

KARAÇAM (*Pinus nigra*) ODUNUNDA BALMUMU UYGULANMASI SONRASINDA MEYDANA GELEN SEÇİLMİŞ BAZI YÜZEY ÖZELLİKLERİNDEKİ DEĞİŞİMLERİN ARAŞTIRILMASI

Ümit AYATA^a 

^aBayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye.

* Sorumlu Yazar: umitayata@yandex.com

(Geliş/Received: 01.08.2024; Düzeltme/Revised: 19.09.2024; Kabul/Accepted: 24.09.2024)

ÖZ

Karaçam ahşabı, kapı ve pencere doğramalarında, maden direği, marangozluk ve mobilyacılık gibi birçok önemli alanlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, karaçam (*Pinus nigra*) odununda balmumu uygulamaları (farklı katlarda 1, 2 ve 3) sonrasında meydana gelen seçilmiş bazı yüzey özelliklerindeki (WI^* : beyazlık indeksi, renk parametreleri ve parlaklık özellikleri) değişimler incelenmiştir. Sonuçlara göre, varyans analizleri kat sayısı faktörüne göre bütün testler üzerinde anlamlı olarak bulunmuştur. Farklı kat sayılarına ait balmumu uygulamaları ile her iki yönlerdeki WI^* değerleri, L^* ve h° değerlerinde azalışlar bulunurken, her iki yönlerdeki parlaklık değerlerine ait 60 ve 85 derecelerde, a^* , b^* ve C^* değerlerinde artışlar elde edilmiştir. ΔE^* değerlerine bakıldığında 1 kat balmumu ile 9.78, 2 kat balmumu ile 9.40 ve 3 kat balmumu ile 9.62 olarak belirlenmiştir. Bütün katlar üzerinde hesaplanmış olan ΔL^* değerleri negatif olarak elde edilirken, Δa^* , Δb^* ve ΔC^* değerleri pozitif olarak tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Karaçam, Parlaklık, Balmumu, Beyazlık indeksi, Renk parametreleri.

INVESTIGATION OF CHANGES IN SELECTED SURFACE PROPERTIES AFTER WAX APPLICATION ON BLACK PINE (*Pinus nigra*) WOOD

ABSTRACT

Black pine wood is used in many important areas such as door and window joinery, mining poles, carpentry, and furniture making. In this research, changes in selected surface properties (WI^* : whiteness index, color parameters, and glossiness properties) of black pine (*Pinus nigra*) wood after the application of wax were investigated. In the research, waxes were applied to wood material surfaces in 1, 2, and 3 coats using a brush. According to the results, variance analyses on all tests were found to be significant according to the coat number factor. For different coat numbers of wax applications, decreases were found in WI^* , L^* , and h° values in both directions, while increases were obtained in gloss values at 60 and 85 degrees in both directions, as well as in a^* , b^* , and C^* values. When looking at the ΔE^* values, they were determined to be 9.78 with 1 coat of wax, 9.40 with 2 coats of wax, and 9.62 with 3 coats of wax. The ΔL^* values calculated across all coats were obtained as negative, while Δa^* , Δb^* , and ΔC^* values were found to be positive.

Keywords: Black Pine, Glossiness, Wax, Whiteness Index, Color parameters.

1. GİRİŞ

Ahşap yapılar genellikle birlikte yük taşıma kapasitesi, termal, akustik, nem yalıtımı, yangına dayanıklılık ve uzun hizmet ömrü gibi

mümkün olan en iyi özellikleri sunan farklı bileşenler ve işlemlerle karakterize edilir (Godinho ve ark., 2021; Ding, 2008).

Bir ahşap yüzey kaplaması olarak, mum bazlı kaplama minimum kirletici içerir ve ahşabı çevresel maruziyetten korumak, güzelliğini ve elastikiyetini koruyarak elastik nefes alabilir bir kaplama oluşturabilir (Tsvetkova ve ark., 2019).

