

**AĞARTMA İŞLEMİ GÖRDÜKTEN SONRA BALMUMU UYGULANMIŞ
İSPANYOL SEDİRİ (*Cedrela odorata* L.) AHŞABINDA SEÇİLMİŞ YÜZEY
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**INVESTIGATION OF SELECTED SURFACE PROPERTIES OF BLEACHED
SPANISH CEDAR (*Cedrela odorata* L.) WOOD TREATED WITH WAX**

Hüseyin PEKER¹

Osman ÇAMLIBEL²

Ümit AYATA³

Göksel ULAY⁴

ÖZ

Bu çalışmada, kemer rayları, müzik aletleri ve iç dekorasyon alanlarında kullanılan İspanyol sediri (*Cedrela odorata* L.) ahşabında seçilmiş yüzey özellikleri üzerine ağartma işlemi (tek ve çift bileşenli), balmumu uygulaması ve bu iki uygulamanın birleşmesiyle elde edilen yüzeyler üzerindeki renk, parlaklık ve beyazlık indeksi: WI^*) değerleri araştırılmıştır. Sonuçlara göre, bütün testler üzerinde yapılan varyans analizlerinde anlamlı farklar bulunmuştur. Çift bileşenli ağartma ve çift bileşenli ağartma uygulaması sonrasında balmumu uygulaması ile a^* , b^* ve C^* parametrelerinde azalma bulunurken, L^* ve h^o değerlerinde artış bulunmuştur. Diğer uygulamalar ile bu renk parametrelerinde zıt bir durum görülmüştür. WI^* değerleri her iki yönde tek bileşenli ağartma, balmumu uygulaması ve tek bileşenli ağartma uygulaması sonrasında balmumu uygulaması ile azalma göstermiş, diğer uygulamalar ile artış göstermiştir. Buna ek olarak, tek bileşenli ağartma ve tek bileşenli ağartma sonrası balmumu uygulaması ile bütün derecelerde ve yönlerdeki parlaklık değerlerinde azalma görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: İspanyol sediri, balmumu, renk, parlaklık, ağartma, beyazlık indeksi

ABSTRACT

In this study, the colour, glossiness, and whiteness index (WI^*) values on selected surface properties of Spanish cedar (*Cedrela odorata* L.) wood, used in arch rails, musical instruments, and interior decoration, were investigated after bleaching (single and double component), waxing, and the combination of these two treatments. According to the results, variance analyses were found to be significant across all tests. Decreases in a^* , b^* , and C^* parameters,

along with increases in L^* and h^o values, were observed after applying double-component bleaching and double-component bleaching followed by waxing. In contrast, these colour parameters showed opposite trends with other treatments. The WI^* values decreased with single-component bleaching, waxing, and single-component bleaching followed by waxing in both directions, while other treatments resulted in increases. In addition, decreases in gloss values at all grades and directions were observed with single-component bleaching and single-component bleaching followed by wax application.

Keywords: Spanish cedar, wax, colour, glossiness, bleaching, whiteness index

¹Prof. Dr. Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, peker100@artvin.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7771-6993

²Doç. Dr. Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, İç Mekan Tasarımı Pr., osmancamlibel@kku.edu.tr, ORCID: 0000-0002-8766-1316

³Doç. Dr. Bayburt Üniversitesi, Sanat Ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık Ve Çevre Tasarımı Bölümü, umitayata@yandex.com, ORCID: 0000-0002-6787-7822

⁴Doç. Dr. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme Ve Malzeme İşleme Teknolojileri Bölümü, Mobilya ve Dekorasyon Pr., g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-4080-8816

GİRİŞ

Ahşap, çevresiyle nem alışverişi yapabilen higroskopik bir malzemedir. Ahşabın nem içeriği, ahşaptan çıkarılabilen su miktarının kurutulmuş ahşap kütlelerine oranı olarak tanımlanır ve ahşabın özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (Hassena, 2023).

