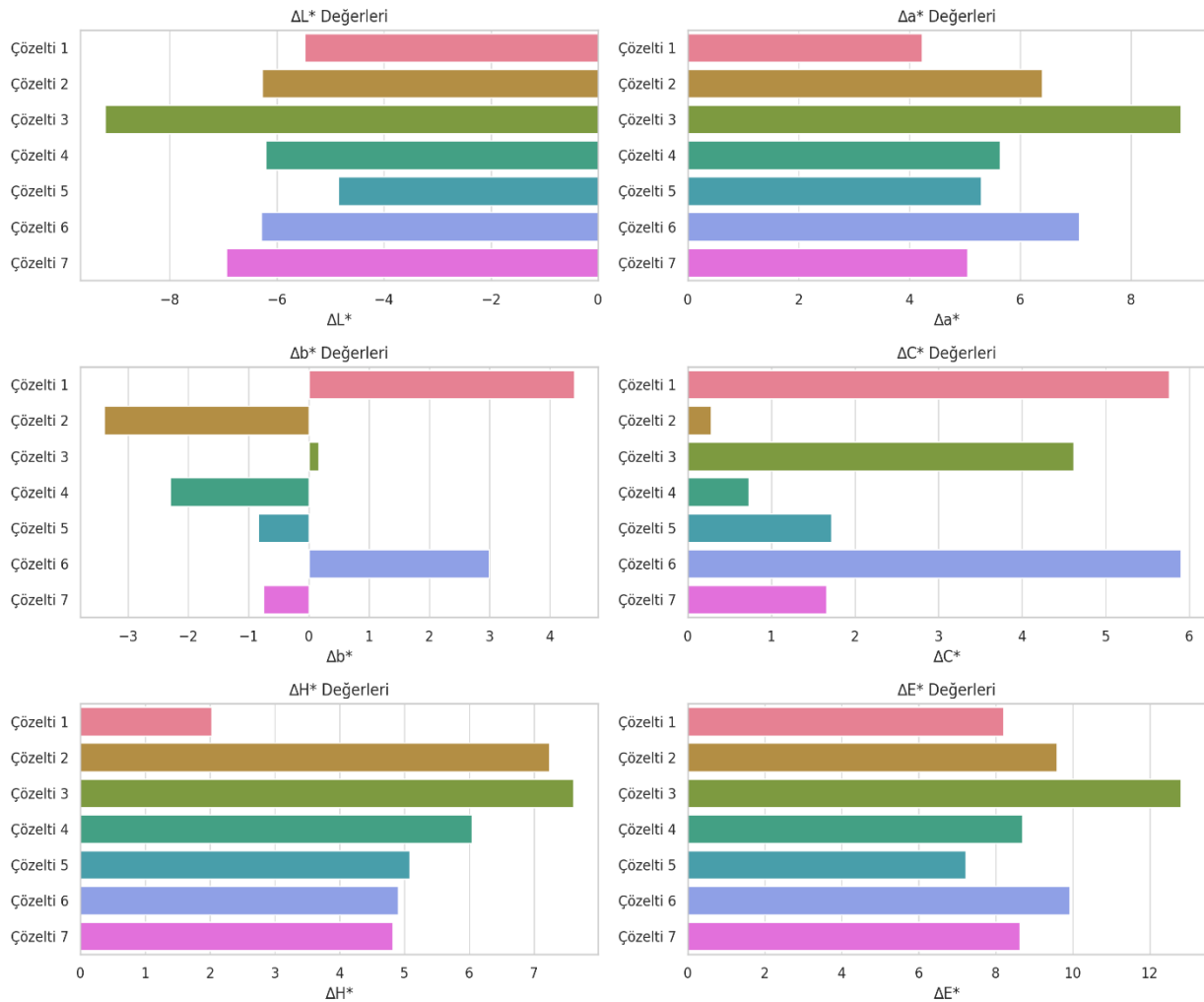
değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979) açısından incelendiğinde çözelti 3 ile “çok güçlü (> 12.00)” kriteri şeklinde sonuç olarak bulunurken, diğer bütün çözeltiler ile “güçlü (6.00 ila 12.00)” şeklinde bir sonuç olarak tespit edildikleri görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

Çözelti Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk kriteri (DIN 5033, 1979)
Çözelti 1	-5.48	4.23	4.41	5.76	2.03	8.21	Güçlü (6.00 ila 12.00)
Çözelti 2	-6.28	6.40	-3.40	0.28	7.24	9.59	
Çözelti 3	-9.21	8.90	0.16	4.62	7.61	12.81	Çok güçlü (> 12.00)
Çözelti 4	-6.21	5.64	-2.30	0.73	6.04	8.69	Güçlü (6.00 ila 12.00)
Çözelti 5	-4.85	5.30	-0.84	1.72	5.08	7.23	
Çözelti 6	-6.29	7.07	2.99	5.90	4.91	9.92	
Çözelti 7	-6.95	5.05	-0.75	1.66	4.82	8.62	

