



Araştırma Makalesi

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Öz ve Diri Odunlarına Uygulanmış Modifiye Edilmiş Arı Balmumlarında Seçilmiş Bazı Yüzey Özelliklerinin Araştırılması

Hüseyin Peker ^{1,*}, Ümit Ayata ², Osman Çamlıbel ³ ve Göksel Ulay ⁴

¹ Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümü, 08000, Artvin/Türkiye

² Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Böl., 69000, Bayburt/Türkiye

³ Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale Meslek Yüksekokulu, İç Mekân Tasarımı Programı, 71450, Kırıkkale/Türkiye

⁴ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van Meslek Yüksekokulu, Mobilya ve Dekorasyon Pr., 65090, Van/Türkiye

* Sorumlu yazar: peker100@artvin.edu.tr

Öz: Günümüzde ahşap malzemeyi korumak için çeşitli balmumu bazlı ürünler bulunmaktadır. Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz ve diri odunlarına uygulanmış modifiye edilmiş arı balmumlarında (zeytinyağı, Hindistan cevizi yağı ve keten tohumu) renk parametreleri, beyazlık indeksi (WI^*) değerleri ve parlaklık özellikleri araştırılmıştır. Belirlenmiş olan test sonuçlarına göre, bütün modifiye edilmiş yağlar tarafından öz odunda h^o , b^* , C^* ve L^* değerleri artarken, bütün parlaklık değerleri ve a^* değerleri azalmıştır. Buna ek olarak diri odunda ise, bütün modifiye edilmiş yağlar tarafından bütün parlaklık değerleri, h^o ve L^* değerleri azalırken, b^* , a^* ve C^* değerleri artmıştır. ΔE^* değerleri öz odunda zeytinyağı ile 7.01, keten tohumu yağı ile 7.02 ve Hindistan cevizi yağı ile 6.67 olarak elde edilirken, diri odunda zeytinyağı ile 21.09, keten tohumu yağı ile 16.00 ve Hindistan cevizi yağı ile 16.01 olarak hesaplanmıştır. WI^* değerlerinde ise ile odun kısmında (öz ve diri) ve modifiye edilmiş yağlarda kontrol örneklerine göre farklı sonuçlar tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: sarıçam; arı balmumu; renk; parlaklık; beyazlık indeksi

Investigation of selected surface properties of modified beeswax applied to the heartwood and sapwood of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.)

Atf: Peker, H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O. ve Ulay, G. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Öz ve Diri Odunlarına Uygulanmış Modifiye Edilmiş Arı Balmumlarında Seçilmiş Bazı Yüzey Özelliklerinin Araştırılması. Journal of Green-Tech 2024, 2(2): 8-17.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.14300017>

Geliş: 21.09.2024
Revizyon: 21.11.2024
Kabul: 27.11.2024
Yayın: 31.12.2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Today, there are various wax-based products available for the protection of wood materials. In this study, the color parameters, whiteness index (WI^*) values, and glossiness properties of modified bee waxes (olive oil, coconut oil, and linseed oil) applied to the heartwood and sapwood of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) were investigated. According to the determined test results, in the heartwood, all modified oils increased h^o , b^* , C^* , and L^* values, while all glossiness values and a^* values decreased. Additionally, in the sapwood, all modified oils decreased all glossiness values, h^o , and L^* values, while b^* , a^* , and C^* values increased. The ΔE^* values were obtained as 7.01 with olive oil, 7.02 with linseed oil, and 6.67 with coconut oil in the sapwood, while in the heartwood, they were calculated as 21.09 with olive oil, 16.00 with linseed oil, and 16.01 with coconut oil. The WI^* values showed different results in both wood parts (heartwood and sapwood) and modified oils compared to the control samples.

Keywords: scots pine; bee wax; color; whiteness index

1. Giriş

Ahşap koruma, öncelikle ahşap ile ortam havası arasındaki nem alışverişinin önlenmesiyle ilgilidir. Hava nemli olduğunda, ahşap nemi emer ve şişer. Hava kuru olduğunda, ahşap nemi serbest bırakır ve büzülür. Çoğu malzeme, hava nemindeki değişikliklere bağlı olarak genişler ve büzülür. Ancak, ahşapta bu sıkıştırma ve genleşme yalnızca tek bir yönde, yani lifler boyunca gerçekleşmektedir. Ahşap, lifler boyunca yalnızca hafifçe büzülür ve genişler. Balmumu bazlı kaplamalar, çevre dostu olma ve ekonomi açısından modern gereksinimleri karşılar. Balmumu elastik, nefes alabilen bir kaplama oluşturur ve ahşabı çevresel etkilerden koruyarak güzelliğini ve elastikiyetini korur. Bu nedenle, doğada birçok bitkinin yaprakları mikro kristaller, lameller vb. şeklinde ince bir balmumu tabakasıyla kaplıdır (Tsvetkova ve ark., 2019).

Mumlar, polar olmayan lipidler sınıfına aittir. Bu durum, onların hiçbir polar bileşeni olmadığı veya pratikte suyla etkileşime izin vermeyen hidrofilik bir kısma sahip oldukları anlamına gelmektedir. Bu durum ile karakter mumların neden etkili lipid bariyerleri olduğunu açıklamaktadır. Proteinler ve polisakkaritlerle etkileşimler, amfifilik karakterlerinden dolayı, başta elektrostatik ve hidrofobik olmak üzere farklı doğadaki kuvvetler arasındaki ince dengeden kaynaklanmaktadır. Lipidlerin etkinliği çeşitli faktörlere bağlı olmaktadır. Ancak esas olarak diğerlerinin yanı sıra filmin homojenliğine, yapısına ve fiziksel duruma bağlıdır (Callegarin, 1997; Aguirre-Joya ve ark., 2016).

Balmumu emülsiyonları doğada her yerde bulunmaktadır. Endüstride geniş bir uygulama yelpazesi bulunmaktadır. Emülsiyon, belirli bir koloit türüdür. Koloit, bir maddenin mikroskobik düzeyde diğerinin içinde dağıldığı bir karışım olmaktadır (Rattle, 2012; Kwao-Boateng ve ark., 2017).