Kaplama, ahşap nesnelere birlikte kullanıldığında çeşitli işlevleri yerine getirir. İlk olarak, muhtemelen üreticinin niyeti açısından en önemlisi, kaplamaların yüzeyin görünümünü değiştirmesidir. Yani, kaplamalar bazı estetik amaçlara hizmet eder. İkinci olarak, kaplamalar nesnenin yüzeyine (sıvı dökülmeler, aşınma vb.) ve yapısına (nem değişiklikleri ve buna bağlı olarak ortaya çıkan boyutsal değişiklik kaynaklı bozulma) koruma sağlar (Williams, 2003).

Çok fazla balmumu yüzeyde katı bir balmumu oluşumuna yol açarak donuk bir pus oluşmasına neden olabilir. Yüzeyin parlatılmasıyla yüksek bir parlaklık elde edilebilir, ancak bu çoğu durumda pratik değildir. Eğer fazla balmumu taşınmaya devam ederse, bulanıklık birkaç gün (veya hafta) sonra geri gelebilir (Bower, 2005).

Petrol mumları, tükenen petrol rezervleri ve oldukça değişken ham petrol fiyatları gibi çevresel kaygılar nedeniyle birkaç uygulamada yavaş yavaş pazar payını kaybetmiştir. Bitkilerden ve hayvanlardan elde edilen doğal mumlar, yenilenebilir, biyolojik olarak parçalanabilir ve toksik olmama avantajlarına sahiptir ve mumların gıda ve insanlarla temas halinde olduğu alanlarda özellikle önemlidir (Yan ve ark., 2015).

Mum, düşük eriyen organik karışım veya yüksek moleküler ağırlıklı bileşiktir, oda sıcaklığında katıdır ve gliserit içermemesi dışında genel olarak bileşim olarak katı ve sıvı yağlara benzer; tipik özellikleri su iticilik ve koyulaşmadır (Ash ve Ash, 2013).

Balmumu çok stabil bir maddedir ve özellikleri zamanla pek değişmez. Hidrolize ve doğal oksidasyona dayanıklıdır ve su içinde çözünmez. Birçok farklı maddeyi içeren karmaşık bir materyaldir, ancak temel olarak daha yüksek yağ asitleri ve alkollerin esterlerinden oluşur, polen ve propolisten gelen pigmentler, ayrıca arı malzemelerinin çok küçük izleri bulunur. Oda sıcaklığında katıdır,

sıcaklık 18°C'nin altına düştüğünde kırılğan hale gelir ve 35 ila 40°C civarında hızla yumuşar ve esnek hale gelir, erime noktası 64.5 °C'dir (Bradbear, 2009).

Literatürde farklı bazı ağaç türlerine çeşitli türlerde hazırlanmış balmumu bazlı kimyasalların uygulandığı bildirilmiştir (Peker ve ark., 2024a;b; Ayata, 2024; Ayata ve Çamlıbel, 2024, Çamlıbel ve Ayata, 2024a;b; Ayata ve ark., 2024a;b; Ayata ve Ayata, 2024), Kaplan ve ark., 2024). Daha sonrasında farklı testler ile elde edilen değişimler açıklanmıştır. Ama literatürde karaçam odununa farklı sayılarda kat uygulamasının yapılmadığı görülmüştür.

Bu ağaç türü hakkında bilgi vermek gerekirse;

Karaçam, 30 m'ye kadar büyüyebilir ve gövdesi genellikle düzdür. Kabuğu açık gri ile koyu gri-kahverengi arasında değişir ve yaşlı ağaçlarda uzunlamasına derin çatlaklar oluşturur. Genç ağaçlarda tepe kısmı geniş konik şekildedir. Yaşlı ağaçlarda özellikle kayalık arazilerdeki sığ topraklarda şemsiye şeklini alır. Dal uçları genç ağaçlarda hafifçe yukarı doğru yönelmiştir; yaşlı ağaçlarda ise yalnızca tepe kısmındaki dalların uçları yukarı dönüktür. İğneler oldukça serttir, 8-16 cm uzunluğunda, 1-2 mm çapında, düz veya kıvrık, ince tırtıklıdır. Reçine kanalları ortadadır. Yaprak kımı kalıcıdır ve 10-12 mm uzunluğundadır (Isajev ve ark., 2003).

