



Dış ortam şartlarına maruz kalmış kızılçam odununda meydana gelen bazı yüzey özelliklerinin araştırılması

Ümit Ayata*

Öz

Günümüzde ahşap malzemeler üzerinde doğal ve yapay yaşlandırma uygulamalarına ait çalışmalar yapılmaktadır. Aynı ağaç türü bile farklı dış ortamlara bırakıldığında farklı sonuçlar göstermektedir. Dış ve iç ortam testleri sonrasında ahşap malzeme yüzeylerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Bu çalışma, Bayburt ili 3 ay süre ile dış ortam çevre şartlarına maruz kalmış kızılçam (*Pinus brutia*) odununda meydana gelen bazı yüzey değişikliklerinin araştırılması üzerine yapılmıştır. Yaşlandırma işlemi sonlarında ve öncesinde ahşap malzemelerde renk (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔH^* , ΔC^* , ΔE^* , L^* , a^* , b^* , C^* ve h^0), parlaklık (20° , 60° ve 85° 'de liflere dik ve paralel) ve beyazlık indeksi (liflere dik ve paralel) değerleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Bütün testler için hesaplanmış olan varyans analizi sonuçlarının anlamlı olduğu görülmüştür. Kontrol ölçümlerine kıyasla yaşlandırma sürelerinin artması sonrasında, liflere dik ve paralel beyazlık indeksi değerleri, L^* ve a^* değerleri azalırken, C^* , h^0 ve b^* değerlerinin arttığı görülmektedir. Buna ek olarak, 1. ay, 2. ay ve 3. ay sonunda ΔE^* değerleri sırasıyla 10.60, 10.58 ve 11.65 olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak renk, parlaklık ve beyazlık indeksi değerleri yaşlandırma uygulamaları ile değişmiştir.

Anahtar kelimeler: Doğal Yaşlandırma, Kızılçam, Renk, Parlaklık, Beyazlık İndeksi

Investigation of some surface properties of red pine wood exposed to outdoor conditions

Abstract

Today, studies on natural and artificial aging applications are carried out on wooden materials. Even the same tree species shows different results when left in different outdoor areas. After the external and internal environment tests, changes occur on the wood material surfaces. This study was carried out on the investigation of some surface changes in the red pine (*Pinus brutia*) wood exposed to outdoor environmental conditions for 3 months in Bayburt City, Turkey. Color and glossiness values of wood materials were determined before and after weathering. Colour (ΔL^* , Δa^* , Δb^* , ΔH^* , ΔC^* , ΔE^* , L^* , a^* , b^* , C^* and h^0), whiteness index (perpendicular and parallel to the fibers) values and glossiness (perpendicular and parallel to the fibers at 20° , 60° and 85°) values of wood materials were determined before and after weathering. According to the results obtained, the results of the analysis of variance calculated for all tests were found to be significant. Compared to the control measurements, after the increase in weathering times, whiteness index values perpendicular and parallel to the fibers, L^* and a^* values decreased, C^* , h^0 and b^* values increased. In addition, ΔE^* values at the end of 1st month, 2nd month and 3rd month were determined as 10.60, 10.58, and 11.65, respectively. As a result, colour, glossiness and whiteness index values changed with weathering applications.

Keywords: Natural Weathering, Red Pine, Colour, Glossiness, Whiteness Index

Makale tarihçesi: Geliş:05.10.2022, Kabul:07.12.2022, Yayınlanma:26.12.2022, *e-posta: umitayata@bayburt.edu.tr

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

Atıf: Ayata, Ü., (2022), Dış ortam şartlarına maruz kalmış kızılçam odununda meydana gelen bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 83-92. DOI:10.33725/mamad.1184911

1. Giriş

Ahşap, yaygın olarak bulunabilmesi, doğada fazla miktarda bulunan bir hammadde olması ve aynı zamanda basit kullanımlı ekipmanlarla çalışmasına izin vermesi nedeniyle ekonominin en çeşitli sektörlerinde aranan bir malzemedir (Pfeil ve Pfeil, 2003). Renk, ahşabın temel kimyasal bileşimini yansıtmaktadır (Hon ve ark., 1985). Zengin renkler ahşabı binalarda, mobilyalarda ve diğer eşyalarda estetik olarak çekici hale getirmiştir (Surminski, 2007). Odun rengindeki varyasyonlar; türler (Nishino ve ark., 1998; Cui ve ark., 2004), genetik özellikler (Bradbury ve ark., 2011) ve ağacın büyüdüğü çevresel koşullar (Derkyi ve ark., 2009) tarafından belirlenir. Bununla birlikte, ahşabın doğal renginin hava koşullarına maruz kaldığında bozulma kolaylığı, malzemenin sınırlamalarından biridir (Tolvaj ve Mitsui, 2005; Creemers ve ark., 2002). Doğal işlem görmemiş ahşabın güneş radyasyonu [ultraviyole (UV), görünür ve kızılötesi ışık], nem (çiy, yağmur, kar, vb.), sıcaklık ve oksijen gibi hava koşullarının neden olduğu çevresel bozulmaya karşı hassas olduğu iyi bilinmektedir (Feist ve ark., 1990). Bu faktörler arasında, güneş ışığından kaynaklanan UV radyasyonu (295-400 µm), ahşap yüzeylerdeki fiziksel ve kimyasal değişikliklerden en önemli sorumlu olanıdır (George ve ark., 2005). Bu faktörler ahşabın yüzeyinin renk değiştirme sürecini arttırır (Deka ve ark., 2008; Schaller ve Rogez, 2007).