Arı balmumu, yenilebilir bir malzeme katmanı olarak kullanılabilir ve meyve yüzeyi için oksijen, dış kaynaklardan gelen mikroorganizmalar, nem ve çözücü hareketine karşı bir bariyer sağlayabilir (Nasrin ve ark., 2020; Alahakoon ve Sarananda, 2024).

Balmumlarının çeşitli çok heterojen bir bileşime sahip olduğu rapor edilmiştir: [asit polyesterler (%2), hidrokarbonlar (%14), hidroksipoliesterler (%8), monoesterler (%35), tris-terler (%3), hidroksimonoesterler (%4), diesterler (%14), asit monoesterler (%1), serbest asit-ler (%12) ve tanımlanamayan malzemeler (%7)] (Tulloch, 1971; Tulloch ve Hoffman, 1972; Gaillard ve ark., 2011).

Literatürde farklı balmumu ve balmumu türevli kimyasalların ahşap malzeme yüzeylerine ne uygulaması üzerine çeşitli araştırmalar bulunmaktadır [Mañçurya dişbudağı (Niu ve Song, 2021), sarıçam (Beluns ve ark., 2022), Amerikan cevizi (Ayata, 2024), Çin dişbudağı (Liu ve ark., 2019), ak meşe (Ayata ve Ayata, 2024), kayın (Wafsmann ve Ahmed, 2020), manolya (Ayata ve ark., 2024a), çam (Tsvetkova ve ark., 2019), ak meşe (Liu ve ark., 2024), ladin (Janesch ve ark., 2020), maun (Ayata ve ark., 2024b), beyaz dişbudak (Zhang ve Song, 2023), armut (Sultan ve ark., 2021), Sibiryaya çamı (Çamlıbel ve Ayata, 2024), Çin kavak ağacı (Ning ve ark., 2022), kayın (Slabejová ve ark., 2019), göknar (Stanciu ve Teacă, 2024), ıhlamur, kavak, sarıçam ve ıhlamur (Akçay, 2020), Norveç ladini ve Avrupa kirazı (Petric ve ark., 2004)].

Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz ve diri odunlarına uygulanmış modifiye edilmiş arı balmumları sonrasında elde edilen yüzeylerde renk parametreleri, beyazlık indeksi (WI^*) değerleri ve parlaklık özellikleri karşılaştırılmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) öz ve diri odunları bu çalışmada kullanılmıştır. Deney malzemesi ticari bir işletmeden 1. sınıf kalitede 100 mm x 200 mm x 20 mm olarak alınmıştır. Örnekler TS ISO 13061-1, (2021) standardına göre hazır hale getirilmiştir.

Bu çalışmada, 3 farklı ahşap koruyucu yağlar (Hindistan cevizi yağı + arı balmumu karışımı, keten tohumu yağı ve arı balmumu karışımı ve zeytinyağı + arı balmumu karışımı) kullanılmıştır.

2.2. Metot

Çalışmada, ahşap koruyucu yağlar ahşap malzeme yüzeylerine tek kat olarak fırça yardımıyla uygulanmıştır.

Renk değişimi, CIELAB renk sistemi ile bir CS-10 (CHN Spec, Çin) [CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınlık aydınlatma)] cihazı kullanılarak ölçülmüştür (ASTM D 2244-3, 2007). Aşağıdaki formüller ile toplam renk farklılıkları belirlenmiştir.

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

$$h^0 = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$

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

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

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

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

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

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

ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkını oluşturmaktadır. Diğer parametrelere ait tanımlamalarda Tablo 1'de gösterilmektedir (Lange, 1999).

Tablo1. Δa^* , ΔL^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999).

Parametre	Pozitif durumda	Negatif durumda
ΔL^*	Referanstan daha açık	Referanstan daha koyu
Δa^*	Referanstan daha kırmızı	Referanstan daha yeşil
Δb^*	Referanstan daha sarı	Referanstan daha mavi
ΔC^*	Referanstan daha net, daha parlak	Mat, referanstan daha bulanık

* ΔC^* : kroma kısmı veya doygunluk farkı ve ΔH^* : ton bölümü veya gölge farkı.

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

Tablo2. ΔE^* değerlendirmesi için kıyaslama kriterleri (DIN5033, 1979).

Toplam renk farkı (ΔE^*)	Görsel renk puanı farkı
<0.2	Algılanamaz
0.2 ila 0.5	Çok zayıf
0.5 ila 1.5	Zayıf
1.5 ila 3.0	Belirgin
3.0 ila 6.0	Çok belirgin
6.0 ila 12.0	Güçlü
>12.0	Çok güçlü

Bu çalışmada, Whiteness Meter BDY-1 cihazının kullanılması beyazlık indeksi (WI^*) değerleri liflere paralel ve dik yönlerde belirlenmiştir (ASTM E313-15e1, 2015).

Parlaklık testleri, ETB-0833 model gloss meter cihazında üç farklı açıda (20°, 60° ve 85°) liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde yapılmıştır (ISO 2813, 1994).