Çözelti 1: Arap zımkı uygulanan örnekler.
Çözelti 2: Narçiçeği ekstraktı uygulanan örnekler.
Çözelti 3: Narçiçeği ekstraktı uygulandıktan sonra Arap zımkı uygulanan örnekler.
Çözelti 4: Narçiçeği ekstraktı ve Arap zımkı karışımı uygulanan örnekler.
Çözelti 5: Pancar ekstraktı uygulanan örnekler
Çözelti 6: Pancar ekstraktı uygulandıktan sonra Arap zımkı uygulanan örnekler.
Çözelti 7: Pancar ekstraktı ve Arap zımkı karışımı uygulanan örnekler.

Çözelti Türlerine Göre Renk Değişim Parametreleri (Δ)



Şekil 1. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları grafiksel gösterimi

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Tablo 5’de ve bu sonuçlara ait grafiksel gösterimi Şekil 2’de sunulmuştur.

Tablo 5. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Çözelti Türü	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
L^*	Kontrol	68.97	-	A*	0.24	68.64	69.34	0.03
	Çözelti 1	63.48	↓7.96	C	0.92	62.13	65.43	0.15
	Çözelti 2	62.69	↓9.11	D	1.04	60.73	63.53	0.17
	Çözelti 3	59.76	↓13.35	F**	0.88	58.16	60.67	0.15
	Çözelti 4	62.76	↓9.00	D	0.52	61.76	63.36	0.08
	Çözelti 5	64.12	↓7.03	B	0.22	63.62	64.36	0.03
	Çözelti 6	62.67	↓9.13	D	0.19	62.37	62.90	0.03
	Çözelti 7	62.02	↓10.08	E	0.42	61.40	62.86	0.07
a^*	Kontrol	10.04	-	H**	0.14	9.83	10.36	0.14
	Çözelti 1	14.27	↑42.13	G	0.21	13.98	14.69	0.15
	Çözelti 2	16.44	↑63.75	C	0.27	16.11	16.88	0.16
	Çözelti 3	18.93	↑88.55	A*	0.27	18.40	19.20	0.14
	Çözelti 4	15.68	↑56.18	D	0.39	15.08	16.25	0.25
	Çözelti 5	15.33	↑52.69	E	0.23	15.07	15.73	0.15
	Çözelti 6	17.10	↑70.32	B	0.31	16.55	17.45	0.18
	Çözelti 7	15.08	↑50.20	F	0.34	14.44	15.47	0.22
b^*	Kontrol	24.50	-	C	0.18	24.23	24.84	0.07
	Çözelti 1	28.91	↑18.00	A*	0.34	28.35	29.26	0.12
	Çözelti 2	21.10	↓13.88	F**	0.54	20.18	21.93	0.26
	Çözelti 3	24.66	↑0.65	C	0.79	23.32	25.87	0.32
	Çözelti 4	22.20	↓9.39	E	0.32	21.74	22.59	0.14
	Çözelti 5	23.66	↓3.43	D	0.23	23.13	23.90	0.10
	Çözelti 6	27.49	↑12.20	B	0.23	27.13	27.82	0.08
	Çözelti 7	23.75	↓3.06	D	0.45	23.00	24.38	0.19
C^*	Kontrol	26.48	-	E**	0.18	26.15	26.74	0.07
	Çözelti 1	32.24	↑21.75	A	0.25	31.86	32.55	0.08
	Çözelti 2	26.76	↑1.06	E	0.36	26.09	27.28	0.13
	Çözelti 3	31.09	↑17.41	B	0.67	30.00	32.17	0.22
	Çözelti 4	27.21	↑2.76	D	0.48	26.45	27.98	0.18
	Çözelti 5	28.20	↑6.50	C	0.23	27.61	28.39	0.08
	Çözelti 6	32.37	↑22.24	A*	0.22	32.06	32.71	0.07
	Çözelti 7	28.14	↑6.27	C	0.54	27.16	28.82	0.19
h^o	Kontrol	67.72	-	A*	0.31	67.09	68.29	0.05
	Çözelti 1	63.69	↓5.95	B	0.64	62.27	64.26	0.10
	Çözelti 2	52.07	↓23.11	F**	1.03	50.63	53.49	0.20
	Çözelti 3	52.46	↓22.53	F	0.88	51.03	53.53	0.17
	Çözelti 4	54.78	↓19.11	E	0.52	53.86	55.25	0.09
	Çözelti 5	57.05	↓15.76	D	0.47	56.32	57.67	0.08
	Çözelti 6	58.10	↓14.21	C	0.56	57.25	58.91	0.10
	Çözelti 7	57.58	↓14.97	CD	0.31	56.95	57.88	0.05

Kontrol Grubu: Herhangi bir uygulama yapılmamış örnekler.

Çözelti 1: Arap zambkı uygulanan örnekler.