Ahşapta ayrışma sırasında, kromoforik gruplar, oksijen ile reaksiyona girebilen ve ahşabın yüzey değişikliklerine yol açabilen serbest radikaller oluşturmak için UV ışığını emebilir (Lin ve Kringstad, 1970). Ahşabın, lignin ve odun ekstraktiflerinin foto-bozunması nedeniyle renk değiştirdiği kabul edilmektedir (Feist ve ark., 1990). Renk değişimi sürecinin ilk kısmı, lignindeki esas olarak α -karbonil, bifenil ve halka konjuge çift bağ yapılarının bozunmasından kaynaklanan karbonil ve karboksil grupları gibi kromoforik grupların oluşması ve ekstraktiflerin içeriden odun yüzeyine doğru hareket etmesinden kaynaklanmaktadır (Hon ve Feist, 1992; Lin ve Kringstad, 1970).

Genel olarak, güneş ışığı işlenmemiş ahşabı koyulaştırır. Daha sonra sarıya veya kahverengiye dönme eğilimindedirler. Daha sonra, bazı koyu renkli ağaçların rengi daha açık olma eğilimindedir (Feist, 1983).

Doğal ayrışma, ahşabın yüzeyinin 2 mm altında bir sınıra kadar bozulduğu bir yüzey bozulması sürecidir (Williams, 2005). Ayrıca Feist ve Hon, (1984), Hon, (2001) ve Silva ve Pastore (2004), güneş spektrumu içinde, ahşabın kimyasal bozulma reaksiyonlarının başlamasından UV ışınlarının sorumlu olduğunu vurgulamıştır. Güneş radyasyonu, hava nemi ve hava oksijeninin etkisi, odun yüzeyine koyu bir renk veren kromofor gruplarının oluşumuyla sonuçlanan ligninin oksidasyonunu sağlar (Williams, 2005).

Ahşap açık havada tutulduğunda, ligninin birçok kromoforu tarafından güçlü bir şekilde emilen güneş ışığından UV radyasyona maruz kalır. Ortaya çıkan aromatik serbest radikal oluşumu, lignin polimerlerinin bozulmasını tetiklemektedir (Hon, 1991; Paulsson ve Parkås, 2012).

Aynı tür ahşap malzeme farklı dış ortam koşulları karşısında farklı bir direnç gösterme eğilimindedir. Literatürde, Bayburt İl'i için kızılçam odunu üzerinde herhangi bir doğal yaşlandırma çalışmasının yapılmadığı görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, 90 gün süre boyunca Bayburt ili dış ortam çevre şartlarına maruz kalmış kızılçam odununda meydana gelen bazı yüzey değişikliklerini belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Çalışmada, kızılçam (*Pinus brutia*) odun türü seçilmiştir. Deney örnekleri 15 x 10 x 2 cm (uzunluk x genişlik x kalınlık) boyutlarında hazırlanmıştır. Numuneler ölçümlerden önce 20±2°C ve %65±5 bağıl nemde stabilize edilmiştir (ISO 554, 1976).

2.2. Metot

2.2.1. Doğal yaşlandırma uygulaması

Doğal ayrışma testi, Bayburt ilinde gerçekleştirilmiş ve 01.07.2022 ile 30.09.2022 tarihleri arasında toplamda 90 gün sürmüştür. Test numuneleri ASTM D 1641 (2004) standardına göre düz bir arazide, zemine 45° açı yapacak şekilde raflara sabitlenmiş ve güneğe doğru yönlendirilmiş olup, yerden yaklaşık 1 m yükseklikte yerleştirilmiştir. Deney örnekleri grup başına 4 örnekten oluşmuştur.

2.2.2. Parlaklık ölçümlerinin belirlenmesi

Optik özelliklerden biri olan parlaklık, ölçülecek yüzey için önemlidir. Yüzeyden yansıyan ışığın derecesi parlaklık ile ifade edilir. Parlaklık, yüzeye belirli bir açıyla gelen bir ışık huzmesinin yüzeyinin aydınlatılmasıyla ölçülür (Whitehouse ve ark., 1994). Parlaklık ölçümleri ETB-0833 model gloss meter cihazında (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN), ISO 2813 (1994) standardına göre 20°, 60° ve 85° açıları kullanılarak paralel (//) ve dik (⊥) yönlerde olacak şekilde belirlenmiştir.