Bir istatistik programı ve çalışmaya ait ölçüm değerlerinin kullanılması ile standart sapmaları, maksimum ve minimum ortalama değerleri, ortalamaya ait ölçüm değerleri, homojenlik grupları, çok değişkenli varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

Tablo 3'te renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları verilmiştir. Bütün renk parametreleri için odun kısmı (A), arı balmumu türü (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları

Varyans kaynağı	Test	Kareler toplam	Serbestlik derecesi	Ortalama kare	F değeri	$\alpha < 0.05$
Odun Kısım	L^*	853.994	1	853.994	1005.173	0.000*
	a^*	323.489	1	323.489	1273.923	0.000*
	b^*	12.466	1	12.466	30.374	0.000*
	C^*	80.300	1	80.300	153.191	0.000*
	H^*	686.968	1	686.968	1533.941	0.000*
Arı Balmumu Türü	L^*	585.261	3	195.087	229.623	0.000*
	a^*	133.045	3	44.348	174.646	0.000*
	b^*	655.351	3	218.450	532.253	0.000*
	C^*	785.959	3	261.986	499.799	0.000*
	H^*	61.871	3	20.624	46.051	0.000*
Etkileşim	L^*	1158.875	3	386.292	454.675	0.000*
	a^*	371.349	3	123.783	487.466	0.000*
	b^*	6.703	3	2.234	5.444	0.000*
	C^*	65.877	3	21.959	41.892	0.000*
	H^*	1120.169	3	373.390	833.747	0.000*
Hata	L^*	61.171	72	0.850		
	a^*	18.283	72	0.254		
	b^*	29.551	72	0.410		
	C^*	37.741	72	0.524		
	H^*	32.245	72	0.448		
Toplam	L^*	406095.517	80			
	a^*	7846.139	80			
	b^*	70850.161	80			
	C^*	78701.000	80			
	H^*	425083.667	80			
Düzeltilmiş Toplam	L^*	2659.301	79			
	a^*	846.166	79			
	b^*	704.071	79			
	C^*	969.877	79			
	H^*	1901.252	79			

* Anlamlı.

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Tablo 4'te sunulmaktadır. L^* değeri için en yüksek sonuç diri odun kontrol örneklerinde (78.38) elde edilirken, en düşük sonuç diri odun örneklerine uygulanmış zeytinyağı + arı balmumu kimyasalında (60.78) tespit edilmiştir. Öz odun örneklerinde bütün modifiye balmumu uygulamaları ile L^* değerlerinde artış görülürken, diri odun örneklerinde azalış belirlenmiştir. En yüksek azalma oranı %22.45 ile diri oduna uygulanmış zeytinyağı + arı balmumu kimyasalında belirlenirken, en düşük azalma oranı ise %15.99 ile diri oduna uygulanmış Hindistan cevizi yağı + arı balmumu kimyasalında elde edilmiştir. En yüksek artış öz oduna uygulanmış keten tohumu yağı + arı balmumu kimyasalında %4.51 olarak bulunurken, en düşük artış öz oduna uygulanmış Hindistan cevizi yağı + arı balmumu kimyasalında %3.13 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

a^* değerinde bütün modifiye edilmiş balmumları ile öz odunda azalışlar ve diri odunda ise artışlar görülmüştür. a^* değeri için en yüksek sonuç diri odunda arı balmumu modifiyeli zeytinyağı ile işlem görmüş örneklerde (14.66) bulunurken, en düşük sonuç diri odun kontrol örneklerinde (5.63) elde edilmiştir. Öz odun örneklerinde bütün modifiye balmumu uygulamaları ile a^* değerlerinde azalışlar görülürken, diri odun örneklerinde artışlar belirlenmiştir (Tablo 4).

b^* değerlerinde bütün modifiye edilmiş balmumları ile öz ve diri odunlarda artışlar görülmüştür. b^* değeri için en yüksek sonuç diri oduna uygulanmış Hindistan cevizi yağı + arı balmumu kimyasalına sahip örneklerde (31.99) görülürken, en düşük sonuç diri odun kontrol örneklerinde (24.57) tespit edilmiştir. Öz ve diri odunlarına ait örneklerinde yapılan bütün modifiye balmumu uygulamaları ile b^* değerlerinde artış belirlenmiştir. En yüksek artış oranı %30.20 ile diri oduna uygulanmış Hindistan cevizi yağı + arı balmumu kimyasalında belirlenirken, en düşük artış oranı ise %23.23 ile öz oduna uygulanmış keten tohumu yağı + arı balmumu kimyasalında bulunmuştur (Tablo 4).

C* değerlerinde bütün modifiye edilmiş balmumları ile öz ve diri odunlarda artışlar görülmüştür. C* değeri için en düşük sonuç diri odun kontrol örneklerinde (25.21) elde edilirken, en yüksek sonuç diri odun örneklerine uygulanmış zeytinyağı + arı balmumu kimyasalında (35.11) belirlenmiştir. Diri ve öz odunlarına ait deney örneklerinde uygulanan bütün modifiye balmumu kaplı gruplarda C* değerlerinde kontrol örneklerine kıyasla artışlar tespit edilmiştir. En yüksek artış oranı %39.27 ile diri oduna uygulanmış zeytinyağı + arı balmumu kimyasalında belirlenirken, en düşük artış oranı ise %18.54 ile öz oduna uygulanmış keten tohumu yağı + arı balmumu kimyasalında tespit edilmiştir (Tablo 4).

h° değerinde bütün modifiye edilmiş balmumları ile diri odunda azalışlar ve öz odunda ise artışlar görülmüştür. h° değeri için en yüksek sonuç öz odunu örneklerine uygulanmış keten tohumu yağ + arı balmumu kimyasalında (77.84) elde edilirken, en düşük sonuç ise diri odun örneklerine uygulanmış zeytinyağı + arı balmumu kimyasalında (65.33) bulunmuştur. (Tablo 4).

Tablo 4 Renk parametrelerine ait dan ölçüm sonuçları.