Çözelti 2: Narçiceği ekstraktı uygulanan örnekler.

Çözelti 3: Narçiceği ekstraktı uygulandıktan sonra Arap zambkı uygulanan örnekler.

Çözelti 4: Narçiceği ekstraktı ve Arap zambkı karışımı uygulanan örnekler.

Çözelti 5: Pancar ekstraktı uygulanan örnekler.

Çözelti 6: Pancar ekstraktı uygulandıktan sonra Arap zambkı uygulanan örnekler.

Çözelti 7: Pancar ekstraktı ve Arap zambkı karışımı uygulanan örnekler.

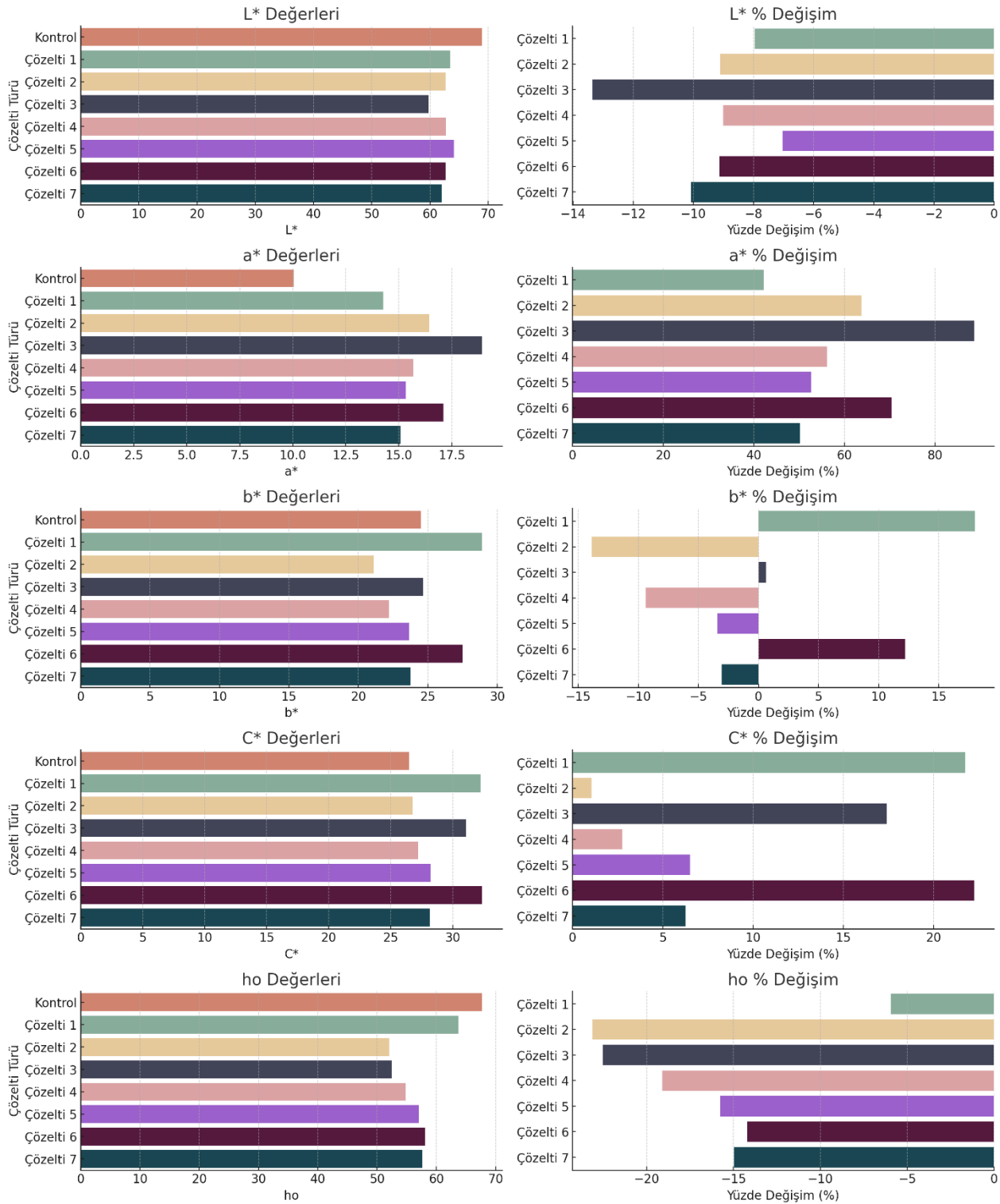
Homojenlik grubu sütunu için *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç.

a^* : Kırmızı renk tonu değerini ifade etmektedir. L^* : Işıklılık değerini ifade etmektedir.

C^* : Kroma değerini ifade etmektedir. h^o : Ton açısı değerini ifade etmektedir.

b^* : Sarı renk tonu değerini ifade etmektedir.