2.2.3. Renk parametrelerinin belirlenmesi

CIELAB, L^* parametresinin 0-100 aralığında parlaklığı gösterdiği üç boyutlu bir spektrum sağlar. 100 olarak maksimum parlaklık, beyazlığı ve 0 olarak minimum parlaklık, numunelerin tam karanlık olduğunu gösterir. a^* ve b^* parametreleri, X ekseninde kırmızı renk $+a^*$ 'dan yeşil renk $-a^*$ 'ya ve Y ekseninde sarı renk $+b^*$ 'den mavi renge $-b^*$ renk değişimini belirtmek için sırasıyla X ve Y eksenlerini temsil eder (Mohebbi ve Saei, 2015). Merkez eksenden uzaklık, rengin kroma (C^*) veya doygunluğunu temsil eder. Renklilik eksenlerindeki açı, tonu (h^0) temsil etmektedir (Ly ve ark., 2020). Numunelerin 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°/dağılık aydınlatma)] (ASTM D 2244-3, 2007) cihazı kullanılarak ölçülmüştür. ΔL^* ve ΔC^* yaşlandırma öncesi ve sonrası orijinal ve son koordinatlar arasındaki fark değerlerini temsil etmektedir. Düşük bir ΔE^* değeri, renkte düşük bir değişiklik anlamına gelmektedir (Agnieszka, 2013). Renk değiştirme kriterleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu çizelge ile elde edilen sonuçlar kıyaslanmıştır.

Çizelge 1. Renk değiştirme kriterleri (Barański ve ark., 2017)

ΔE^* Değeri	→	Gözlem Sonucuna Göre Verilen Kriter İfadesi
$\Delta E^* < 0.2$	→	Görünmez renk değişimi
$2 > \Delta E^* > 0.2$	→	Hafif renk değişimi
$3 > \Delta E^* > 2$	→	Yüksek filtrede görünür renk değişimi
$6 > \Delta E^* > 3$	→	Filtrenin ortalama kalitesiyle görülebilen bir renk değişimi
$12 > \Delta E^* > 6$	→	Yüksek renk değişimi
$\Delta E^* > 12$	→	Farklı renk

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

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

$$\Delta a^* = (a^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - a^*_{\text{yaşlandırılmamış deney örneği}}) \quad (3)$$

$$\Delta L^* = (L^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - L^*_{\text{yaşlandırılmamış deney örneği}}) \quad (4)$$

$$\Delta b^* = (b^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - b^*_{\text{yaşlandırılmamış deney örneği}}) \quad (5)$$

$$\Delta C^* = (C^*_{\text{yaşlandırılmış deney örneği}} - C^*_{\text{yaşlandırılmamış deney örneği}}) \quad (6)$$

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

2.2.4. Beyazlık indeksinin belirlenmesi

Beyaz, akromatik bir renktir ve 400 ila 700 nm dalga boyunda sabit absorpsiyon ile karakterize edilir (Zollinger, 2003). Yaşlandırılmış ve kontrol deney örneklerine ait olan liflere dik ve paralel yönlerde olacak şekilde beyazlık indeksi değerleri ASTM E313-15e1, (2015) standardına göre Whiteness Meter BDY-1 cihazında belirlenmiştir.

2.3. İstatistiksel analiz

Yaşlandırma öncesi ve sonrası elde edilen verilerle minimum ve maksimum değerleri, standart sapmaları, homojenlik grupları, varyans analizi ve çoklu karşılaştırmaları bir SPSS programı kullanılarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Çizelge 2’de beyazlık indeksi değerlerine, renk parametrelerine ve parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları gösterilmiştir. Sonuçlara göre, lif yönleri (dik ve paralel) için beyazlık indeksi, kroma (C^*), ton açısı (h^0), ışıklılık (L^*), kırmızı (a^*) renk tonu ve sarı (b^*) renk tonu değerlerine ve bütün parlaklık dereceleri (20° , 60° ve 85°) ve lif yönleri (dik ve paralel) için yaşlandırma süresinin etkisi anlamlı olarak elde edilmiştir.

Çizelge 3’de beyazlık indeksi değerlerine, renk parametrelerine ve parlaklık değerleri ait sonuçları verilmiştir. Sonuçlara göre, kontrol ölçümlerine kıyasla yaşlandırma süreleri arttığında, L^* ve a^* değerleri azalırken, C^* , h^0 ve b^* değerlerinin azaldığı görülmektedir. Söğütü ve Sönmez (2006) tarafından L^* değerinde elde edilen “*artışın daha açık renk*”, “*azalışın ise koyulaşmanın*” bir sonucu olduğu şeklinde bildirilmiştir.

Kerber ve ark., (2016) tarafından 240 gün boyunca doğal yaşlandırmaya maruz bırakılmış ve bırakılmamış *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J. F. Macbr., *Erismia uncinatum* Warm ve *Parkia pendula* (Willd.) Benth. ex Walp odunları üzerinde renk parametreleri araştırılmıştır. Yaşlandırma uygulamasından sonra L^* , a^* , b^* ve C^* değerlerinin azaldığı bildirilmiştir.