Test Odun Kısmı	Modifiye Edilmiş Arı Balmumu Türü	Ortalama	% değişim	Homojenlik grubu	Standart sapma	Minimum	Maksimum	Varyans katsayısı	
L*	Öz	Kontrol	72.23	-	D	1.25	70.81	74.22	1.73
		Zeytinyağı	74.91	↑3.71	BC	0.79	73.71	75.82	1.05
		Keten Tohumu Yağı	75.49	↑4.51	B	0.62	74.82	76.70	0.82
		Hindistan Cevizi Yağı	74.49	↑3.13	C	0.51	73.72	75.25	0.69
L*	Diri	Kontrol	78.38	-	A*	0.89	76.81	80.23	1.13
		Zeytinyağı	60.78	↓22.45	F**	1.43	59.57	63.69	2.35
		Keten Tohumu Yağı	65.97	↓15.83	E	0.98	63.53	67.32	1.48
		Hindistan Cevizi Yağı	65.85	↓15.99	E	0.42	65.09	66.51	0.64
a*	Öz	Kontrol	8.94	-	D	0.79	7.84	9.90	8.82
		Zeytinyağı	7.00	↓21.70	E	0.23	6.72	7.30	3.27
		Keten Tohumu Yağı	6.57	↓26.51	E	0.18	6.28	6.92	2.79
		Hindistan Cevizi Yağı	6.86	↓23.27	E	0.16	6.61	7.21	2.37
a*	Diri	Kontrol	5.63	-	F**	0.32	5.04	6.32	5.69
		Zeytinyağı	14.66	↑160.39	A*	0.92	12.83	15.92	6.28
		Keten Tohumu Yağı	12.89	↑128.95	B	0.43	12.16	13.78	3.35
		Hindistan Cevizi Yağı	12.28	↑118.12	C	0.40	11.76	12.83	3.27
b*	Öz	Kontrol	24.75	-	C	1.12	22.74	25.94	4.54
		Zeytinyağı	30.94	↑25.01	B	0.29	30.46	31.26	0.93
		Keten Tohumu Yağı	30.50	↑23.23	B	0.40	29.99	31.19	1.31
		Hindistan Cevizi Yağı	30.67	↑23.92	B	0.33	30.07	31.12	1.09
b*	Diri	Kontrol	24.57	-	C**	1.06	22.36	25.68	4.29
		Zeytinyağı	31.90	↑29.83	A	0.40	31.31	32.76	1.26
		Keten Tohumu Yağı	31.57	↑28.49	A	0.43	30.58	32.13	1.36
		Hindistan Cevizi Yağı	31.99	↑30.20	A*	0.45	31.19	32.60	1.41
c*	Öz	Kontrol	26.32	-	D	1.30	24.06	27.60	4.95
		Zeytinyağı	31.72	↑20.52	C	0.31	31.23	32.05	0.97
		Keten Tohumu Yağı	31.20	↑18.54	C	0.41	30.70	31.88	1.31
		Hindistan Cevizi Yağı	31.43	↑19.41	C	0.31	30.92	31.86	1.00
c*	Diri	Kontrol	25.21	-	E**	1.09	22.92	26.44	4.31
		Zeytinyağı	35.11	↑39.27	A*	0.70	34.00	36.42	2.00
		Keten Tohumu Yağı	34.11	↑35.30	B	0.43	33.32	34.66	1.26
		Hindistan Cevizi Yağı	34.27	↑35.94	B	0.53	33.44	35.03	1.53
h°	Öz	Kontrol	70.17	-	C	0.94	68.90	71.48	1.34
		Zeytinyağı	77.25	↑10.09	AB	0.37	76.70	77.67	0.48
		Keten Tohumu Yağı	77.84	↑10.93	A*	0.30	77.28	78.29	0.39
		Hindistan Cevizi Yağı	77.39	↑10.29	AB	0.36	76.52	77.87	0.46
h°	Diri	Kontrol	77.09	-	B	0.42	76.16	77.76	0.55
		Zeytinyağı	65.33	↓15.25	F**	1.18	64.09	67.83	1.80
		Keten Tohumu Yağı	67.78	↓12.08	E	0.73	66.47	68.90	1.07
		Hindistan Cevizi Yağı	69.00	↓10.49	D	0.50	68.38	69.67	0.72

Ölçüm Sayısı: 10; Homojenlik Grubu sütunu için *en yüksek değer, **en düşük değer

Tablo 5'te toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar verilmiştir. Δb* (referanstan daha sarı) ve ΔC* (referanstan daha net, daha parlak) değerleri her iki odun kısmı için bütün modifiye edilmiş arı balmumu uygulamalarında pozitif olarak tespit edilmiştir. ΔL* (referanstan daha açık) değerleri öz odunda ve Δa* (referanstan daha kırmızı) değerleri diri odunda bütün modifiyeli yağlar için pozitif olarak tespit edilmiştir. Buna ek olarak, ΔL* (referanstan daha koyu) değerleri diri odunda ve Δa* (referanstan daha yeşil) değerleri öz

odunda bütün modifiyeli yağlar için negatif olarak elde edilmiştir. ΔE^* değerlerine bakıldığında, diri oduna (zeytinyağı: 21.09, keten tohumu yağı 16.00 ve Hindistan cevizi yağı 16.01) ait sonuçlar öz oduna (zeytinyağı: 7.01, keten tohumu yağı: 7.02 ve Hindistan cevizi yağı: 6.67) ait sonuçlardan yüksek elde edilmiştir. Renk değiştirme kriteri (DIN 5033, 1979) için öz odununa ait bütün deney örnekleri “güçlü (6.00 ila 12.00)” kriterini verirken, odununa ait bütün deney örnekleri “çok güçlü (> 12.00)” kriterini vermiştir (Tablo 5).

Tablo 5. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar.

Odun Kısmı	An Balmumu Türü	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriterleri (DIN5033, 1979)
Öz	Zeytinyağı	2.67	-1.94	6.19	5.40	3.59	7.01	Güçlü (6.00 ila 12.00)
	Keten Tohumu Yağı	3.26	-2.37	5.74	4.88	3.85	7.02	
	Hindistan Cevizi Yağı	2.26	-2.08	5.92	5.11	3.64	6.67	
Diri	Zeytinyağı	-17.60	9.03	7.33	9.91	6.09	21.09	Çok güçlü (>12.00)
	Keten Tohumu Yağı	-12.41	7.27	7.01	8.90	4.76	16.00	
	Hindistan Cevizi Yağı	-12.53	6.65	7.42	9.06	4.15	16.01	

Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 6’da sunulmaktadır. Her iki yöndeki WI^* değerlerinde odun kısmı (A), arı balmumu türü (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak bulunmuştur (Tablo 6).

Tablo 6. Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait olan varyans analizi sonuçları.

