

## ARAŞTIRMA MAKALESİ

### Öne Çıkan Sonuçlar:

- Yaşlandırma süresinin yüzey pürüzlülüğüne etkisi
- Yaşlandırma süresinin renk değişimine etkisi
- Kayın ve ladin odunlarında meydana gelen değişimlerin kıyaslanması

### Yazışma yazarı:

Salih KAYA,  
salih.kaya@btu.edu.tr

### Referans:

Fidan, M.S., Ertaş, M., Kaya, S., Karademir, A., (2018), Hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakılan kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü üzerine etkileri, İklim değişikliği ve çevre, 4, (2) 1-9

Makale Gönderimi : 17 EYLÜL 2018  
Online Kabul : 22 NİSAN 2019  
Online Basım : 25 EKİM 2019

## Hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakılan kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü üzerine etkileri

M. Said FİDAN<sup>1</sup>, Murat ERTAŞ<sup>1</sup>, Salih KAYA<sup>1</sup>, Arif KARADEMİR<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yıldırım, Bursa, Türkiye.

**Özet** Rutubet, ışık, ultraviyole radyasyon, mekanik güçler ve sıcaklık etkisi olarak tanımlanan açık hava etkileri ahşap malzeme için önemli bir risk faktörüdür. Bu etkiler neticesinde ağaç malzemenin renginde, kimyasal ve fiziksel yapısında bazı değişimler meydana gelmektedir. Meydana gelen bu olumsuz değişimler (ahşap malzemede yaşlanma) ağacın kullanım ömrünü kısaltması ve ayrıca bozulan malzemelerin yenilenme maliyetinin giderek yükselmesi bakımından çok önemlidir. Bu çalışma, dış ortamın bozandırıcı etkilerini ölçebilmek için kayın ve ladin odunlarının laboratuvarında hızlandırılmış yaşlandırmaya maruz bırakılan ağaç malzemelerin bünyesine su alımını azaltmak veya kontrol etmek ve bunun sonucu olarak dış hava şartlarının bozandırıcı etkisine karşı oluşan performans ölçmek amacıyla yapılmıştır. Bu nedenle, araştırmada odun materyali olarak kayın ve ladin kullanılmıştır. Hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakılan kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Uygun boyutlara getirilen numuneler daha sonra ASTM G 154 (2012) standardına uygun olarak (numuneler 4 saat yoğunlaşmanın ardından 8 saat UV ışın yoğunluğunda bırakılarak döngü tamamlanmıştır) hızlandırılmış yaşlandırma cihazında 168 saat, 336 saat, 504 saat ve 672 saat süreler boyunca UV yaşlandırma etkilerine maruz bırakılmıştır. Elde edilen numunelerin bazı test özellikleri incelenmiştir. İşlem görmemiş (kontrol) ve işlem görmüş yaşlandırılmış numunelerin yüzey pürüzlülüğü ve renk ölçümü özellikleri incelenerek hangilerinin daha avantajlı olduğu ortaya konmaya çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, deney numunelerinde yüzey pürüzlülüğünün en yüksek ortalama Ra, Rz ve Rq değerleri kayın ağacında ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte bulunduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, yaşlandırma süresi arttıkça yüzey pürüzlülük ortalama Ra, Rz ve Rq miktarlarının da arttığı gözlemlenmektedir. Renk ölçümünün kayın ağacında en düşük ortalama  $\Delta L$  ve  $\Delta b$  değeri 168 saat yaşlandırma süresinde,  $\Delta a$  değerinde 366 saat yaşlandırma süresinde ve  $\Delta E$  değerinde ise 672 saat yaşlandırma süresinde çıktıkları tespit edilmiştir. Ladin ağacında ise, en düşük ortalama  $\Delta L$  ve  $\Delta b$  değeri 672 saat yaşlandırma süresinde,  $\Delta a$  ve  $\Delta E$  değerlerinde ise 366 saat yaşlandırma süresinde çıktıkları saptanmıştır. Bu sonuçlar ışığında, odun türleri arasındaki yüzey pürüzlülükleri ve renk ölçümleri arasındaki farklılaşmalar anatomik özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Hızlandırılmış yaşlandırma, Odun, Yüzey pürüzlülüğü, Renk değişimi