Karaçam odununda ısı iletkenlik ölçümü 0.143 W/m.K (Çavuş ve ark., 2019), hava kurusu yoğunluk 0.567 g/cm³, hacimsel genişleme %15.40 (Doğan, 2018), sıcak su çözünürlüğü %3.34, alkol çözünürlüğü %5.59, holoselüloz %76.27, α- selüloz %56.87, lignin %26.79, soğuk su çözünürlüğü %2.27 (Çetin, 2009), liflere paralel basma direnci 56.089 N/mm², eğilmede elastikiyet modülü 7742.029 N/mm², eğilme direnci 137.622 N/mm² (Karademir, 2012), *Coniophora puteana* için ağırlık kaybı %43.90 (Lykidis ve ark., 2013) olarak bulunmuştur.

Karaçam ahşabı, marangozluk, mobilyacılıkta, gemi ve vagon yapımında ambalaj sandığı yapımında, kuru madde fiçileri, kâğıt üretiminde, kapı ve pencere doğramalarında, maden direği, telefon direği ve köprü yapımına

ait alanlarda değerlendirilmektedir (Hammond ve ark., 1969)

Bu çalışmada, karaçam (*Pinus nigra*) odununda balmumu uygulanması sonrasında meydana gelen seçilmiş bazı yüzey özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Elde edilen bu sonuçların bu ağaç türüne ait kullanım alanlarına yeni bilgiler katacağı hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzeme

Karaçam (*Pinus nigra*) ahşabına ait deney örnekleri 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında olacak şekilde hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde ISO 554, (1976) standardına göre iklimlendirme işlemleri yapılmıştır. Grup başına 10'ar adet örnek hazırlanmıştır. Toplamda 40 adet örnek hazırlanmıştır (10 adet kontrol + 10 adet 1 kat balmumu uygulaması + 10 adet 2 kat balmumu uygulaması + 10 adet 3 kat balmumu uygulaması).

2.1.1. Zımparalar

80, 100 ve 120 kum zımparalar ahşap malzeme yüzeylerinin zımparalanması için satın alınmıştır.

2.1.2. Balmumu

Çalışmada, satın balmumu (karakteristik, suda çözünürlük: dağılıbilir fakat çözünmez, renk: nötr, koku: kuru artık: %30, görünüm: macun ve pH değeri: 7.6) kullanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Balmumunun Ahşap Malzeme Yüzeylerine Uygulanması

Bir titreşimli zımpara makinesinde 80, 100 ve 120 kum zımparaların kullanılması ile zımparalanmış olan ahşap malzeme yüzeylerine balmumu bir fırça yardımıyla 1, 2 ve 3 kat olarak uygulanmıştır. Uygulama aralarında 3'er gün süre ile beklenilmiştir.

2.2.2. Beyazlık İndeksi (WI^*) Özelliklerinin Belirlenmesi

Beyazlık indeksi (WI^*) değerleri Whiteness Meter BDY-1 cihazı ile ölçülmüştür (ASTM E313-15e1, 2015).

2.2.3. Renk Özelliklerinin Belirlenmesi

Renk parametreleri, CS-10 (CHN Spec, Çin) cihazı kullanılarak belirlenmiştir (ASTM D 2244-3, 2007). L^* değişkeni, 0 (siyah) ile 100 (beyaz) arasında değişen parlaklık veya açıklığı temsil eder. a^* ve b^* değişkenleri ise renk koordinatlarını ifade eder ve her ikisi de -60 ile +60 arasında değişir. C^* doğrusu ile a^* eksenini arasındaki açı h° olarak adlandırılır ve renk açısını belirtir. C^* değişkeni, rengin doygunluk veya kromatiklik değerini gösterir. CIE-Lab* renk diyagramında, pozitif ve negatif işaretler şunları ifade eder: $+a^*$ kırmızı rengin artışı, $-a^*$ yeşil rengin artışı, $+b^*$ sarı rengin artışı ve $-b^*$ mavi rengin artışı (Konica Minolta, 2014; Mesquita ve ark., 2023).