Arı mumunun birçok uygulaması vardır. Bunlar arasında mum imalatı, heykel hazırlığı, jöle kaplama, ilaçlar, vernikler ve kozmetikler bulunmaktadır (Bogdanov, 2009; Dinker ve ark., 2017). Arı balmumu, genç işçi bal arıları tarafından üretilir. Karın tergitlerinin (arı vücudunun alt kısmındaki plakalar) ventral yüzeyinde bulunan dört çift balmumu bezi tarafından bir sıvı olarak salgılanır. Sıvı balmumu, bu plakaların yüzeyine yayılır ve havayla temas ettiğinde balmumu sertleşir ve her tergitte tek bir balmumu pulu oluşturur; bu, arının alt kısmında küçük bir balmumu pulu olarak görülebilir. Bir işçi bal arısı her 12 saatte 8 balmumu pulu üretir. Balmumu bezlerinin boyutu işçinin yaşına bağlıdır; arı yaklaşık 12 günlükken en büyük boyutlarına ulaşır ve on sekizinci günden sonra yaşamının sonuna kadar düzenli bir şekilde azalır (Bradbear, 2009).

Ağartma, çözültide veya bir yüzeyde gerçekleşebilen bir renk giderme veya beyazlatma işlemidir. Çözültide veya lifler üzerindeki renk üreten materyaller, genellikle uzatılmış konjuge tek ve çift bağlarla sıralanmış organik bileşiklerdir ve sıklıkla konjuge sistemde heteroatomlar, karbonil ve fenil halkalarını içerirler (Farr ve ark., 2000).

Literatürde çeşitli ağaç türlerine ait odunlar üzerinde ağartma (Çamlıbel ve Ayata, 2024a;b; Peker ve ark., 2024a;b) ve balmumu (Ayata ve Bal, 2024; Ayata ve ark., 2024; Kaplan ve ark., 2024) uygulamalarının yapıldığı bildirilmiştir. Ama literatürde ahşap işleyen endüstri alanlarında değerli bir ağaç türü olan, İspanyol sediri ahşabında herhangi bir uygulamanın yapılmadığı görülmüştür. Bu ağaç türü hakkında bilgi vermek gerekirse; İspanyol sediri (*Cedrela odorata* L.), Amerika'nın tropikal bölgelerine özgü bir türdür ve doğal olarak Meksika'nın kuzeyinden Orta Amerika'ya, Güney Amerika'da Arjantin'e ve Karayip adalarına kadar yayılmıştır. Bu tür, güney Tanzanya, Nijerya, Gana, Florida, Sierra Leone ve Fiji Adaları'na tanıtılmıştır (Little ve ark., 1967; Webb ve ark., 1980; Betancourt, 1983). Bu ağaç türü, 35 metreye kadar boylanabilen ve 60 cm çapında olabilen yaprak döken bir ağaçtır. İstisnai durumlarda, 40 metreden daha yüksek ve 2 metreden daha geniş çaplı örnekler bulmak mümkündür. Gövde düz ve silindiriktir (Vozzo, 2002).

Bu ağacın kullanım alanlarına bakıldığında, ahşabının özellikle kaplama ve mobilya üretimindeki yüksek değeri sayesinde Latin Amerika ve diğer bölgelerde en çok aranan türlerden biri olduğu görülmektedir. Mantar ve böcek saldırılarına karşı dayanıklı olup, uzun yıllar boyunca hoş kokusunu koruduğu belirtilmiştir. Ahşabı, kemer rayları, müzik aletleri ve iç dekorasyonda kullanılmaktadır. Ayrıca, kabuğundan elde edilen çayın ishal, ateş, kusma, kanama, hazımsızlık, bronşit ve sindirim problemlerine karşı tedavi amaçlı kullanıldığı belirtilmiştir (Niembro, 1986).

İspanyol sediri (*Cedrela odorata* L.) odununda selüloz %48.10, hemiselüloz %18.50, çözülebilir lignin %32.70, çözülemeyen lignin %0.70, kül miktarı %0.50, ekstraktif madde miktarı %5.40 (Santana ve Okino, 2007), teğet yönde daralma %6.30, radyal yönde daralma %4.20, hacimsel daralma %10.20, eğilme direnci 68 N/mm², elastikiyet modülü 6900 N/mm² ve basınç direnci 42 N/mm² (Comvalius, 2001) olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada, ağartma işlemi (tek ve çift bileşenli kimyasallar) gördükten sonra balmumu (doğal ve sentetik karışım) uygulanmış İspanyol sediri (*Cedrela odorata* L.) ahşabında bazı yüzey özellikleri (renk, parlaklık ve beyazlık indeksi) araştırılmıştır. Elde edilen sonuçların, bu ağaç türünün kullanım alanlarına ve ağartma ile balmumu çalışmalarına ilişkin bilgi dünyasına önemli katkılar sağlaması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE METOT