Bal ve Ayata, (2022) tarafından yapılan karakavak odununa ait 3 aylık doğal yaşlandırma uygulaması sonrasında yaşlandırma süresinin artması ile 20° ve 60° derecelerde liflere dik ve paralel parlaklık değerleri ile L^* ve h^0 değerlerinin azaldığı, b^* , a^* ve C^* değerlerinin ise arttığı rapor edilmiştir.

Ayata, (2022) tarafından yapılan opepe (*Nauclea diderrichii*) odununda doğal yaşlandırma uygulamasında 60. günün sonunda h^0 ve b^* değerlerinin arttığı ve L^* , C^* ve a^* değerlerinin ise azaldığı bildirilmiştir.

Tonguç ve ark., (2022) tarafından yapılan Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda doğal yaşlandırma sonrasında h^0 ve L^* değerlerinin azaldığı, C^* , a^* ve b^* değerlerinin ise arttığı rapor edilmiştir.

Belirlenmiş olan parlaklık sonuçlarına göre, yaşlandırma sürelerinin artması ile 20°, 60° ve 85°'de liflere dik ve paralel ölçümlerde parlaklık dereceleri kontrol ölçümlerine kıyasla yaşlandırmanın son 3. ayında artmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 2. Beyazlık indeksi, renk ve parlaklık değerlerine ait varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Işıklılık (L*) Değeri	Yaşlandırma Süresi	3	784.861	261.620	1255.750	0.000*
	Hata	36	7.500	0.208		
	Toplam	40	125331.265			
	Düzeltilmiş Toplam	39	792.361			
Kırmızı (a*) Renk Tonu Değeri	Yaşlandırma Süresi	3	25.045	8.348	28.949	0.000*
	Hata	36	10.382	0.288		
	Toplam	40	7011.629			
	Düzeltilmiş Toplam	39	35.427			
Sarı (b*) Renk Tonu Değeri	Yaşlandırma Süresi	3	142.149	47.383	73.324	0.000*
	Hata	36	23.264	0.646		
	Toplam	40	29839.034			
	Düzeltilmiş Toplam	39	165.412			
Kroma (C*) Değeri	Yaşlandırma Süresi	3	88.712	29.571	48.995	0.000*
	Hata	36	21.728	0.604		
	Toplam	40	36994.197			
	Düzeltilmiş Toplam	39	110.439			
Ton (h°) Açısı Değeri	Yaşlandırma Süresi	3	282.545	94.182	130.705	0.000*
	Hata	36	25.940	0.721		
	Toplam	40	164667.295			
	Düzeltilmiş Toplam	39	308.485			
20°'de Liflere Dik (⊥) Yönde Parlaklık	Yaşlandırma Süresi	3	0.034	0.011	13.600	0.000*
	Hata	36	0.030	0.001		
	Toplam	40	9.280			
	Düzeltilmiş Toplam	39	0.064			
60°'de Liflere Dik (⊥) Yönde Parlaklık	Yaşlandırma Süresi	3	2.793	0.931	47.473	0.000*
	Hata	36	0.706	0.020		
	Toplam	40	645.100			
	Düzeltilmiş Toplam	39	3.499			
85°'de Liflere Dik (⊥) Yönde Parlaklık	Yaşlandırma Süresi	3	74.133	24.711	337.606	0.000*
	Hata	36	2.635	0.073		
	Toplam	40	682.830			
	Düzeltilmiş Toplam	39	76.768			
20°'de Liflere Paralel () Yönde Parlaklık	Yaşlandırma Süresi	3	0.235	0.078	47.746	0.000*
	Hata	36	0.059	0.002		
	Toplam	40	8.850			
	Düzeltilmiş Toplam	39	0.294			
60°'de Liflere Paralel () Yönde Parlaklık	Yaşlandırma Süresi	3	5.701	1.900	92.570	0.000*
	Hata	36	0.739	0.021		
	Toplam	40	762.470			
	Düzeltilmiş Toplam	39	6.440			
85°'de Liflere Paralel () Yönde Parlaklık	Yaşlandırma Süresi	3	127.160	42.387	525.455	0.000*
	Hata	36	2.904	0.081		
	Toplam	40	2078.880			
	Düzeltilmiş Toplam	39	130.064			
Liflere Dik (⊥) Yönde Beyazlık İndeksi	Yaşlandırma Süresi	1	447.458	447.458	1287.855	0.000*
	Hata	18	6.254	0.347		
	Toplam	20	5911.920			
	Düzeltilmiş Toplam	19	453.712			
Liflere Paralel () Yönde Beyazlık İndeksi	Yaşlandırma Süresi	1	544.968	544.968	42649.670	0.000*
	Hata	18	0.230	0.013		
	Toplam	20	2423.120			
	Düzeltilmiş Toplam	19	545.198			