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

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

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

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

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

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

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

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

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

“ ΔC^* ” kroma kısmı veya doygunluk farkı ve “ ΔH^* ” ise ton bölümü veya gölge farkı olarak ifade edilmektedir (Lange, 1999). Bazı renk parametrelerine ait önemli bilgiler Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Δa^* , ΔL^* , Δb^* ve ΔC^* değerlerine ait bilgiler (Lange, 1999)

Para- metre	Referansa göre	
	Negatif Durumda	Pozitif Durumda
Δa^*	Daha yeşil	Daha kırmızı
ΔL^*	Daha koyu	Daha açık
Δb^*	Daha mavi	Daha sarı
ΔC^*	Mat, daha bulanık	Daha net, daha parlak

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

Çizelge 2. ΔE^* için kıyaslama kriterleri (DIN 5033, 1979)

Görsel Renk Puanı	Toplam Renk Farkı (ΔE^*)
Algılanamaz	<0.2
Çok zayıf	0.2 ila 0.5
Zayıf	0.5 ila 1.5
Belirgin	1.5 ila 3.0
Çok belirgin	3.0 ila 6.0

Güçlü	6.0 ila 12.0
Çok güçlü	> 12.0

2.2.4. Parlaklık Özelliklerinin Belirlenmesi

Parlaklık ölçümleri, üç farklı açılarda (20°, 60° ve 85°) ve liflere dik ve paralel yönlerde ETB-0833 model gloss meter cihazında belirlenmiştir (ISO 2813, 1994).

2.3. İstatistiksel Analiz

Bir istatistik programı ile varyans analizleri, maksimum ve minimum ortalama değerleri, standart sapmaları, ortalamaya ait olan ölçüm

değerleri, homojenlik grupları ve yüzde (%) değişim oranları belirlenmiştir. Testlere ait ölçümler 10'ar adet olarak alınmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Bütün testler için uygulanan balmumu kat sayısı faktörünün anlamlı olarak hesaplanmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Varyans analizi sonuçları (kat sayısı faktörü için)

Varyans Kaynağı	Test	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Kat Sayısı	L^*	222.066	3	74.022	36.842	0.000*
	a^*	61.295	3	20.432	26.064	0.000*
	b^*	417.288	3	139.096	152.885	0.000*
	C^*	471.520	3	157.173	117.642	0.000*
	h°	28.045	3	9.348	6.403	0.001*
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	0.979	3	0.326	97.900	0.000*
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	59.878	3	19.959	833.568	0.000*
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	497.727	3	165.909	1833.811	0.000*
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	1.223	3	0.408	88.927	0.000*
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	73.245	3	24.415	466.280	0.000*
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	648.464	3	216.155	394.203	0.000*
	$WI^*(\perp)$	1213.973	3	404.658	389.458	0.000*
	$WI^*(\parallel)$	1548.176	3	516.059	393.271	0.000*
	Hata	L^*	72.330	36	2.009	
a^*		28.221	36	0.784		
b^*		32.753	36	0.910		
C^*		48.097	36	1.336		
h°		52.557	36	1.460		
$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık		0.120	36	0.003		
$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık		0.862	36	0.024		
$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık		3.257	36	0.090		
$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık		0.165	36	0.005		
$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık		1.885	36	0.052		
$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık		19.740	36	0.548		
$WI^*(\perp)$		37.405	36	1.039		
$WI^*(\parallel)$		47.240	36	1.312		
Toplam		L^*	214332.759	40		
	a^*	2824.571	40			
	b^*	29763.602	40			
	C^*	32590.319	40			
	h°	213865.940	40			
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	23.900	40			
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	733.140	40			
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	1136.990	40			
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	27.470	40			
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	913.270	40			
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	2070.060	40			
	$WI^*(\perp)$	34388.670	40			
	$WI^*(\parallel)$	18635.800	40			
	Düzeltilmiş	L^*	294.396	39		

Toplam	a^*	89.516	39			
	b^*	450.041	39			
	C^*	519.617	39			
	h^o	80.602	39			
	$\perp 20^\circ$ 'de parlaklık	1.099	39			
	$\perp 60^\circ$ 'de parlaklık	60.740	39			
	$\perp 85^\circ$ 'de parlaklık	500.984	39			
	$\parallel 20^\circ$ 'de parlaklık	1.388	39			
	$\parallel 60^\circ$ 'de parlaklık	75.130	39			
	$\parallel 85^\circ$ 'de parlaklık	668.204	39			
	WI^* (\perp)	1251.378	39			
	WI^* (\parallel)	1595.416	39			

Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 4'de sunulmaktadır.