Çözeltilerine Göre Renk Parametrelerinin Ham Değerleri ve Yüzde Değişimleri



Şekil 2. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçlarının grafiksel gösterimi

L^* parametresi kontrol örneği için 68.97 olarak ölçülmüş olup, uygulanan tüm çözeltiler sonrasında L^* değerlerinde belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Bu durum, yüzeyin koyulaştığını ve çözeltilerin ahşap rengini etkilediğini göstermektedir. En yüksek renk değişimi çözeltili 3 (narçiçeği ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zıncı uygulanmış deney örneği)'te görülmüş olup, L^* değeri 59.76'ya düşerek kontrol örneğine kıyasla %13.35 oranında azalma göstermiştir. Benzer şekilde, çözeltili 7 (pancar ekstraktı + Arap zıncı karışımı uygulanmış deney örneği)'de %10.08'lik bir

değişimle koyulaşma eğilimi sergilemiştir. En düşük değişim ise %7.03 azalma ile çözelti 5 (pancar ekstraktı uygulamasına sahip deney örneği)'te gerçekleşmiştir. Çözeltilerin yüzey rengindeki farklı etkileri, içeriklerinde bulunan kimyasal bileşenlerin ahşap yüzeyiyle etkileşim düzeyine bağlı olarak değişmektedir (Tablo 5).

a^* değeri kontrol örneği için 10.04 olarak bulunmuş olup, uygulanan tüm çözeltiler sonrasında a^* değerlerinde belirgin bir artış meydana gelmiştir. Bu artış, yüzeyin kırmızımsı tonlarının yoğunlaştığını göstermektedir. En yüksek artış çözelti 3 (narçiçeği ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği)'te gözlemlenmiş olup, a^* değeri 18.93'e yükselerek kontrol örneğine kıyasla %88.55 oranında bir artış sergilemiştir. Benzer şekilde, çözelti 6 (pancar ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği)'de %70.32'lik bir artışla kırmızı tonlarında önemli bir yükseliş sağlamıştır. En düşük artış ise %42.13 ile çözelti 1 (Arap zamkı uygulamasına sahip deney örneği)'de görülmüştür. Bu sonuçlar, çözeltilerin içerdiği bileşenlerin ahşap yüzeyindeki renk değişimi üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle çözelti 3 ve çözelti 6, diğer çözeltilere kıyasla daha belirgin bir kırmızılaşma eğilimi göstermiştir (Tablo 5).

Tablo 5'de, kontrol örneği için ölçülen b^* değeri 24.50 olarak elde edilmiş, çözeltiler sonrasında b^* değerlerinde hem artış hem de azalma gözlemlenmiştir. En belirgin artış, %18.00 ile çözelti 1 (Arap zamkı uygulamasına sahip deney örneği)'de gözlemlenmiş olup, b^* değeri 28.91'e yükselmiştir. Benzer şekilde, çözelti 6 (pancar ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği)'de %12.20'lik bir artışla ahşap yüzeyde sarı tonlarını belirgin şekilde artırmıştır. Öte yandan, en yüksek azalma %13.88 ile çözelti 2 (narçiçeği ekstraktı uygulamasına sahip deney örneği)'de meydana gelmiş olup, b^* değeri 21.10'a düşmüştür. Bunu %9.39 ile çözelti 4 (narçiçeği ekstraktı + Arap zamkı karışımı uygulanmış deney örneği) takip etmektedir. Çözelti 3 (narçiçeği ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği)'te ise b^* değeri yalnızca %0.65 artış göstermiş, yani yüzey renginde belirgin bir değişim meydana gelmemiştir. Bu sonuçlar, çözeltilerin içeriğindeki bileşenlerin ahşap yüzeyinin renk değişimi üzerinde farklı etkiler yarattığını göstermektedir. Bu farklılıkların çözeltilerin kimyasal yapısı ve ahşap yüzeyiyle etkileşimi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Tablo 5).

C^* parametresinde kontrol örneği için 26.48 olarak tespit edilmiş olup, çözeltiler sonrasında tüm örneklerde belirgin bir artış gözlemlenmiştir. En yüksek artış, %22.24 ile çözelti 6 (pancar ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği)'de gözlemlenmiştir, bu da yüzeyin renk doygunluğunun en belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Çözelti 1 (Arap zamkı uygulamasına sahip deney örneği)'de %21.75'lik bir artışla renk doygunluğunda önemli bir yükselme sağlamıştır. Daha düşük artışlar ise çözelti 5 (pancar ekstraktı uygulamasına sahip deney örneği)'te %6.50, çözelti 7 (pancar ekstraktı + Arap zamkı karışımı uygulanmış deney örneği)'de %6.27 ve çözelti 3 (narçiçeği ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği)'te %17.41 olarak gözlemlenmiştir. Çözelti 2 (narçiçeği ekstraktı uygulamasına sahip deney örneği) ise sadece %1.06'lık bir artış göstermiştir, bu da çözeltinin renk yoğunluğu üzerindeki etkisinin oldukça sınırlı olduğunu belirtmektedir (Tablo 5).