*: Anlamlı

Liflere paralel yöndeki parlaklık ölçümünde elde edilen sonuçlar, liflere dik yöndeki sonuçlardan yüksek olarak elde edilmesinin nedeni "ışık odun lifi boyunca yayıldığında, hücre boşluğuna giren ışık, hücrenin uzun eksenini boyunca çok az enerji kaybıyla doğrudan kırılabilir. Yine de hücrenin eni çapı uzunluğundan çok daha küçük olduğu için ışık hücre

uzunluğu yönüne dik olarak iletildiğinde hücre boşluğuna giren ışık hücre iç duvarı tarafından engellenmektedir. Bu nedenle, yansıyan ışığın yoğunluğu daha da zayıflatmakta ve lif yönüne paralel yüzey parlaklığının değeri, liflere dik olandan daha yüksek olmaktadır (Yu ve ark., 2022)” şeklinde açıklanmıştır. Buna ek olarak, yaşlandırma süresinin son bölümünde (3. ay süre sonunda) bütün liflere dik ve paralel yönlerde yapılan beyazlık indeksi değerleri için elde edilen sonuçların azaldığı görülmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Renk, beyazlık indeksi ve parlaklık değerlerine ait sonuçlar

Test	Yaşlandırma Süresi	N	Ortalama	Değişim (%)	HG	SS	Minimum	Maksimum	COV
Işıklılık (L*) Değeri	Yaşlandırılmamış	10	63.35	-	A*	0.61	62.40	64.15	0.97
	1. ay sonunda	10	53.24	↓15.96	C	0.46	52.51	53.91	0.86
	2. ay sonunda	10	54.40	↓14.13	B	0.19	54.01	54.60	0.36
	3. ay sonunda	10	52.21	↓17.58	D**	0.46	51.46	52.83	0.88
Kırmızı (a*) Renk Tonu Değeri	Yaşlandırılmamış	10	14.19	-	A*	0.77	13.15	15.18	5.45
	1. ay sonunda	10	13.73	↓3.24	A	0.40	13.13	14.36	2.88
	2. ay sonunda	10	12.74	↓10.22	B	0.29	12.18	13.23	2.24
	3. ay sonunda	10	12.18	↓14.16	C**	0.56	11.22	12.85	4.62
Sarı (b*) Renk Tonu Değeri	Yaşlandırılmamış	10	24.65	-	C**	1.04	22.51	25.70	4.21
	1. ay sonunda	10	27.42	↑11.24	B	0.68	26.56	28.53	2.47
	2. ay sonunda	10	29.96	↑21.54	A*	0.42	29.48	30.94	1.39
	3. ay sonunda	10	26.92	↑9.21	B	0.94	24.77	28.13	3.48
Kroma (C*) Değeri	Yaşlandırılmamış	10	28.45	-	D**	1.09	26.24	29.33	3.85
	1. ay sonunda	10	30.67	↑7.80	B	0.75	29.74	31.94	2.44
	2. ay sonunda	10	32.55	↑14.41	A*	0.48	31.95	33.65	1.47
	3. ay sonunda	10	29.79	↑4.71	C	0.65	28.70	30.75	2.19
Ton (h°) Açısı Değeri	Yaşlandırılmamış	10	60.08	-	D**	1.39	58.30	62.33	2.31
	1. ay sonunda	10	63.41	↑5.54	C	0.43	62.73	64.32	0.68
	2. ay sonunda	10	66.96	↑11.45	A*	0.29	66.57	67.58	0.43
	3. ay sonunda	10	65.95	↑9.77	B	0.83	64.88	67.53	1.26
20°de Liflere Dik (⊥) Yönde Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	0.50	-	A*	0.00	0.50	0.50	0.00
	1. ay sonunda	10	0.50	0.00	A*	0.00	0.50	0.50	0.00
	2. ay sonunda	10	0.49	↓2.00	A	0.03	0.40	0.50	6.45
	3. ay sonunda	10	0.43	↓14.00	B**	0.05	0.40	0.50	11.23
60°de Liflere Dik (⊥) Yönde Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	3.58	-	C	0.04	3.50	3.60	1.18
	1. ay sonunda	10	4.30	↑20.11	A*	0.16	4.10	4.60	3.80
	2. ay sonunda	10	4.03	↑12.57	B	0.18	3.80	4.40	4.38
	3. ay sonunda	10	4.11	↑14.80	B	0.14	4.00	4.30	3.33
85°de Liflere Dik (⊥) Yönde Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	1.63	-	D**	0.16	1.50	1.90	10.04
	1. ay sonunda	10	5.25	↑222.09	A*	0.28	4.90	5.70	5.33
	2. ay sonunda	10	4.20	↑157.67	C	0.13	4.10	4.50	3.17
	3. ay sonunda	10	4.49	↑175.46	B	0.41	4.10	4.90	9.18
20°de Liflere Paralel () Yönde Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	0.50	-	A	0.00	0.50	0.50	0.00
	1. ay sonunda	10	0.51	↑2.00	A*	0.03	0.50	0.60	6.20
	2. ay sonunda	10	0.51	↑2.00	A*	0.06	0.40	0.60	11.13
	3. ay sonunda	10	0.33	↓34.00	B**	0.05	0.30	0.40	14.64
60°de Liflere Paralel () Yönde Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	3.76	-	C**	0.25	3.10	3.90	6.54
	1. ay sonunda	10	4.81	↑27.93	A*	0.10	4.70	5.00	2.07
	2. ay sonunda	10	4.45	↑18.35	B	0.05	4.40	4.50	1.18
	3. ay sonunda	10	4.37	↑16.22	B	0.09	4.20	4.50	2.17
85°de Liflere Paralel () Yönde Parlaklık	Yaşlandırılmamış	10	4.04	-	D**	0.50	3.20	4.60	12.30
	1. ay sonunda	10	8.76	↑116.83	A*	0.16	8.40	9.00	1.80
	2. ay sonunda	10	7.90	↑95.54	B	0.07	7.80	8.00	0.84
	3. ay sonunda	10	7.22	↑78.71	C	0.21	7.00	7.70	2.98
Liflere Dik (⊥) Yönde Beyazlık İndeksi	Yaşlandırılmamış	10	21.25	-	A*	0.13	21.10	21.40	0.60
	3. ay sonunda	10	11.79	↓44.52	B**	0.82	10.40	12.50	6.99
Liflere Paralel () Yönde Beyazlık İndeksi	Yaşlandırılmamış	10	14.91	-	A*	0.09	14.80	15.00	0.59
	3. ay sonunda	10	4.47	↓70.02	B**	0.13	4.30	4.60	2.99