WI^* değerleri için en yüksek sonuç kontrol deney örneklerinde (\perp : 38.13 ve \parallel : 30.66) bulunurken, en düşük sonuç 3 kat balmumu uygulanmış deney örneklerinde (\perp : 24.24 ve

\parallel : 13.82) tespit edilmiştir. Kat sayısının artması her iki yönde ölçülen WI^* değerlerinde azalışlar tespit edilmiştir (1, 2 ve 3 kat uygulamaları için \perp : sırasıyla %28.30, %33.33 ve %36.43 ile \parallel : sırasıyla %34.05, %41.75 ve %54.92) (Çizelge 4).

Çizelge 4. Beyazlık indeksi (WI^*) değerlerine ait ölçüm sonuçları

Test	Balmumu Uygulaması	Ölçüm Sayısı	Orta-lama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu *: En yüksek değer, **: En düşük değer	Standart Sapma	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
WI^* \perp	Kontrol	10	38.13	-	A*	1.35	36.70	39.70	3.55
	1 kat	10	27.34	↓28.30	B	1.39	26.20	29.10	5.08
	2 kat	10	25.42	↓33.33	C	0.29	25.10	25.90	1.12
	3 kat	10	24.24	↓36.43	D**	0.56	23.60	24.80	2.29
WI^* \parallel	Kontrol	10	30.66	-	A*	2.06	27.90	33.20	6.73
	1 kat	10	20.22	↓34.05	B	0.08	20.10	20.30	0.39
	2 kat	10	17.86	↓41.75	C	0.70	17.20	18.90	3.94
	3 kat	10	13.82	↓54.92	D**	0.70	12.80	14.90	5.09

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

Test	Balmumu Uygulaması	Ölçüm Sayısı	Orta-lama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu *: En yüksek değer, **: En düşük değer	Standart Sapma	Mini-mum	Maksi-mum	Varyasyon Katsayısı
L^*	Kontrol	10	77.17	-	A*	1.38	74.83	78.96	1.79
	1 kat	10	71.21	↓7.72	B**	1.77	68.72	73.74	2.48
	2 kat	10	72.35	↓6.25	B	0.91	70.92	73.64	1.26
	3 kat	10	71.87	↓6.87	B	1.47	67.99	73.02	2.05
a^*	Kontrol	10	6.19	-	C**	0.78	5.08	7.41	12.57
	1 kat	10	9.42	↑52.18	A*	1.21	8.02	11.10	12.82
	2 kat	10	8.55	↑38.13	B	0.45	8.01	9.55	5.28
	3 kat	10	8.91	↑43.94	AB	0.93	8.10	11.40	10.45
b^*	Kontrol	10	21.49	-	B*	0.96	20.48	23.83	4.48
	1 kat	10	28.54	↑32.81	A	1.35	26.42	30.72	4.72
	2 kat	10	29.20	↑35.88	A*	0.37	28.43	29.76	1.26
	3 kat	10	29.05	↑35.18	A	0.87	28.42	31.33	3.00
C^*	Kontrol	10	22.37	-	B**	1.12	21.10	24.96	5.01
	1 kat	10	30.06	↑34.38	A	1.63	27.64	32.66	5.44
	2 kat	10	30.43	↑36.03	A*	0.45	29.54	31.06	1.46
	3 kat	10	30.40	↑35.90	A	1.10	29.65	33.34	3.63
h^o	Kontrol	10	73.97	-	A*	1.35	71.51	76.05	1.82

	1 kat	10	71.80	↓2.93	B**	1.47	69.93	73.83	2.04
	2 kat	10	73.68	↓0.39	A	0.70	72.08	74.47	0.95
	3 kat	10	72.98	↓1.34	A	1.18	70.00	74.31	1.61

L^* parametresinde en yüksek sonuç 77.17 ile kontrol deney numunesinde bulunurken, en düşük sonuç ise 1 kat balmumu uygulaması ile 71.21 olarak tespit edilmiştir. Balmumu uygulanmış örneklerde L^* değerleri birbirlerine çok yakın olarak bulunmuştur. L^* değerinde azalma oranları ise 1 kat balmumu ile %7.72, 2 kat balmumu ile %6.25 ve 3 kat balmumu ile %6.87 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