h^o parametresi kontrol örneğinde 67.72 iken, çözeltiler uygulandıktan sonra bu değerlerde belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. En büyük azalma %23.11 ile çözelti 2 (narçiçeği ekstraktı uygulamasına sahip deney örneği)'de gerçekleşmiş olup, bu çözeltinin uygulandığı yüzeyde renk tonunun belirgin şekilde soğuduğu anlaşılmaktadır. Çözelti 3 (narçiçeği ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney örneği), %22.53'lük bir azalma ile ikinci sıradadır. Diğer çözeltiler de benzer şekilde, kontrol örneğine göre daha düşük oranda h^o değerinde azalmalar göstermiştir. Çözelti 1 (Arap zamkı uygulamasına sahip deney örneği için %5.95), çözelti 4 (narçiçeği ekstraktı + Arap zamkı karışımı uygulanmış deney örneği için %19.11), çözelti 5 (pancar ekstraktı uygulamasına sahip deney örneği için %15.76), çözelti 6 (pancar ekstraktı uygulaması sonrasında Arap zamkı uygulanmış deney

örneği için %14.21) ve çözelti 7 (pancar ekstraktı + Arap zamkı karışımı uygulanmış deney örneği için %14.97) (Tablo 5).

Ulay vd., (2025a) yürüttüğü araştırmada, pancar bitkisinden elde edilen doğal boya çözeltisinin jatobá, kosipo ve aniégré odun türlerinin yüzey rengi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çözelti uygulanmadan önce ve sonra yapılan ölçümler sonucunda, tüm örneklerde L^* değerlerinin düştüğü, yani yüzeylerin koyulaştığı belirlenmiştir. Ayrıca a^* değerlerinde artış gözlenmiş, bu da kırmızı tonlarının belirginleştiğini göstermiştir. b^* ve C^* değerleri ağaç türüne bağlı olarak değişiklik gösterirken, h° açısında genel bir azalma tespit edilmiştir; bu da rengin kırmızıya doğru kaydığını işaret etmektedir. Çalışma sonuçları, pancar çözeltisinin, kimyasal mordan kullanılmadan da, ahşap yüzeylerde etkili bir doğal renklendirme sağlayabileceğini göstermektedir.

Roh ve Jo (2022) çalışmasında, 11 bitkisel ve 2 hayvansal doğal boya ile boyanmış Hanji kâğıdının renk özellikleri ve mordanlama sonrası renk değişimleri incelenmiştir. Elde edilen örneklerde siyah, morumsu mavi, kırmızımsı mor, sarımsı mor ve sarı gibi farklı tonlar gözlenmiştir. En yüksek renk verimi Çin mürekkebi, çivit otu ve lak ile en düşük ise gardenya tohumu ve kırmızı kök ile elde edilmiştir. Renk haslığı ise kullanılan boyar maddeye göre önemli farklılık göstermiştir. Mordan uygulamaları (Al, Cu, Fe) bazı örneklerde belirgin ton değişimlerine yol açmış, en büyük renk farkı demir mordanı ile gözlenmiştir.

Liu vd. (2020) tarafından yapılan araştırmada, ağartılmış kavak odunu, *Lasiodiplodia theobromae* türü mantar tarafından salgılanan melaninle boyanmıştır. Boyama süresinin uzatılmasıyla, kalın melaninle yapılan boyama, kaplama levhalarının boya alımını artırmış; parlaklık değeri artmış, ancak yansıma oranı azalmıştır. Lif yapısına ait yüzey, zamanla kalın melanin boyasıyla kaplanmış ve agar ortamında birikmiş daha fazla melanin partikülü gözlemlenmiştir. 50 mg/L boyama çözeltisiyle boyanmış kaplamanın renk koordinatlarında sarıya eğilim gösterildiği, ancak boyama süresindeki değişimle esasen değişmediği tespit edilmiştir.

Peker ve arkadaşlarının (2025) gerçekleştirdiği çalışmada, Arap zamkı uygulamasının kızılçam öz ve diri odunlarının renk özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, ΔE^* öz odun için 6.76, diri odun için ise 7.17 olarak ölçülmüştür. Çözelti uygulaması her iki odun tipinde de C^* değerlerinde artışa neden olmuş; L^* değerlerinde ise azalma gözlemlenmiştir. Ayrıca, a^* ve b^* parametrelerinde hem öz hem de diri odunlarda artış tespit edilmiştir. h° açısında, öz odun yüzeylerinde azalma, diri odun yüzeylerinde ise artış meydana gelmiştir.