İspanyol sediri (*Cedrela odorata* L.) odunu örnekleri 10 mm x 100 mm x 15 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Numuneler üzerinde iklimlendirme uygulamaları yapılmıştır (ISO 554, 1976). Araştırmada, tek bileşenli [oksalik asit ($C_2H_2O_4$)] ve çift bileşenli (H_2O_2+NaOH) [hidrojen peroksit (H_2O_2) + sodyum hidroksit ($NaOH$), 2:1 oranında] ağartıcı kimyasalları kullanılmıştır. Buna ek olarak, balmumu da kullanılmıştır.

Bir sünger kullanılarak sürme tekniği ile bu kimyasallar ahşap malzeme yüzeylerine uygulanmıştır. Balmumu ağartılmış ve ağartılmamış yüzeyler üzerine tek kat olarak fırça yardımıyla sürülmüştür.

Whiteness meter BDY-1 cihazı ile beyazlık indeksi (WI^*) değerleri belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015). Parlaklık değerleri, ETB-0833 model gloss meter cihazında ölçülmüştür (ISO 2813 1994). CS-10 renk ölçüm cihazı ile renk parametreleri belirlenmiştir (ASTM D 2244-3, 2007). ΔE^* için kriter değerleri (DIN 5033, 1979) Tablo 1’de verilmiştir. Δa^* , ΔC^* , Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları (Lange, 1999) Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 1: ΔE^* için kriterler (DIN 5033, 1979)

ΔE^*	Görsel fark	ΔE^*	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		

Tablo 2: ΔC^* , Δa^* , Δb^* ve ΔL^* tanımlamaları (Lange, 1999)

Referansa göre	Pozitif durum	Negatif durum	Referansa göre	Pozitif durum	Negatif durum
Δb^*	Daha sarı	Daha mavi	Δa^*	Daha kırmızı	Daha yeşil
ΔL^*	Daha açık	Daha koyu	ΔC^*	Daha net, daha parlak	Daha bulanık, mat

Aşağıdaki formüller yardımıyla toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$

$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{işlem görmemiş deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Standart sapmaları, varyans analizleri, ortalamalar, maksimum ve minimum değerleri, homojenlik grupları ve yüzde (%) değişim oranları bir istatistik programı ile belirlenmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir. Bütün testler üzerinde uygulama türüne ait faktörün anlamlı olarak elde edildiği belirlenmiştir (Tablo 3).

Tablo 3: Varyans analizi sonuçları

Test	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
120° parlaklık	5	3.468	0.694	116.664	0.000*
160° parlaklık	5	132.253	26.451	985.059	0.000*
185° parlaklık	5	558.283	111.657	3379.742	0.000*
20° parlaklık	5	1.861	0.372	51.810	0.000*
60° parlaklık	5	136.970	27.394	553.207	0.000*
85° parlaklık	5	883.430	176.686	576.847	0.000*
L^*	5	2884.409	576.882	1555.082	0.000*
a^*	5	1795.912	359.182	1370.579	0.000*
b^*	5	683.840	136.768	691.416	0.000*
C^*	5	1707.265	341.453	919.969	0.000*
h^o	5	4796.678	959.336	1512.049	0.000*
WI^* (⊥)	5	5333.643	1066.729	2737.802	0.000*
WI^* ()	5	3548.840	709.768	1786.245	0.000*

Beyazlık indeksi (WI^*) değerleri ve renk parametreleri için sonuçlar Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4: Beyazlık indeksi (WI^*) değerleri ve renk parametreleri için sonuçlar