Balmumu uygulanmış örneklerde a^* değerleri birbirlerine çok yakın olarak elde edilmiştir. a^* parametresinde en düşük sonuç 6.19 ile kontrol deney numunesinde belirlenirken, en yüksek sonuç ise 1 kat balmumu uygulaması ile 9.42 olarak elde edilmiştir. a^* değerinde artış oranları ise 1 kat balmumu ile %52.18, 2 kat balmumu ile %38.13 ve 3 kat balmumu ile %43.94 olarak bulunmuştur (Çizelge 5).

b^* değerinde artış oranları ise 1 kat balmumu ile %32.81, 2 kat balmumu ile %35.88 ve 3 kat balmumu ile %35.18 olarak elde edilmiştir. Balmumu uygulanmış örneklerde b^* değerleri birbirlerine çok yakın olarak elde edilmiştir. b^* parametresinde en düşük sonuç 21.49 ile kontrol örneklerinde görülürken, en yüksek sonuç ise 2 kat balmumu uygulaması ile 29.20 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5).

C^* değerinde artış oranları ise 1 kat balmumu ile %34.38, 2 kat balmumu ile %36.03 ve 3 kat balmumu ile %35.90 olarak hesaplanmıştır. C^* değerlerinde balmumu uygulanmış örneklerde birbirlerine çok yakın sonuçlar vermiştir. C^* parametresinde en düşük sonuç 22.37 ile kontrol örneklerinde elde edilirken, en yüksek sonuç ise 2 kat balmumu uygulaması ile 30.43 olarak bulunmuştur (Çizelge 5).

h^o değerinde en yüksek belirlenmiş olan sonuç kontrol deney örneğinde 73.97 olarak bulunurken en düşük sonuç ise 1 kat balmumu uygulaması ile 71.80 olarak elde edilmiştir. Bütün balmumu uygulamaları ile h^o değerinde azalmalar tespit edilmiştir. Bu oranlar 1 kat balmumu ile %2.93, 2 kat balmumu ile %0.39 ve 3 kat balmumu ile %1.34 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 5).

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 6'da sunulmuştur.

Elde edilen bulgular renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979) ile karşılaştırıldığında, 1, 2 ve 3 kat balmumu yüzeylerinde "güçlü (6.0 ila 12.0)" kriterinin elde edildiği görülmüştür. ΔE^* değerleri her 3 farklı kat uygulaması ile birbirine çok yakın olarak belirlenmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Uygulama Sonrası	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*	ΔE^*	Renk kriterleri (DIN 5033, 1979)
1 kat balmumu	-5.96	3.23	7.04	7.69	0.97	9.78	Güçlü (6.0 ila 12.0)
2 kat balmumu	-4.83	2.36	7.71	8.06	0.30	9.40	
3 kat balmumu	-5.30	2.72	7.56	8.02	0.44	9.62	

Uygulaması sonrasında ΔE^* değerlerine bakıldığında 1 kat balmumu ile 9.78, 2 kat balmumu ile 9.40 ve 3 kat balmumu ile 9.62 olarak hesaplandığı görülmektedir. ΔH^* değerleri 1 kat balmumu ile 0.97, 2 kat balmumu ile 0.30 ve 3 kat balmumu ile 0.44 olarak elde edilmiştir (Çizelge 6).

Her 3 farklı kat sayı balmumu uygulamaları ile ΔL^* (referansa göre daha koyu) değerleri negatif olarak elde edilirken, Δa^* (referansa göre daha kırmızı), Δb^* (referansa göre daha sarı) ve ΔC^* (referansa göre daha net, daha

parlak) değerleri pozitif olarak bulunmuştur (Çizelge 6).

Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 7'de gösterilmiştir. Her iki yönlerde yapılan 60 ve 85 derecelere ait parlaklık değerlerinde artışlar belirlenmiştir. Yine bu yönlerde ve derecelerde en düşük sonuçlar kontrol örneklerinde bulunmuştur. 20 derecede her iki yönde 2 ve 3 kat uygulamalarda da artışlar tespit edilmiştir. 20, 60 ve 85 derecelerde yapılan her iki yönlerdeki parlaklık ölçümlerinde en yüksek sonuçlar 3 kat

balmumu uygulanmış yüzeylerde görülmüştür (Çizelge 7).