Bi vd., (2023) tarafından yürütülen çalışmada, bitki bazlı ekstraktların, özellikle nötr renge sahip hızlı büyüyen ağaç türlerinden elde edilen odunların renklendirilmesinde çevre dostu bir boya alternatifi olabileceği ortaya konmuştur. Çalışmada, ısıtılmış işlem uygulanmış *Larix gmelinii* odunundan elde edilen ekstrakt kullanılarak kavak odunu renklendirilmiştir. ΔE^* değerleri sırasıyla ekstrakt-greftli kavakta 5.9, 9.0 ve 7.7 olarak ölçülmüştür. Bu değerler, yalnızca ekstraktla boyanmış kavakta (7.9, 9.5, 11.0) ve AGR ile boyanmış kavakta (14.3, 13.0, 13.4) elde edilen değerlere kıyasla daha düşüktür. Bu durum, enzimatik greftleme ile renk dayanımının daha da iyileştirilebileceğini ortaya koymuştur.

Ulay vd., (2025b), Arap zamkı uygulamasının üvez, adi dişbudak ve Anadolu kestanesi odunlarının renk özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Elde edilen bulgulara göre, en belirgin renk değişimi kestane odununda gerçekleşmiş; bunu sırasıyla dişbudak ve üvez izlemiştir. Uygulama sonucunda ΔE^* kestane için 12.42, dişbudak için 6.14 ve üvez için 2.49 olarak tespit edilmiştir. Tüm ağaç türlerinde uygulama sonrasında L^* ve h° değerlerinde azalmalar, b^* , a^* ve C^* değerlerinde ise artışlar belirlenmiştir.

Beldean ve Timar (2023) tarafından yapılan çalışmada, sentetik boyalara çevre dostu bir alternatif olarak doğal boya ekstraktlarının ahşap üzerindeki etkisi incelenmiş ve iç mekânda bir yıl süren doğal

ışık maruziyeti sonrası renk değişimleri değerlendirilmiştir. Bu amaçla, ceviz kabuğu (E1), soğan kabuğu (E2) ve boğadiken (E3) kullanılarak üç farklı doğal ekstrakt hazırlanmıştır. Boyama işlemi 60 °C'de 30 dakika süreyle daldırma yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Ekstraktlar, sıcak ekstraksiyon yöntemiyle hazırlanmış ve bazıları demir sülfat mordanı ile işlem görerek EM1, EM2, EM3 şeklinde kodlanmıştır. Renk ölçümleri CIELab sistemine göre 30, 60 ve 365 gün sonra yapılmış ΔE^* hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara göre, doğal ekstraktlarla boyanan örnekler, boyanmamışlara kıyasla daha az renk değişimi göstermiştir. En düşük renk farkı soğan kabuğu ekstraktında gözlemlenmiş, ardından boğadiken ve ceviz kabuğu gelmiştir. Mordan eklenen örneklerde ise ΔE^* değerlerinin arttığı ve görsel olarak daha belirgin farklar oluştuğu belirlenmiştir.

Ulay ve Ayata (2025) tarafından yapılan çalışmada, belirli oranlarda hazırlanarak saf su ile kaynatılan Arap zamkı çözeltisinin, Santos, sapelli, maun ve Malta eriği odunlarına uygulanması sonucunda meydana gelen renk parametrelerindeki değişimler incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre ΔE^* değerleri; Malta eriği için 3.76, maun için 4.97, Santos için 8.20 ve sapelli için 6.50 olarak belirlenmiştir. Tüm ağaç türlerinde uygulama sonrası L^* değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Maun odununda b^* , C^* , h° ve a^* değerlerinde düşüşler meydana gelirken; Malta eriği odununda a^* , b^* ve C^* parametrelerinde artış, h° değerinde ise azalma tespit edilmiştir. Santos ve sapelli türlerinde ise h° , b^* ve C^* değerlerinde azalma görülmüş, buna karşılık a^* değerlerinde artış kaydedilmiştir.

4. Sonuçlar

Çalışma sonuçları, narçiceği ekstraktı ile Arap zamkı kombinasyonunun Sibiry'a çamı odun yüzeyinde homojen ve kalıcı bir renk değişimi sağladığını göstermektedir. Bu doğal kombinasyon, çevre dostu ve sürdürülebilir bir renklendirme yöntemi olarak önemli bir potansiyele sahiptir. Elde edilen bulgular, bu yöntemin odunun estetik özelliklerini iyileştirmek ve uzun süreli kullanımda kalıcı renk sağlamak için etkili bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır.

L^* (ışıkla ilgili parlaklık ölçütü): Kontrol örneği, başlangıçta belirli bir parlaklık seviyesine sahipken, çözeltilerle yapılan uygulamalarla parlaklık değerlerinde azalma gözlemlenmiştir. Çözelti 3 en büyük düşüşü göstermiştir.

a^* (kırmızı-yeşil eksenindeki renk değişimi): Kontrol örneğinde, başlangıçta belirli bir kırmızı-yeşil dengesine sahipken, çözeltilerle yapılan uygulamalarla kırmızı yönünde önemli artışlar gözlemlenmiştir. En belirgin artış Çözelti 3'te görülmüştür.

b^* (mavi-sarı eksenindeki renk değişimi): Kontrol örneğinde, başlangıçta belirli bir mavi-sarı dengesine sahipken, çözeltilerle yapılan uygulamalar sonucu renk değişimleri hem artış hem de azalma göstermektedir. Çözelti 2'de belirgin bir azalma olmuşken, Çözelti 1'de artış görülmüştür.