N: Ölçüm Sayısı, SS: Standart Sapma, HG: Homojenlik Grubu, COV: Varyasyon Katsayısı,

*: En yüksek değeri ifade etmektedir, **: En düşük değeri ifade etmektedir.

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 4’de gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, toplam renk farkı değerleri yaşlandırmanın 1. ay sonunda $\Delta E^* = 10.60$, 2. ay sonunda $\Delta E^* = 10.58$ ve 3. ay sonunda $\Delta E^* = 11.65$ olarak ölçüm sonuçları hesaplanmıştır. Buna ek olarak,

Barański ve ark., (2017) tarafından bildirilen renk değiştirme kriterleri ile bu sonuçlar kıyaslandığında 1., 2. ve 3. ay sonunda ΔE^* değerlerinin “**yüksek renk değişimi ($12 > \Delta E^* > 6$)**” kategorisine ait sonuçları verdiği görülmektedir.

Bal ve Ayata, (2022) tarafından yapılan karakavak odununa ait 3 aylık doğal yaşlandırma uygulaması için 1. ay sonunda ΔE^* : 14.31, 2. ay sonunda ΔE^* : 16.73 ve 3. ay sonunda ΔE^* : 19.48 olarak bulunduğu bildirilmiştir.

Işıklılık, kroma ve renk tonundaki değişimin sonucu toplam renk (ΔE^*) değişimidir (Agnieszka, 2013). Yaşlandırma işleminin ilk adımı, ahşabın estetik görünümünün değiştiği bir yüzey olgusudur (Williams, 2005). Korunmasız ahşabın güneş ışığı ve yağmur dönemleri de dahil olmak üzere dış hava koşullarına uzun süre maruz kalmasının en yaygın olarak belirtilen etkisi ahşabın yüzey renginde bir değişikliklerdir (Kropat ve ark., 2020).

Oberhofnerová ve ark., (2017) tarafından Prag’da 12 ay süre boyunca dış ortama bırakılmış Avrupa ladini (*Picea abies* L. Karst), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), Saplı meşe (*Quercus robur* L.), yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.), kavak (*Populus* sp.), dağ akçağacı (*Acer pseudoplatanus* L.), kızılalağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn) ve Avrupa melezi (*Larix decidua* [Mill.]) ahşap türlerinde toplam renk değişikliklerine (ΔE^*) dayalı bir renk bozulması eğilimi gözlemledikleri bildirilmiştir.

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununda 6, 12 ve 18 ay dış ortamda bekletilen kontrol örnekleri için 60°’de yapılan parlaklık ölçümlerinde sırası ile 3.30, 2.00 ve 1.80 olarak elde edildiği bildirilmiş, ilk 6 aylık sürede kontrol örneklerinin parlaklık değerlerinde %17.63 oranında artış olduğu bildirilmiştir (Can, 2018; Can ve Sivrikaya, 2019).