Literatürde yapılan balmumu çalışmalarında da renk, parlaklık ve beyazlık indeksi değerlerinin

değiştikleri rapor edilmiştir (Peker ve ark., 2024a;b; Ayata, 2024; Ayata ve Çamlıbel, 2024, Ayata ve ark., 2024a;b; Kaplan ve ark., 2024; Çamlıbel ve Ayata, 2024a;b; Ayata ve Ayata, 2024).

Çizelge 7. Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları

Test	Balmumu Uygulaması	Ölçüm Sayısı	Ortalama	Değişim (%)	Homojenlik Grubu *: En yüksek değer, **: En düşük değer	Standart Sapma	Minimum	Maksimum	Varyasyon Katsayısı
⊥20°	Kontrol	10	0.60	-	C**	0.00	0.60	0.60	0.00
	1 kat	10	0.60	0.00	C**	0.00	0.60	0.60	0.00
	2 kat	10	0.88	↑46.67	B	0.10	0.80	1.00	11.74
	3 kat	10	0.94	↑56.67	A*	0.05	0.90	1.00	5.49
⊥60°	Kontrol	10	2.49	-	D**	0.24	2.20	2.80	9.74
	1 kat	10	3.52	↑41.37	C	0.08	3.40	3.60	2.24
	2 kat	10	4.62	↑85.54	B	0.12	4.50	4.80	2.66
	3 kat	10	5.77	↑131.73	A*	0.13	5.50	5.90	2.17
⊥85°	Kontrol	10	0.22	-	D**	0.13	0.10	0.40	59.84
	1 kat	10	0.80	↑263.64	C	0.00	0.80	0.80	0.00
	2 kat	10	6.68	↑2936.36	B	0.39	6.20	7.20	5.85
	3 kat	10	8.25	↑3650.00	A*	0.44	7.70	8.70	5.31
∥20°	Kontrol	10	0.66	-	C	0.05	0.60	0.70	7.82
	1 kat	10	0.63	↓4.55	C**	0.05	0.60	0.70	7.67
	2 kat	10	0.88	↑33.33	B	0.08	0.80	1.00	8.96
	3 kat	10	1.06	↑60.61	A*	0.08	1.00	1.20	7.96
∥60°	Kontrol	10	2.92	-	D**	0.26	2.50	3.20	8.96
	1 kat	10	3.87	↑32.53	C	0.05	3.80	3.90	1.25
	2 kat	10	4.96	↑69.86	B	0.21	4.70	5.30	4.16
	3 kat	10	6.56	↑124.66	A*	0.31	6.20	6.90	4.72
∥85°	Kontrol	10	1.62	-	D**	0.23	1.20	1.80	13.89
	1 kat	10	2.78	↑71.60	C	0.50	2.10	3.30	17.93
	2 kat	10	7.54	↑365.43	B	1.29	5.20	8.70	17.16
	3 kat	10	11.74	↑624.69	A*	0.47	11.20	12.40	4.00

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Sonuçlara göre, farklı kat sayılarına ait balmumu uygulamaları ile her iki yönlerdeki L^* , h° parametreleri ile WI^* değerlerinde azalışlar elde edilmiştir. Buna ek olarak, b^* , a^* ve C^* parametrelerinde, 60 ve 85 derecelerde her iki yönlerdeki parlaklık değerlerinde artışlar görülmüştür.

ΔE^* değerleri 1 kat balmumu için 9.78, 2 kat balmumu için 9.40 ve 3 kat balmumu için 9.62 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar birbirlerine çok yakın olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre, 2 ve 3 kat balmumu uygulamasının gerekli olmadığı söylenebilir.

Elde edilen balmumu ile kaplanmış örneklerin üzerinde farklı yaşlandırma uygulamalarının yapılması önerilmektedir.

AÇIKLAMA

Çalışmada etik kurul izni gerekmemiştir.

KAYNAKLAR

Ash, M., and Ash, I., (2013). Handbook of Paint and Coating Raw Materials, 2nd ed. Endicott, USA: Synapse Information Resources Inc.