C^* (doğal renk doygunluğu): Kontrol örneği, başlangıçta belirli bir renk doygunluğuna sahipken, çözeltilerle yapılan uygulamalarda doygunluk artışı gözlemlenmiştir. Çözelti 6, en büyük doygunluk artışını göstermiştir.

h° (renk tonu açısı): Kontrol örneğinde, başlangıçta belirli bir renk tonu açısı varken, çözeltilerle yapılan uygulamalarla renk tonu değeri düşmüştür. Çözelti 2 ve Çözelti 3'te en büyük düşüşler gözlemlenmiştir.

Gelecekte, farklı odun türleri üzerinde benzer uygulamaların gerçekleştirilmesi, ekstraktların yüzey uygulaması sonrasında kurutma süreleri ve çözeltinin yoğunluğu gibi parametrelerin optimize edilmesi için çalışmalar yapılması önerilmektedir. Ayrıca, UV ışınları, nem ve sıcaklık gibi çevresel

etmenlere maruz bırakılarak gerçekleştirilecek yaşlandırma testleriyle, bu doğal renklendirme yönteminin dayanıklılığı ve uzun ömürlülüğü daha kapsamlı şekilde değerlendirilebilir.

Çıkar çatışması

Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

Kaynaklar

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA, USA.

Beldean, E. & Timar, M.C., (2023). Wood Colouring with Natural Dye Extracts. New Research and Perspectives. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Series II: Forestry Wood Industry Agricultural Food Engineering*, 16(65): 81-92. DOI: 10.31926/but.fwiafe.2023.16.65.2.5.

Bhaskar, A. & Kumar, A., (2012). Antihyperglycemic, antioxidant and hypolipidemic effect of *Punica granatum* L flower extract in streptozotocin induced diabetic rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 2(3): S1764-S1769. DOI: 10.1016/S2221-1691(12)60491-2.

Bi, Z., Yan, L., Yan, Z., Chen, Z. & Lei, Y., (2023). Improve color stability of plant extract dye through chemical grafting of laccase to wood substrate. *Industrial Crops and Products*, 194: 116293. DOI: 10.1016/j.indcrop.2023.116293.

Caius, J.F. & Radha, K.S., (1939). The gum arabic of the bazaars and shops of Bombay. *Journal of the Bombay Natural History Society*, 41(3): 261-271.

Chhikara, N., Kushwaha, K., Sharma, P., Gat, Y. & Panghal, A., (2019). Bioactive compounds of beetroot and utilization in food processing industry: A critical review. *Food Chemistry*, 272: 192-200. DOI: 10.1016/J.FOODCHEM.2018.08.022.

DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.

Elfalleh, W., Hannachi, H., Tlili, N., Yahia, Y., Nasri, N. & Ferchichi, A. (2012). Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(32): 4724-4730.

Gras, C.C., Nemetz, N., Carle, R. & Schweiggert, R.M., (2017). Anthocyanins from purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) and their color modulation by the addition of phenolic acids and food-grade phenolic plant extracts, *Food Chemistry*, 235: 265-274. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.04.169.

Idris, O.H.M. & Haddad, G.M., (2012). Gum Arabic's (gum Acacia's) journey from tree to end user.

ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.

Jalikop, S.H., (2010). Pomegranate breeding. *Fruit, vegetable and cereal science and Biotechnology*, 4(2): 26-34.

Liu, Y., Zhang, Y., Yu, Z., Qi, C., Tang, R., Zhao, B., Wang, H. & Han, Y. (2020). Microbial dyes: dyeing of poplar veneer with melanin secreted by *Lasioidiplodia theobromae* isolated from wood. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 104, 3367-3377. DOI: 10.1007/s00253-020-10478-2.

Karamalla, K.A., (1999). Gum Arabic: Production, Chemistry and Application, Manager Research and Development Department, Sudan: Gandil Agricultural Company Ltd.