Çizelge 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

Yaşlandırma süresi	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔH^*	ΔC^*	ΔE^*	Renk değiştirme kriterleri (Barański ve ark., 2017)
1. ay sonunda	-10.12	-0.46	2.77	1.71	2.21	10.60	$12 > \Delta E^* > 6$ Yüksek renk değişimi
2. ay sonunda	-8.96	-1.45	5.31	3.66	4.10	10.58	$12 > \Delta E^* > 6$ Yüksek renk değişimi
3. ay sonunda	-11.14	-2.01	2.27	3.12	1.34	11.65	$12 > \Delta E^* > 6$ Yüksek renk değişimi

4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir;

- 1. ay sonunda ΔE^* değeri 10.60, 2. ay sonunda ΔE^* değeri 10.58 ve 3. ay sonunda ΔE^* değeri 11.65 olarak ölçülmüştür.
- Bütün testler için varyans analizi sonuçlarının anlamlı olarak elde edildiği görülmüştür.
- Kontrol ölçümlerine kıyasla, yaşlandırma sürelerinin artması sonrasında, liflere dik ve paralel beyazlık indeksi değerleri, L^* ve a^* değerleri azalırken, C^* , h^o ve b^* değerlerinin arttığı belirlenmiştir.

Yaşlandırılmış ve kontrol test örneklerinin yüzeylerine çeşitli vernikler uygulandıktan sonra bazı üst yüzey testleri uygulanarak, meydana gelen değişikliklerin araştırılması önerilmektedir.

Yazar Katkıları

Ümit Ayata: Çalışma konusunun belirlenmesi, verilerin elde edilmesi, verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması, makalenin yazılması.

Kaynaklar

- Agnieszka J. (2013), The study of changes in color of wood angelim pedra (*Hymenolobium* sp.) and piquia (*Caryocar* sp.) during artificial weathering. *Forestry and Wood Technology*, 82, 339-343.
- ASTM D 1641, (2004), Standard practice for conducting outdoor exposure test of varnishes, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, United States.
- 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. (2022), Opepe (*Nauclea diderrichii*) ahşabında doğal yaşlandırma performansı üzerine bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, 1. Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Sempozyumu, 1 - 4 Aralık 2022, Abant - Bolu, Türkiye, 147-157.
- Bal, B.C., Ayata, Ü. (2022), Karakavak odununda renk, beyazlık indeksi ve parlaklık özellikleri üzerine doğal yaşlandırmanın etkisi, Akdeniz 8. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 19 - 20 Kasım 2022, Girne.
- Barański, J., Klement, I., Vilkovská, T., Konopka, A. (2017), High temperature drying process of beech wood (*Fagus sylvatica* L.) with different zones of sapwood and red false heartwood. *BioResources*, 12(1), 1861-1870. DOI: 10.15376/biores.12.1.1861-1870.
- Bradbury, G.J., Potts, M.B., Beadle, C.L. (2011), Quantifying phenotypic variation in wood colour in *Acacia melanoxylon* R.Br. *Forestry*, 83: 153-162.
- Can, A. (2018), Su itici maddeler ile kombine edilmiş bazı emprenye maddelerinin performansının incelenmesi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Batın.
- Can, A., Sivrikaya, H. (2019), Surface characterization of wood treated with boron compounds combined with water repellents. *Color Research and Application*, 44(3), 462-472. DOI: 10.1002/col.22357.
- Creemers, J., De Meijer, M., Zimmermann, T., Sell, J. (2002), Influence of climatic factors on the weathering of coated wood. *Holz als Werkst*, 60, 411-420.
- Cui, W., Kamdem, P., Rypstra, T. (2004), Diffuse reflectance infrared Fourier transform spectroscopy (DRIFT) and color changes of artificial weathered wood. *Wood and Fiber Science*, 36: 291-301.
- Deka, M., Humar, M., Kricej, G.B., Petric, M. (2008), Effects of UV light irradiation on colour stability of thermally modified, copper ethanolamine treated and non-modified wood: EPR and DRIFT spectroscopic studies. *Wood Science and Technology*, 42: 5-20.