Varyans kaynağı	Test	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kare	F değeri	$\alpha < 0.05$
Odun Kısmı	WI^* dik (\perp)	564.984	1	564.984	1707.475	0.000*
	WI^* paralel (\parallel)	240.125	1	240.125	718.219	0.000*
An Balmumu Türü	WI^* dik (\perp)	1740.834	3	580.278	1753.694	0.000*
	WI^* paralel (\parallel)	1195.662	3	398.554	1192.085	0.000*
Etkileşim	WI^* dik (\perp)	1519.786	3	506.595	1531.013	0.000*
	WI^* paralel (\parallel)	1257.542	3	419.181	1253.780	0.000*
Hata	WI^* dik (\perp)	23.824	72	0.331		
	WI^* paralel (\parallel)	24.072	72	0.334		
Toplam	WI^* dik (\perp)	66401.540	80			
	WI^* paralel (\parallel)	23783.940	80			
Düzeltilmiş Toplam	WI^* dik (\perp)	3849.428	79			
	WI^* paralel (\parallel)	2717.400	79			

Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait ölçüm sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Her iki yöndeki WI^* değerlerinde diri oduna uygulanan bütün modifiye edilmiş arı balmumları ile azalışlar belirlenmiş (zeytinyağı, keten tohumu yağı ve Hindistan cevizi yağı için sırasıyla \perp için %54.04, %45.28 ve %51.62 ve \parallel için %69.23, %61.69 ve %61.12) olunup, en yüksek sonuçlar kontrol deney örneklerinde (\perp : 40.64 ve \parallel : 27.88) belirlenirken en düşük sonuçlar ise değerlerinde arı balmumu ile modifiye edilmiş zeytinyağı ile işlem görmüş deney grubuna ait örneklerde (\perp : 18.68 ve \parallel : 8.58) bulunmuştur. Öz odunda ise her iki yöndeki WI^* değerlerinde arı balmumu ile modifiye edilmiş zeytinyağı uygulaması ile azalışlar belirlenirken, değerlerinde arı balmumu ile modifiye edilmiş keten tohumu yağı ile artışlar tespit edilmiştir (Tablo 7).

Tablo 7. Bayazlık indeksi (W^*) değerine ait ölçüm sonuçları.

Test Odun Kısmı	Modifiye Edilmiş Arı Balmumu Türü	Ortalama	% değişim	Homojenlik grubu	Standart sapma	Minimum	Maksimum	Varyans katsayısı
W^*	Kontrol	30.92	-	C	1.01	29.50	32.50	3.28
	Öz Zeytinyağı	30.24	↓2.20	D	0.56	29.50	30.80	1.85
	Keten Tohumu Yağı	32.32	↑4.53	B	0.21	32.10	32.70	0.67
	Hindistan Cevizi Yağı	29.00	↓6.21	E	0.12	28.80	29.10	0.40
⊥	Kontrol	40.64	-	A*	0.23	40.30	40.90	0.56
	Öz Zeytinyağı	18.68	↓54.04	H*	0.83	17.80	19.70	4.45
	Keten Tohumu Yağı	22.24	↓45.28	F	0.23	22.00	22.50	1.02
	Hindistan Cevizi Yağı	19.66	↓51.62	G	0.67	19.10	20.90	3.42
W^*	Kontrol	17.64	-	C	0.89	16.50	18.60	5.05
	Öz Zeytinyağı	16.82	↓4.65	D	0.20	16.50	17.00	1.22
	Keten Tohumu Yağı	19.32	↑9.52	B	0.19	19.00	19.50	1.00
	Hindistan Cevizi Yağı	18.06	↑2.38	C	0.57	17.50	18.70	3.17
	Kontrol	27.88	-	A*	0.86	26.50	28.80	3.09
	Öz Zeytinyağı	8.58	↓69.23	F*	0.43	7.90	9.00	5.00
	Keten Tohumu Yağı	10.68	↓61.69	E	0.73	9.50	11.60	6.79
	Hindistan Cevizi Yağı	10.84	↓61.12	E	0.14	10.70	11.00	1.32

Ölçüm Sayısı: 10; Homojenlik Grubu sütunu için *en yüksek değer, **en düşük değer

Parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları Tablo 8'de sunulmaktadır. Odun kısmı (A) faktörü için 85 derecede liflere dik yönde yapılan ölçüm anlamsız olarak bulunurken, diğer bütün testler üzerinde odun kısmı (A), arı balmumu türü (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak elde edilmiştir (Tablo 8).

Tablo 8. Parlaklık değerlerine ait olan varyans analizi sonuçları.

Varyans kaynağı	Test	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Ortalama kare	F değeri	$\alpha < 0.05$
Odun Kısmı	⊥ 20° de parlaklık	1.300	1	1.300	525.225	0.000*
	⊥ 60° de parlaklık	3.280	1	3.280	103.960	0.000*
	⊥ 85° de parlaklık	0.128	1	0.128	2.118	0.150
	20° de parlaklık	2.312	1	2.312	717.517	0.000*
	60° de parlaklık	11.552	1	11.552	662.217	0.000*
Arı Balmumu Türü	85° de parlaklık	8.581	1	8.581	317.796	0.000*
	⊥ 20° de parlaklık	2.526	3	0.842	378.825	0.000*
	⊥ 60° de parlaklık	34.582	3	11.527	365.298	0.000*
	⊥ 85° de parlaklık	115.588	3	38.529	637.434	0.000*
	20° de parlaklık	4.378	3	1.459	452.897	0.000*
Etkileşim	60° de parlaklık	56.098	3	18.699	1071.936	0.000*
	85° de parlaklık	697.994	3	232.665	8617.204	0.000*
	⊥ 20° de parlaklık	0.773	3	0.258	116.025	0.000*
	⊥ 60° de parlaklık	4.341	3	1.447	45.861	0.000*
	⊥ 85° de parlaklık	7.780	3	2.593	42.904	0.000*
Hata	20° de parlaklık	1.540	3	0.513	159.310	0.000*
	60° de parlaklık	8.292	3	2.764	158.446	0.000*
	85° de parlaklık	8.357	3	2.786	103.179	0.000*
	⊥ 20° de parlaklık	0.160	72	0.002		
	⊥ 60° de parlaklık	2.272	72	0.032		
Toplam	⊥ 85° de parlaklık	4.352	72	0.060		
	20° de parlaklık	0.232	72	0.003		
	60° de parlaklık	1.256	72	0.017		
	85° de parlaklık	1.944	72	0.027		
	⊥ 20° de parlaklık	62.900	80			
Düzeltilmiş Toplam	⊥ 60° de parlaklık	1234.900	80			
	⊥ 85° de parlaklık	258.920	80			
	20° de parlaklık	71.120	80			
	60° de parlaklık	1693.600	80			
	85° de parlaklık	1409.540	80			
Düzeltilmiş Toplam	⊥ 20° de parlaklık	4.760	79			
	⊥ 60° de parlaklık	44.476	79			
	⊥ 85° de parlaklık	127.848	79			
	20° de parlaklık	8.462	79			
	60° de parlaklık	77.198	79			
85° de parlaklık	716.876	79				