Test	Uygulamalar	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
L^*	Kontrol	58.13	-	B	0.22	57.89	58.64	0.37
	Tek bileşenli ağartma	56.53	↓2.75	C	0.62	55.47	57.42	1.09
	Çift bileşenli ağartma	69.61	↑19.75	A*	1.13	67.43	71.53	1.62
	Balmumu yağı muamelesi	53.71	↓7.60	D	0.19	53.39	54.10	0.35
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	52.80	↓9.17	E**	0.37	52.04	53.34	0.70
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	69.44	↑19.46	A	0.59	68.64	70.51	0.85
a^*	Kontrol	11.88	-	D	0.17	11.53	12.06	1.45
	Tek bileşenli ağartma	15.54	↑30.81	C	0.52	14.68	16.13	3.34
	Çift bileşenli ağartma	4.86	↓59.09	E	0.44	4.05	5.48	9.05
	Balmumu yağı muamelesi	16.15	↑35.94	B	0.31	15.46	16.50	1.90
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	18.22	↑53.37	A*	0.89	16.29	19.15	4.90
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	4.23	↓64.39	F**	0.44	3.36	4.85	10.31
b^*	Kontrol	21.46	-	C	0.23	21.05	21.72	1.08
	Tek bileşenli ağartma	23.60	↑9.97	B	0.50	22.62	24.30	2.14
	Çift bileşenli ağartma	17.16	↓20.04	E**	0.62	16.22	18.38	3.60
	Balmumu yağı muamelesi	26.58	↑23.86	A*	0.18	26.25	26.83	0.70
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	23.84	↑11.09	B	0.63	22.95	24.61	2.63
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	17.73	↓17.38	D	0.27	17.35	18.15	1.50
C^*	Kontrol	24.53	-	D	0.26	24.00	24.84	1.05

	Tek bileşenli ağartma	28.26	↑15.21	C	0.67	26.97	28.94	2.37
	Çift bileşenli ağartma	17.81	↓27.40	E**	0.72	16.72	19.18	4.03
	Balmumu yağı muamelesi	31.10	↑26.78	A*	0.22	30.72	31.42	0.69
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	30.01	↑22.34	B	1.02	28.14	31.19	3.39
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	18.23	↓25.68	E	0.34	17.67	18.76	1.88
	Kontrol	61.04	-	C	0.31	60.54	61.40	0.50
h°	Tek bileşenli ağartma	56.63	↓7.22	E	0.55	55.90	57.36	0.97
	Çift bileşenli ağartma	74.19	↑21.54	B	1.06	73.15	75.96	1.42
	Balmumu yağı muamelesi	58.71	↓3.82	D	0.52	58.25	60.04	0.88
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	52.64	↓13.76	F**	0.77	52.00	54.63	1.46
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	76.60	↑25.49	A*	1.20	75.00	79.05	1.56
	Kontrol	17.60	-	C	0.49	17.00	18.20	2.78
	Tek bileşenli ağartma	15.02	↓14.66	D	0.59	14.50	15.70	3.90
WI^*	Çift bileşenli ağartma	35.54	↑101.93	A*	0.67	35.10	36.80	1.88
(I)	Balmumu yağı muamelesi	10.56	↓40.00	E	0.11	10.40	10.70	1.02
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	10.40	↓40.91	E**	0.09	10.30	10.50	0.91
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	28.98	↑64.66	B	1.13	27.60	30.70	3.91
	Kontrol	10.04	-	C	0.87	9.10	11.30	8.62
	Tek bileşenli ağartma	8.40	↓16.33	D	0.58	7.90	9.40	6.96
WI^*	Çift bileşenli ağartma	25.74	↑156.37	A*	0.60	24.70	26.30	2.33
(II)	Balmumu yağı muamelesi	5.63	↓43.92	E	0.12	5.50	5.80	2.06
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	4.94	↓50.80	F**	0.20	4.70	5.20	3.96
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	19.74	↑96.61	B	0.94	18.10	20.50	4.76

Ölçüm Sayısı: 10, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

b^* ve C^* değerleri için en düşük ölçüm sonuçları çift bileşenli ağartma işlemi görmüş deney örneklerinde (sırası ile 17.16 ve 17.81) tespit edilirken, aynı parametreler için en yüksek sonuçlar balmumu yağı muamelesi görmüş deney örneklerinde (sırası ile 26.58 ve 31.10) elde edilmiştir. L^* ve h° değerleri, liflere paralel ve dik yönlerdeki WI^* değerleri için en düşük ölçüm sonuçları tek bileşenli ağartma + balmumu yağı uygulanmış örneklerde belirlenmiştir. L^* parametresi, liflere paralel ve dik yönlerdeki WI^* değerleri için en yüksek ölçüm sonuçları çift bileşenli ağartma işlemi uygulanmış deney grubuna ait örnekler üzerinde görülmüştür. Tek bileşenli ağartma işlemi, balmumu yağı ve tek bileşenli ağartma + balmumu yağı uygulamaları ile L^* ve h° değerlerinde azalma belirlenirken, a^* , b^* ve C^* değerlerinde artış görülmüştür. Çift bileşenli ağartma işlemi ve çift bileşenli ağartma + balmumu yağı uygulamalarında ise L^* ve h° değerlerinde artış görülürken, a^* , b^* ve C^* değerlerinde azalma elde edilmiştir (Tablo 4).