- Derkyi, N.S.A., Bailleres, H., Chaix, G., Thevenon, M.F., Oteng-Amoako, A.A., Adu-Bredu, S. (2009), Colour variation in teak (*Tectona grandis*) wood from plantations across the ecological zones of Ghana, *Ghana Journal of Forestry*, 25(1), 40-50. DOI:10.4314/gjf.v25i1.60698.
- Feist, W.C., Hon, D.N.S. (1984), Chemistry of weathering and protection. In: Rowell, R.M. (Ed.). The chemistry of solid wood. *Washington: American Chemical Society*, 207, 401-451. DOI: 10.1021/ba1984-0207.ch011.
- Feist, W.C., Rowell, R.M., Barbour, R.J. (1990), Outdoor wood weathering and protection, archaeological wood: properties. *Chemistry, and Preservation*, 225, 263-298.
- Feist, W.C. (1983), Weathering and protection of wood, Proc. American Wood-Preservers' Association, 79, 195-205.
- George, B., Suttie, E., Merlin, A., Deglise, X. (2005), Photodegradation and photostabilisation of wood-the state of the art. *Polymer Degradation and Stability*, 88: 268-274. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2004.10.018.
- Hon, D.N.S. (1991), Photochemistry of wood, In: Hon D.N.S., Shiraishi N (eds) Wood and cellulosic chemistry, Marcel Dekker, New York, pp 525-555.
- Hon, D.N.S. (2001), Weathering and photochemistry of wood. In: Hon, D.N.S.; Shiraishi, N. (Ed.). Wood and cellulosic chemistry. 2.ed. New York: Marcel Dekker, 2001. p.513-546.
- Hon, D.N.S., Chang, S.T., Feist, W.C. (1985), Protection of wood surfaces against photooxidation. *Journal of Applied Polymer Science*, 30(4), 1429-1448. DOI: 10.1002/app.1985.070300410.
- Hon, D.N.S., Feist, W.C. (1992), Hydroperoxidation in photoirradiated wood surfaces. *Wood and Fiber Science*, 24(4), 448-455.
- 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.
- Kerber, P.R., Stangerlin, D.N., Pariz, E., de Melo, R.R., de Souza, A.P., Calegari, L. (2016), Colorimetry and surface roughness of three amazon woods submitted to natural weathering. *Nativa, Sinop*, 4(5), 303-307. DOI: 10.14583/2318-7670.v04n05a06.
- Kropat, M., Hubbe, M.A., Laleicke, F. (2020), Natural, accelerated, and simulated weathering of wood: A Review. *BioResources*, 15(4), 9998-10062.
- Lin, S.Y., Kringstad, K.P. (1970), Photosensitive groups in lignin and lignin model compounds. *Tappi*, 53(4), 658-663.
- Ly, B.C.K., Dyer, E.B., Feig, J.L., Chien, A.L., Del Bino, S. (2020), Research techniques made simple: cutaneous colorimetry: a reliable technique for objective skin color measurement. *The Journal of Investigative Dermatology*, 140(1), 3-12.e1. DOI: 10.1016/j.jid.2019.11.003.

- Mohebbi, B., Saei, A.M. (2015), Effects of geographical directions and climatological parameters on natural weathering of fir wood, *Construction and Building Materials*, 94: 684-690. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2015.07.049.
- Nishino, Y., Jamin, G., Chanson, B., Detienne, P., Gril, J., Thibaut, B. (1998), Colometry of wood specimens from French Guiana, *Journal of Wood Science*, 44, 3-8.
- Oberhofnerová, E., Pánek, M., García-Cimarras, A. (2017), The effect of natural weathering on untreated wood surface. *Maderas. Ciencia y tecnología*, 19(2), 173-184. DOI: 10.4067/S0718-221X2017005000015.
- Paulsson, M., Parkås, J. (2012), Review: light-induced yellowing of lignocellulosic pulps-mechanisms and preventive methods. *BioResources*, 7(4), 5595-6040.
- Pfeil, W., Pfeil, M. (2003), *Estruturas de Madeira (Wood Structures)*, LTC, Rio, 240 pp.
- Schaller, C., Rogez, D. (2007), New approaches in wood coating stabilization. *Journal of Coatings Technology and Research*, 4, 401-409.
- Silva, J.O., Pastore, T.C.M. (2004), Fotodecomposição e proteção de madeiras tropicais. *Floresta e Ambiente, Seropédica*, 21(2), 7-13.
- Söğütlü, C., Sönmez, A. (2006), Değişik koruyucular ile işlem görmüş bazı yerli ağaçlarda UV ışınlarının renk değiştirici etkisi. *Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21(1), 151-159.
- Surminski, J. (2007), *Wood Properties and Uses*. Amsterdam: Springer; 201 p.
- Tolvaj, L., Mitsui, K. (2005), Light source dependence of the photodegradation of wood. *Journal of Wood Science*, 51(5), 468-473.
- Tonguç, F., Ergül, H.A., Ayata, Ü. (2022), Monteri çamı (*Pinus radiata* D Don) odununda renk, parlaklık ve beyazlık indeksi üzerine doğal yaşlandırma uygulamasının etkisi. *Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(2), 116-119.
- Whitehouse, D.J., Bowena, D.K., Venkatesh, V.C., Lonardo, P., Brownd, C.A. (1994), Gloss and surface topography. *CIRP Annals*, 43(2), 541-549.
- Williams, R.S. (2005), Weathering of wood. In: Rowell, R.M. (Ed.) *Handbook of wood chemistry and wood composites*, Boca Raton: CRC Press, p. 139-185.
- Yu, Z., Hu, J., Liu, Y., Chang, S., Li, T., Liu, G., Huang, Q., Yuan, J. (2022), An Investigation on the visible characteristics of four caesalpiniaceae wood species in Gabon. *Journal of Renewable Materials*, 10(5), 1365-1379. DOI: 10.32604/jrm.2022.018255.
- Zollinger, H. (2003), *Color chemistry, syntheses, properties, and applications of organic dyes and pigments*, New York: Wiley-VCH.