*anlamlı

Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları Tablo 9'da gösterilmektedir. Ölçülen parlaklık değerleri kontrol örneklerine kıyaslan bütün modifiye edilmiş balmumu uygulamaları ile bütün odun kısımlarında azalışlar görülmüştür. En yüksek sonuçlar kontrol deney gruplarına ait örnekler üzerinde tespit edilmiştir (Tablo 9).

Tablo 9. Parlaklık değerlerine ait olan ölçüm sonuçları.

Test Odun Kısmı	Modifiye Edilmiş Arı Balmumu Türü	Ortalama	% değişim	Homojenlik grubu	Standart sapma	Minimum	Maksimum	Varyans katsayısı	
20°	Kontrol	1.12	-	B	0.04	1.10	1.20	3.76	
	Öz	Zeytinyağı	0.94	↓16.07	CD	0.05	0.90	1.00	5.49
	Keten Tohumu Yağı	0.96	↓14.29	C	0.05	0.90	1.00	5.38	
	Hindistan Cevizi Yağı	0.90	↓19.64	D	0.00	0.90	0.90	0.00	
⊥	Kontrol	1.20	-	A*	0.00	1.20	1.20	0.00	
	Diri	Zeytinyağı	0.58	↓51.67	E	0.08	0.50	0.70	13.60
	Keten Tohumu Yağı	0.54	↓55.00	E**	0.05	0.50	0.60	9.56	
	Hindistan Cevizi Yağı	0.58	↓51.67	E	0.04	0.50	0.60	7.27	
60°	Kontrol	4.78	-	B	0.12	4.60	4.90	2.57	
	Öz	Zeytinyağı	3.98	↓16.74	C	0.18	3.70	4.20	4.56
	Keten Tohumu Yağı	3.82	↓20.08	D	0.10	3.70	4.00	2.70	
	Hindistan Cevizi Yağı	3.66	↓23.43	E	0.20	3.50	4.00	5.34	
⊥	Kontrol	5.16	-	A*	0.29	4.80	5.50	5.57	
	Diri	Zeytinyağı	3.28	↓36.43	F	0.25	3.00	3.70	7.71
	Keten Tohumu Yağı	3.32	↓35.66	F	0.04	3.30	3.40	1.27	
	Hindistan Cevizi Yağı	2.86	↓44.57	G**	0.08	2.80	3.00	2.95	
85°	Kontrol	2.74	-	B	0.60	2.00	3.50	21.84	
	Öz	Zeytinyağı	1.00	↓63.50	C	0.18	0.80	1.20	17.64
	Keten Tohumu Yağı	1.00	↓63.50	C	0.18	0.80	1.20	17.64	
	Hindistan Cevizi Yağı	0.22	↓91.97	E	0.12	0.10	0.40	55.88	
⊥	Kontrol	3.88	-	A*	0.17	3.60	4.00	4.35	
	Diri	Zeytinyağı	0.72	↓81.44	D	0.04	0.70	0.80	5.86
	Keten Tohumu Yağı	0.56	↓85.57	D	0.13	0.40	0.70	22.59	
	Hindistan Cevizi Yağı	0.12	↓96.91	E**	0.04	0.10	0.20	35.14	
20°	Kontrol	1.22	-	B	0.04	1.20	1.30	3.44	
	Öz	Zeytinyağı	0.98	↓19.67	C	0.08	0.90	1.10	8.05
	Keten Tohumu Yağı	1.02	↓16.39	C	0.04	1.00	1.10	4.13	
	Hindistan Cevizi Yağı	1.00	↓18.03	C	0.00	1.00	1.00	0.00	
	Kontrol	1.36	-	A*	0.13	1.20	1.50	9.30	
	Diri	Zeytinyağı	0.50	↓63.24	D**	0.00	0.50	0.50	0.00
	Keten Tohumu Yağı	0.50	↓63.24	D**	0.00	0.50	0.50	0.00	
	Hindistan Cevizi Yağı	0.50	↓63.24	D**	0.00	0.50	0.50	0.00	
60°	Kontrol	5.76	-	B	0.29	5.30	6.00	4.99	
	Öz	Zeytinyağı	4.40	↓23.61	D	0.00	4.40	4.40	0.00
	Keten Tohumu Yağı	4.86	↓15.63	C	0.14	4.60	5.00	2.94	
	Hindistan Cevizi Yağı	4.48	↓22.22	D	0.04	4.40	4.50	0.94	
	Kontrol	6.10	-	A*	0.07	6.00	6.20	1.09	
	Diri	Zeytinyağı	3.36	↓44.92	F**	0.14	3.20	3.50	4.26
	Keten Tohumu Yağı	3.56	↓41.64	E	0.05	3.50	3.60	1.45	
	Hindistan Cevizi Yağı	3.44	↓43.61	F	0.08	3.30	3.50	2.45	
85°	Kontrol	7.94	-	A	0.13	7.70	8.00	1.59	
	Öz	Zeytinyağı	2.18	↓72.54	B	0.21	1.90	2.40	9.86
	Keten Tohumu Yağı	2.24	↓71.79	B	0.08	2.10	2.30	3.76	
	Hindistan Cevizi Yağı	0.72	↓90.93	D	0.04	0.70	0.80	5.86	
	Kontrol	8.08	-	A*	0.31	7.70	8.60	3.82	
	Diri	Zeytinyağı	1.18	↓85.40	C	0.14	1.00	1.40	11.85
	Keten Tohumu Yağı	0.72	↓91.09	D	0.12	0.60	0.90	17.07	
	Hindistan Cevizi Yağı	0.48	↓94.06	E**	0.12	0.30	0.60	25.61	