- Kezi, J. & Sumathy, J.H., (2014). Betalain-a boon to the food industry. *Discovery*, 20: 51-58.
- Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Li, T., Zhang, L., Jin, C., Xiong, Y., Cheng, Y.Y. & Chen, K., (2020). Pomegranate flower extract bidirectionally regulates the proliferation, differentiation and apoptosis of 3T3-L1 cells through regulation of PPAR γ expression mediated by PI3K-AKT signaling pathway. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 131: 110769. DOI: 10.1016/j.biopha.2020.110769.
- Mariod, A.A., (2018). Chemical properties of gum Arabic, In Gum arabic (pp. 67-73). Academic Press.
- Mekni, M., Azez, R., Tekaya, M., Mechri, B. & Hammami, M., (2013). Phenolic, non-phenolic compounds and antioxidant activity of pomegranate flower, leaf and bark extracts of four Tunisian cultivars. *Journal of Medicinal Plants Research*, 7(17): 1100-1107. DOI: 10.5897/JMPR13.2579.
- Melgarejo Moreno, P. & Martínez, V.R., (1992). El Grando, Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 203 pp.
- Peker, H., Ulay, G., Çamlıbel, O. & Ayata, Ü., (2025). Kızılçam öz ve diri odunlarına Arap zamkı uygulaması: renk parametrelerinin karşılaştırmalı analizi. *Mekansal Çalışmalar Dergisi*, 2(1): 23-29.
- Prabhu, K.H. & Bhute, A.S., (2012). Plant based natural dyes and mordants: A Review. *Journal of Natural Product and Plant Resources*, 2(6): 649-664.
- Roh, J. & Jo, H.J., (2022). Dyeing and color fastness properties of natural dyed actual size hanji. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 50(1): 31-45. DOI: 10.5658/WOOD.2022.50.1.31.
- Saxena, S. & Raja, A.S.M., (2014). Natural dyes: sources, chemistry, application and sustainability issues. *Roadmap to Sustainable Textiles and Clothing*, 37-80. DOI: 10.1007/978-981-287-065-0_2.
- Scotter, M.J., (2015). Methods of analysis for food colour additive quality and safety assessment. In Scotter, M.J. Colour Additives for Foods and Beverages. Woodhead Publishing, p. 131-188. DOI: 10.1016/B978-1-78242-011-8.00006-4.
- Sheiko, T., Tkachenko, S., Mushtruk, M., Vasylyv, V., Deviatko, O., Mukoid, R., Bilko, M. & Bondar, N., (2019). Studying the processing of food dye from beet juice. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 13(1): 688-694. DOI: 10.5219/1152.
- Sooch, B.S., Sandhu, N., Mann, M.K. & Ray, R.C. (2024). Valorization of Beetroot Waste for Extraction of Natural Dye for Textile and Food Applications. In: Ray, R.C. (eds) Roots, Tubers, and Bulb Crop Wastes: Management by Biorefinery Approaches. Springer, Singapore, 237-260. DOI: 10.1007/978-981-99-8266-0_11.
- Stone, D., (2017). Pomegranate: A global history, Published by Reaktion Books Ltd. eISBN: 9781780237954.
- Ulay, G., Peker, H. & Ayata, Ü., (2025a). Aniégre, jatobá ve kosipo odunlarında renk değiştirme amaçlı pancar bitkisinin kaynatılması ile elde edilen boyar maddenin kullanılması üzerine bir çalışma, *ASERC 2. Uluslararası Sağlık, Mühendislik, Mimarlık ve Matematik Kongresi*, 6-8 Haziran 2025, İstanbul, Türkiye.
- Ulay, G., Peker, H. & Ayata, Ü., (2025b). Çeşitli sanayi alanlarında kullanılan Arap zamkının üvez, dişbudak ve kestane ahşap türlerinde uygulanması üzerine bir çalışma, *Erzurum 1. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi*, 9-11 Mayıs 2025, Erzurum, Türkiye, 142-149.
- Ulay, G. & Ayata, Ü., (2025). Hint zamkının renk değiştirme amaçlı Malta eriği, santos, sapelli ve maun odunlarına uygulanması, Gece Kitaplığı, Orman Endüstri Mühendisliği Alanında Araştırmalar ve

Değerlendirmeler, Editörler: Prof. Dr. Nihat Sami ÇETİN, Prof. Dr. Nilgöl ÇETİN, Doç. Dr. Mustafa Batuhan KURT, Birinci Basım Mart 2025, Ankara, 27-38. ISBN: 978-625-388-233-4.

Westwood, M.N., (1978). Temperate-zone Pomology, W.H. Freeman and Co., San Francisco, 428 pp.

Yu, X., Wang, X.-P., Lei, F., Jiang, J.-F., Li, J., Xing, D.-M. & Du, L.-J., (2017). Pomegranate leaf attenuates lipid absorption in the small intestine in hyperlipidemic mice by inhibiting lipase activity. *Chinese Journal of Natural Medicines*, 15(10): 732-739. DOI: 10.1016/S1875-5364(17)30104-8.

Zhang, L., Naeem, A., Wei, S., Li, Z., Zang, Z., Wang, M., Liu, Y. & Su, D., (2019). PPTS inhibits the TGF- β 1-induced epithelial-mesenchymal transition in human colorectal cancer SW480 cells. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2019(1): 2683534. DOI: 10.1155/2019/2683534.

Zohary, D., Hopf, M. & Weiss, E., (2012). Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. Oxford University Press, pp. 134-135.