Parlaklık değerleri için sonuçlar Tablo 5'te sunulmaktadır.

Tablo 5: Parlaklık değerleri için sonuçlar

Test	Uygulamalar	Orta- lama	Değişim (%)	Homo- jenlik Grubu	Standart Sapma	Mini- mum	Maksi- mum	Varyasyon Katsayısı
	Kontrol	0.36	-	D	0.08	0.30	0.50	23.42
	Tek bileşenli ağartma	0.27	↓25.00	E**	0.12	0.10	0.40	42.94
$\perp 20^{\circ}$	Çift bileşenli ağartma	0.50	↑38.89	C	0.00	0.50	0.50	0.00
	Balmumu yağı muamelesi	0.94	↑161.11	A*	0.08	0.80	1.00	8.97
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	0.28	↓22.22	E	0.04	0.20	0.30	15.06
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	0.68	↑88.89	B	0.08	0.60	0.80	11.60
$\perp 60^{\circ}$	Kontrol	3.06	-	C	0.14	2.90	3.30	4.67
	Tek bileşenli ağartma	1.59	↓48.04	E**	0.09	1.50	1.70	5.51

	Çift bileşenli ağartma	2.42	↓20.92	D	0.13	2.30	2.60	5.44
	Balmumu yağı muamelesi	6.20	↑102.61	A*	0.16	5.90	6.30	2.63
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	2.33	↓23.86	D	0.12	2.20	2.50	4.98
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	3.70	↑20.92	B	0.27	3.30	4.00	7.43
	Kontrol	2.66	-	B	0.20	2.50	3.00	7.35
185°	Tek bileşenli ağartma	0.10	↓96.24	E**	0.00	0.10	0.10	0.00
	Çift bileşenli ağartma	0.10	↓96.24	E**	0.00	0.10	0.10	0.00
	Balmumu yağı muamelesi	9.12	↑242.86	A*	0.25	8.70	9.30	2.77
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	1.80	↓32.33	D	0.27	1.60	2.20	14.81
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	2.16	↓18.80	C	0.16	1.90	2.30	7.30
	Kontrol	0.38	-	CD	0.10	0.30	0.50	27.18
20°	Tek bileşenli ağartma	0.20	↓47.37	E**	0.00	0.20	0.20	0.00
	Çift bileşenli ağartma	0.44	↑15.79	C	0.10	0.30	0.50	21.96
	Balmumu yağı muamelesi	0.66	↑73.68	B	0.11	0.50	0.80	16.29
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	0.34	↓10.53	D	0.08	0.30	0.50	24.80
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	0.70	↑84.21	A*	0.07	0.60	0.80	9.52
	Kontrol	3.24	-	C	0.20	3.00	3.50	6.03
60°	Tek bileşenli ağartma	1.61	↓50.31	F**	0.07	1.50	1.70	4.58
	Çift bileşenli ağartma	2.47	↓23.77	E	0.22	2.20	2.80	8.96
	Balmumu yağı muamelesi	6.34	↑95.68	A*	0.18	6.10	6.60	2.90
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	2.80	↓13.58	D	0.37	2.60	3.50	13.26
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	4.18	↑29.01	B	0.18	3.90	4.40	4.34
	Kontrol	2.90	-	B	0.52	2.50	3.50	17.81
85°	Tek bileşenli ağartma	0.16	↓94.48	D	0.10	0.10	0.30	60.38
	Çift bileşenli ağartma	0.10	↓96.55	D**	0.00	0.10	0.10	0.00
	Balmumu yağı muamelesi	11.38	↑292.41	A*	1.18	9.30	12.60	10.34
	Tek bileşenli ağartma + balmumu	1.72	↓40.69	C	0.25	1.60	2.20	14.71
	Çift bileşenli ağartma + balmumu	2.64	↓8.97	B	0.34	2.40	3.20	12.78