Ölçüm Sayısı: 10; Homojenlik Grubu sütunu için *en yüksek değer, **en düşük değer

Literatürde yapılan çeşitli balmumu uygulamalarına ait çalışmalarda renk, parlaklık ve beyazlık indeksi testlerinde değişikliklerin elde edildikleri rapor edilmiştir [maun (Ayata ve ark., 2024b), Amerikan cevizi (Ayata, 2024), ak meşe (Ayata ve Ayata, 2024), manolya (Ayata ve ark., 2024a), Sibiryâ çamı (Çamlıbel ve Ayata, 2024), ıhlamur, kavak, sarıçam ve ıhlamur (Akçay, 2020)].

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bütün modifiye edilmiş yağların ahşap malzeme yüzeylerine uygulanması ile öz odunda bütün parlaklık değerleri ve a^* değerleri azalırken, h^o , b^* , C^* ve L^* değerleri artmıştır. Buna ek olarak diri odunda ise, bütün modifiye edilmiş yağlar tarafından bütün parlaklık değerleri, h^o ve L^* değerleri azalırken, b^* , a^* ve C^* değerleri artmıştır. Elde edilen kaplanmış örneklerin UV lambalara veya doğal yaşlandırmaya karşı bırakılması ile meydana gelen renk değişimlerinin araştırılması önerilmektedir.

Yazar Katkıları: Birden fazla yazarlı araştırma makaleleri için, bireysel katkılarını belirten kısa bir paragraf sağlanmalıdır. Aşağıdaki ifadeler kullanılmalıdır “Kavramsallaştırma, H.P., Ü.A. ve O.Ç.; metodoloji, Ü.A.; yazılım, H.P., G.U. ve Ü.A.; doğrulama, H.P., Ü.A. ve O.Ç.; içerik analizi, Ü.A., GU. ve O.Ç.; araştırma, H.P., Ü.A. ve O.Ç.; çalışma olanakları, H.P. ve Ü.A.; veri düzenleme, H.P., Ü.A. ve O.Ç.; yazma—orijinal taslak hazırlama, H.P. ve Ü.A.; yazma—inceleme ve düzenleme, H.P., Ü.A. ve O.Ç.; görselleştirme, Ü.A.; süpervizyon, H.P., GU. ve Ü.A.; proje yönetimi, H.P., Ü.A., G.U. ve O.Ç.; fon sağlama, H.P., Ü.A. ve O.Ç. Tüm yazarlar makalenin yayınlanan versiyonunu okumuş ve kabul etmiştir.” Yazarlık, çalışmaya önemli ölçüde katkıda bulunan kişilerle sınırlı olmalıdır.

Fon Desteği: Bu çalışmada herhangi bir dış finansmandan maddi destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışmaları: Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

Kaynaklar

- Aguirre-Joya, J.A., Álvarez, B., Ventura, J.M., García-Galindo, J.O., De León-Zapata, M.A., Rojas, R., Saucedo, S., and Aguilar, C.N., (2016). Edible coatings and films from lipids, waxes, and resins. *Edible Food Packaging: Materials and Processing Technologies*, 121-152.
- Akçay, Ç., (2020). Determination of decay, larvae resistance, water uptake, color, and hardness properties of wood impregnated with honeybee wax, *BioResources*, 15(4): 8339-8354. DOI: 10.15376/biores.15.4.8339-8354.
- Alahakoon, A.R.I.S., and Sarananda, K.H., (2024). Development of edible coating using coconut oil and bee wax to extend shelf life of lime (*Citrus aurantiifolia*), *Journal of Food and Agriculture*, 17(1): 34-45. DOI: 10.4038/jfa.v17i1.5317.
- ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation of 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., (2024). Investigation of surface changes after coating of American walnut (*Juglans nigra* L.) wood with oil-modified beeswax, *Pro ligno*, 20(2): 3-9.
- Ayata, Ü., and Ayata, A., (2024). Determination of color, whiteness index, and glossiness properties in wax applied American white oak (*Quercus alba*) wood, *Modern Concepts and Developments in Agronomy*, 14(3): 1397-1403. DOI: 10.31031/MCDA.2024.14.000840.
- Ayata, Ü., and Çamlıbel, O., (2024). Effects of wax application on color, glossiness, and whiteness index values of American black cherry (*Prunus serotina*) wood, *Les/Wood*, 73(1): 81-90. DOI: 10.26614/les-wood.2024.v73no1a07.
- Ayata, Ü., Bilginer, E.H., and Çamlıbel, O., (2024a). Applications of natural and synthetic wax blends on wood surfaces of magnolia (*Magnolia grandiflora* L.), *Wood Industry and Engineering*, 6(1): 9-17.
- Ayata, Ü., Çamlıbel, O., Efe, F.T., Tonguç, F., ve Kaplan, Ş., (2024b). Maun (*Swietenia mahagoni* (L.) Jacq.) odununa uygulanmış modifiye arı balmumlarında seçilmiş bazı yüzey özelliklerinin incelenmesi, *Tarım, Orman Ve Su Bilimlerinde Popüler Yaklaşımlar*, Duvar Yayınları, Editör: Doç. Dr. Gökhan ŞEN, Haziran 2024, İzmir, 67-79. ISBN: 978-625-6069-28-2.
- Beluns, S., Platnieks, O., Sevckenko, J., Jure, M., Gaidukova, G., Grase, L., and Gaidukovs, S., (2022). Sustainable wax coatings made from pine needle extraction waste for nanopaper hydrophobization, *Membranes*, 12(5): 537. DOI: 10.3390/membranes12050537.
- Callegarin, F., Quezada Gallo, J.-A., Debeaufort, F., and Voiley, A., (1997). Lipids and biopack-aging, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 74(10): 1183-1192.
- Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2024). Sibirya çamı (*Pinus sibirica*) odununda seçilmiş bazı yüzey özellikleri üzerine modifiye edilmiş arı balmumunun etkileri, *Latin Amerika 8. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi 1-5 Mayıs 2024*, Havana, Küba, 748-755.
- DIN 5033, (1979). Deutsche Normen, Farbmessung, Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institut für Normung eV, Beuth, Berlin März.
- Gaillard, Y., Mija, A., Burr, A., Darque-Ceretti, E., Felder, E., and Shirrazzuoli, N., (2011). Green material composites from renewable resources: Polymorphic transitions and phase diagram of beeswax/rosin resin. *Thermochimica Acta*, 521(1-2): 90-97. DOI: 10.1016/j.tca.2011.04.010.
- 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.
- Janesch, J., Arminger, B., Gindl-Altmutter, W., and Hansmann, C., (2020). Superhydrophobic coatings on wood made of plant oil and natural wax, *Progress in Organic Coatings*, 148: 105891. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2020.105891.
- Kwao-Boateng, E., Aboagye, E.A., and Appiah, F.A., (2017). Comparing the properties of wax emulsions formed from petroleum wax and beeswax, *International Conference on Engineering, Science, Technology, and Entrepreneurship (ESTE 2017)*.
- Lange, D.R., (1999). *Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e*. DR Lange: New York, NY, USA.
- Liu, X.Y., Timar, M.C., and Varodi, A.M., (2019). A comparative study on the artificial UV and natural ageing of beeswax and Chinese wax and influence of wax finishing on the ageing of Chinese Ash (*Fraxinus mandshurica*) wood surfaces, *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 201: 11607. DOI: 10.1016/j.jphotobiol.2019.11607.