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., (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*, 13(4): 1397-1403. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.26614/les-wood.2024.v73n01a07>.

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., Peker, H., Bilginer, E.H., Çamlıbel, O., ve Gürleyen, L., (2024b). Balmumu uygulanmış erik (*Prunus domestica* L.) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine farklı kat sayılarının etkileri, *Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 2(1): 2-8.

Bower, J.D., (2005). *Waxes, Coatings Technology Handbook*. ISBN: 0-8247-5794-7.

Bradbear, 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.

Cavus, V., Sahin, S., Esteves, B., and Ayata, U., (2019). Determination of thermal conductivity properties in some wood species obtained from Turkey, *Bioresources*, 14(3): 6709-6715. DOI: 10.15376/biores.14.3.6709-6715.

Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2024a). 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.

Çamlıbel, O., ve Ayata, Ü., (2024b). 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., ve Ayata, Ü., (2024c). Sibiryacı (*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.

Çetin, H., (2009). Deniz zararlılarına maruz kalmış iğne yapraklı odunların fiziksel ve kimyasal yönden incelenmesi, *Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bartın*.

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

Ding, G.K.C., (2008). Sustainable construction-The role of environmental assessment tools, *Journal of Environmental Management*, 86(3): 451-464. DOI: 10.1016/j.jenvman.2006.12.025.

Diñel, K., Çelebi, N., ve Şanıvar, N., (1970). *Ağaç Teknolojisi, Erkek Teknik Yüksek Öğretmen Okulu Yayınları, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul, Genel: No: 292, Seri C, 270 sayfa, No: 15*.

Doğan, B., (2018). Boraks ve borik asit ile emprenye edilmiş ve ısı işlem görmüş karaçam odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri, *Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İleri Teknolojiler Ağaç İşleri Teknolojisi Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya*.

Godinho, D., Araújo, S.D.O., Quilhó, T., Diamantino, T., and Gominho, J., (2021). Thermally modified wood exposed to different weathering conditions: A review, *Forests*, 12(10): 1400. DOI: 10.3390/f12101400.

Isajev, V., Fady, B., Semerci, H., and Andonovski, V., (2003). *European black pine (Pinus nigra). EUFORGEN Technical Guidelines for Genetic Conservation and Use*.

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., ve Ayata, Ü., (2024). Ebony Macassar (*Diospyros celebica* Bakh.) odununda balmumu uygulaması üzerine bir çalışma, *Journal of Green Technology and*

Environment, 2(1): 1-8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11097705>.

Konica Minolta, (1998). Sensing Americas Inc. Comunicaão precisa da cor. 57, p.

Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.

Lykidis, C., Mantanis, G., Adamopoulos, S., Kalafata, K., and Arabatzis, I., (2013). Effects of nanosized zinc oxide and zinc borate impregnation on brown rot resistance of black pine (*Pinus nigra* L.) wood, Wood Material Science & Engineering, 8: 4, 242-244. <https://doi.org/10.1080/17480272.2013.834969>.

Mesquita, R.R.S.D., (2023). Comportamento de madeiras tropicais submetidas ao intemperismo artificial e natural, Universidade De Brasília, Faculdade De Tecnologia, Departamento De Engenharia Florestal, Tese De Doutorado.

Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., amlıbel, O., ve Grleyen, L., (2024a). Zeytin (*Olea europaea* L.) aşabında bazı yzey zellikleri üzerine balmumum uygulamasının etkileri, Journal of Marine and Engineering Technology, 4(1): 1-10. <https://doi.org/10.58771/joinmet.1406915>.

Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O., ve Gürleyen, L., (2024b). Aşap aartma 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. <https://doi.org/10.55979/tjse.1407845>.

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(2): 474-483. <https://doi.org/10.1007/s10971-019-04996-3>.

Yan, L., Lio, J.Y., Wang, T., and Jarboe, D.H., (2015). Synthesis and characterization of acetylated and stearylized soy wax, Journal of the American Oil Chemists' Society, 90: 1063-1071.

Williams, D., (2003). Preserving and restoring furniture coatings. Smithsonian Institute (https://s3.amazonaws.com/theBarn/Articles/Restoration/Williams%2CDon-Preserving_and_Restoring_Furniture_Coatings.pdf)