Ölçüm Sayısı: 10, *: En yüksek değer, **: En düşük değer

60 ve 85 derece parlaklıklar da her iki yön için tek ve çift bileşenli ağartıcılar ile azalma görülmüştür. 85 derece parlaklıkta her iki yönler için önce ağartılıp sonra balmumu uygulanmış örnekler üzerinde de azalma görülmüştür. Sadece balmumu uygulaması ile bütün dereceler ve yönler için parlaklık değerlerinde artış tespit edilmiştir (\perp : 9.12 ve \parallel : 11.38) (Tablo 5).

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Tablo 6’da sunulmaktadır. Bu sonuçlara göre, ΔE^* değerleri tek bileşenli ağartma işlemi ile 4.54, çift bileşenli ağartma işlemi ile 14.12, balmumu yağı muamelesi ile 8.00, tek bileşenli ağartma işlemi + balmumu yağı uygulaması ile 4.60 ve çift bileşenli ağartma işlemi + balmumu yağı uygulaması 18.14 olarak elde edilmiştir. ΔL^* değerleri tek bileşenli ağartma işlemi, balmumu yağı muamelesi, tek bileşenli ağartma + balmumu yağı, çift bileşenli ağartma + balmumu yağı uygulamaları ile negatif yönde tespit edilirken, çift bileşenli ağartma işlemi ile pozitif yönde bulunmuştur (Tablo 6).

Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerleri ise tek bileşenli ağartma işlemi, balmumu yağı muamelesi, tek bileşenli ağartma + balmumu yağı uygulamaları ile pozitif olarak elde edilirken, çift bileşenli ağartma işlemi ve çift bileşenli ağartma + balmumu yağı uygulamaları ile negatif olarak tespit edilmiştir. Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979), tek bileşenli ağartma + balmumu yağı ve tek bileşenli ağartma işlemi ile “çok belirgin (3.00 ila 6.00)”, çift bileşenli

ağartma işlemi ve çift bileşenli ağartma + balmumu yağı ile “çok güçlü (> 12.00)” kriteri ve balmumu yağı muamelesi ise “güçlü (6.00 ila 12.00)” kriteri elde edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6: Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Uygulamalar	Δa^*	ΔL^*	Δb^*	ΔH^*	ΔC^*	ΔE^*	Renk Kriteri (DIN 5033, 1979)
Tek bileşenli ağartma	3.67	-1.60	2.14	2.03	3.73	4.54	Çok belirgin (3.00 ila 6.00)
Çift bileşenli ağartma	-7.01	11.48	-4.30	4.74	-6.73	14.12	Çok güçlü (> 12.00)
Balmumu yağı muamelesi	4.27	-4.42	5.11	1.12	6.57	8.00	Güçlü (6.00 ila 12.00)
Tek bileşenli ağartma + balmumu	2.68	-3.73	0.25	2.04	1.75	4.60	Çok belirgin (3.00 ila 6.00)
Çift bileşenli ağartma + balmumu	-11.31	12.91	-5.87	7.87	-10.03	18.14	Çok güçlü (> 12.00)

Literatürde yapılan araştırmalarda gerek ağartma (Çamlıbel ve Ayata, 2024a;b; Peker ve ark., 2024a;b) ve gerekse balmumu (Ayata ve ark., 2024; Ayata ve Bal, 2024; Kaplan ve ark., 2024) uygulamaları ile ahşap malzemeler üzerinde ölçülen renk parametrelerinin, parlaklık değerlerinin ve beyazlık indeksi değerlerinin değiştikleri rapor edilmiştir.

SONUÇ

Sonuçlara göre yapılan uygulamalar ile değişikliklerin etkili olduğu görülmüştür. Ahşap malzeme çeşitli uygulamalar ile farklı davranış sonuçları sergilemiştir.