- Liu, Y., Li, L., Zhao, A., Song, X., Wei, L., Fang, M., Zheng, C., and Zhu, X., (2024). Sustainable fragrance release wax oil coating for wood substrate based on peppermint essential oil microcapsules, *Industrial Crops and Products*, 208: 117848. DOI: 10.1016/j.indcrop.2023.117848.
- Nasrin, T.A.A., Rahman, M.A., Arfin, M.S., Islam, M.N., and Ullah, M.A., (2020). Effect of novel coconut oil ambient storage, *Journal of Agriculture and Food Research*, 2: 100019.
- Ning, L., Zhang, L., Zhang, S., and Wang, W., (2022). How does surfactant affect the hydrophobicity of wax-coated wood?. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 650: 129606. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2022.129606.
- Niu, K., and Song, K., (2021). Hot waxing treatment improves the aging resistance of wood surface under UV radiation and water, *Progress in Organic Coatings*, 161: 106468. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2021.106468.
- Petric, M., Kricej, B., Humar, M., Pavlic, M., and Tomazic, M., (2004). Patination of cherry wood and spruce wood with ethanolamine and surface finishes, *Surface Coatings International Part B*, 87(3): 195-202.
- Rattle, M.T., (2012). Wax-based emulsifiers for use in emulsions to impart water repellency to gypsum wallboards, Masters Degree Thesis, McMaster University. Hamilton.
- Slabejová, G., Vidholdová, Z., and Šmidriaková, M., (2019). Surface finishes for thermally modified beech wood, *Acta Facultatis Xylogogiae Zvolen res Publica Slovaca*, 61(2): 41-50. DOI: 10.17423/afx.2019.61.2.04.
- Stanciu, M.C., and Teacă, C.A., (2024). Changes of wood surfaces treated with natural-based products-structural and properties investigation, *BioResources*, 19(3): 5895-5915. DOI: 10.15376/biores.19.3.5895-5915.
- Sultan, M., Hafez, O.M., Saleh, M.A., and Youssef, A.M., (2021). Smart edible coating films based on chitosan and beeswax-pollen grains for the postharvest preservation of Le Conte pear. *RSC advances*, 11(16): 9572-9585. DOI: 10.1039/D0RA10671B.
- TS ISO 13061-1, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri – Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Tsvetkova, I.N., Krasil’nikova, L.N., Khoroshavina, Y.V., Galushko, A.S., Frantsuzova Yu, V., Kychkin, A.K., and Shilova, O.A., (2019). Sol-gel preparation of protective and decorative coatings on wood, *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 92: 474-483. DOI: 10.1007/s10971-019-04996-3.
- Tulloch, A.P., (1971). Beeswax: structure of the esters and their component hydroxy acids and diols, *Chemistry and Physics of Lipids*, 6(3): 235-265. DOI: 10.1016/0009-3084(71)90063-6.
- Tulloch, A.P., and Hoffman, L.L., (1972). Canadian beeswax: analytical values and composition of hydrocarbons, free acids and long chain esters, *Journal of the American Oil Chemists Society*, 49(12): 696-699. DOI: 10.1007/BF02609202.
- Waßmann, O., and Ahmed, S.I.U., (2020). Slippery wood: low friction and low wear of modified beech wood, *Tribology Letters*, 68: 1-10. DOI: 10.1007/s11249-020-01297-7.

Yasal Uyarı/Sorumluluk Reddi: Tüm yayınlarda yer alan ifadeler, görüşler ve veriler yalnızca yazarlara ve (varsa) katkıda bulunanlara aittir; *Journal of Green Technology and Environment* ve/veya editörlerine ait değildir. *Journal of Green Technology and Environment* ve/veya editörleri, içerikte atıfta bulunulan herhangi bir fikir, yöntem, talimat veya üründen kaynaklanan, insanlara veya mallara gelebilecek herhangi bir zararın sorumluluğunu reddeder.