KAYNAKÇA

- 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.
- ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayata, Ü., Kaplan, Ş., Çamlıbel, O., Bilginer, E.H. (2024). Amazon rosewood (*Dalbergia spruceana* Benth.) ahşabında ağartma uygulamaları. *Journal of Green Technology and Environment*, 2(1), 21-28. DOI: 10.5281/ze-nodo.11176375.
- Ayata, Ü., Bal, B.C. (2024). Basralocus (*Dicorynia guianensis* Amshoff) ahşabında ağartma uygulamaları, Avrasya 10. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 2-5 Mayıs 2024, Tiflis, Gürcistan, 133-142.
- Betancourt, B.A. (1983). Silvicultura especial de arboles maderables tropicales. La Habana, Cuba: Ministerio de Cultura, *Editorial Científico-Técnico*: 92-109. 309-322.
- Bogdanov, S. (2009). The Beeswax Book, Chapter 1, Bee Product Science 1-16.
- Bradbeer, N. (2009). Bees and their role in forest livelihoods: a guide to the services provided by bees and the sustainable harvesting, processing and marketing of their products. *Non-Wood Forest Products*, (19), 192 pages.
- Comvalius, L.B. (2001). Surinamese Timber Species Characteristics And Utilization, Paramaribo / Suriname. ISBN: 99914-681-0-2.

- Çamlıbel, O., Ayata, Ü. (2024a). Limon (*Citrus limon* (L.) Burm.) odunu yüzeylerine uygulanmış balmumu katmanlarında seçilmiş bazı yüzey özellikleri üzerine farklı kat sayılarının etkileri, European Conferences 5. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Kongresi, 13-16 Haziran 2024, Roma, İtalya.
- Çamlıbel, O., Ayata, Ü. (2024b). Ebony Afrika (*Diospyros crassiflora* Hiern.) ahşabında seçilmiş bazı yüzey özellikleri ile farklı kat sayılarına sahip balmumu uygulamaları arasındaki etkilerinin araştırılması, Latin Amerika 8. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi 1-5 Mayıs 2024, Havana, Küba, 730-737.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Dinker, A., Agarwal, M., Agarwal, G.D. (2017). Preparation, characterization, and performance study of beeswax/expanded graphite composite as thermal storage material. *Experimental Heat Transfer*, 30(2), 139-150. DOI: 10.1080/08916152.2016.1185198
- Farr, J.P., Smith, W.L., Steichen, D.S. (2000). Bleaching agents, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. DOI: 10.1002/0471238961.1921182206011818.a01.pub2.
- Hassena, E.F. (2023). Intelligent roof truss digitalization of the building process, Department of Architecture and Civil Engineering, Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden, Master's Thesis.
- ISO 2813, (1994). Paints and varnishes - determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.
- Kaplan, Ş., Çamlıbel, O., Bilginer, E.H., Ayata, Ü. (2024). Ebony Macassar (*Diospyros celebica* Bakh.) odununda balmumu uygulaması üzerine bir çalışma. *Journal of Green Technology and Environment*, 2(1), 1-8. DOI: 10.5281/ze-nodo.11097705.
- Lange, D.R. (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
- Little, E.L., Jr., Wadsworth, F.H., Marrero, J. (1967). Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes, PR: Editorial UPR. 827 p.
- Niembro, A. (1986). Arboles y arbustos otilos de Mexico, Mexico, D.F., Mexico: Editorial LIMUSA. 306 p.
- Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O., Gürleyen, L. (2024a). Zeytin (*Olea europaea* L.) ahşabında bazı yüzey özellikleri üzerine balmumu uygulamasının etkileri, *Journal of Marine and Engineering Technology*, 4(1), 1-10. DOI: 10.58771/joinmet.1406915.
- Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O., Gürleyen, L. (2024b). Ahşap ağartma kimyasalları uygulandıktan sonra balmumu ile muamele edilmiş balau red (*Shorea guiso*) odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi. *Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi*, 6(1), 14-21. DOI: 10.55979/tjse.1407845.
- Santana, M.A.E., Okino, E.Y.A. (2007). Chemical composition of 36 Brazilian Amazon forest wood species, *Holzforschung*, 61, 469-477. DOI 10.1515/HF.2007.084.

Vozzo, J.A. (2002). Tropical tree seed manual. Agricultural Handbook, Washington DC: USDA Forest Service, 721 pages.

Webb, D.B., Wood, P.J., Smith, J. (1980). A guide to species selection for tropical and subtropical plantations, Trop. For. Pap. 15. Common wealth For. Inst., Dep. Forestry, Univ. Oxford, England & Overseas Development Administr., London.