## Effects on the surface roughness and color measurement of beech and spruce wood exposed to accelerated UV weathering

**Abstract** Open air effects defined as moisture, light, ultraviolet radiation, mechanical forces and temperature effects are an important risk factor for wood. As a result of these effects, there are some changes in the colour, chemical and physical structure of the wood material. These negative changes (weathering in wood) are very important because of shorten the useful life of the tree and the cost of renewal of the degrading materials gradually increases. The purpose of this study was to reduce or control the water absorption of wood materials exposed to accelerated UV weathering in laboratory of beech and spruce wood to measure the deformed effect of outdoor conditions. In addition to this, it is aimed that to measure the performance against the deformed effect of outdoor weather conditions as a result. For this reason, beech and spruce were used as wood material in this research. It is aimed to determine the surface roughness and color measurement properties of beech and spruce woods subjected to accelerated UV weathering effects. The samples brought to the appropriate dimensions were subjected to UV weathering effects at 168 hours, 336 hours, 504 hours, and 672 hours on the accelerated UV weathering device (the cycles were completed by leaving the samples at 8 hours of UV light intensity after 4 hours of condensation) in accordance with ASTM G 154 (2012) standard. Obtained samples were examined some test properties. It has been tried to find out which is more advantageous by

examining the surface roughness and color measurement properties of the untreated (control) and processed aged samples. According to the results obtained, the highest average Ra, Rz and Rq values of the surface roughness of the test specimens were found in beech wood and 672 hours in weathering time. Similarly, as the weathering time increases, the average roughness Ra, Rz and Rq increases. The lowest mean values of color measurement in the beech tree were found to be 168 hours in  $\Delta L$  and  $\Delta b$ , 366 hours in  $\Delta a$  and 672 hours in  $\Delta E$  in accelerated weathering time. In the spruce tree, the lowest average  $\Delta L$  and  $\Delta b$  values were found to be 672 hours in accelerated weathering time, and  $\Delta a$  and  $\Delta E$  values were 366 hours in accelerated weathering time. In the light of these results can be attributed to differences in the anatomical characteristics of the differences in surface roughness and color measurements between wood species.

**Keywords:** Accelerated weathering, Wood, Surface roughness, Color measurement.

## 1. Giriş

Asırlardır yoğun ve çok yönlü kullanım alanlarına sahip olan odun hammaddesi doğal dayanıklılığa sahip olmakla birlikte çevre koşullarından etkilendiği içinde çevre koşullarının bozundurma etkisine sahiptir. Ultraviyole ışınlarının etkisi bozundurma olayında en önemli faktörlerden birisidir. Odunun yüzey yapısının bozunması, yüzeyde veya yüzeye yakın kısımlardaki renk değişiklikleri, yağmur suyunun tesiriyle yıkanma ve çatlaklar gibi etkenler odunda açık havanın tesiriyle oluşan diğer değişikliklerdir (Temiz, 2005).

Odun, doğal dayanıklılığa sahip bir malzeme olduğu için yüzyıllardır çok yönlü ve yoğun bir kullanım alanına sahip olmakla birlikte diğer tüm biyolojik maddeler gibi çevre faktörlerinin bozundurma etkisine açıktır. Bu bozundurma olayında ana faktör ultraviyole ışınlarının (UV) etkisidir. Bununla birlikte, açık hava etkisiyle odunda meydana gelen diğer değişiklikler ise; yüzey ve yüzeye yakın kısımlarda meydana gelen renk değişimi, çatlaklar, yüzey yapısının bozunması ve yağmur suyunun etkisiyle yıkanma olarak özetlenebilir (Temiz, 2005).

Erin vd. (1998) çalışmalarında kayın, güney çamı ve batı kırmızı sedir numune yüzeylerine 0, 50, 150, 300 ve 2400 saatlik yapay yaşlandırma ve Wisconsin Madison'da doğal yaşlandırma uygulamışlardır. Her iki yaşlandırma sonucu birbiriyle karşılaştırılmış ve boya sürülmemiş örneklerle yapılan 2400 saatlik hızlandırılmış yaşlandırmanın 4–5 yıllık doğal yaşlandırmanın yapmış olduğu bozunmaya denk geldiğini bildirmişlerdir. Aynı zamanda, 2400 saatlik yapay yaşlandırma sonucunda ağaç türlerinin hepsinde hemen benzer miktarlarda bozunma olduğu, yalnızca batı kırmızı sedir'de bozunma hızının diğerlerine göre daha hızlı olduğunu tespit etmişlerdir. Temiz, 2005'de yaptığı çalışmada; sarıçam deney numuneleri Wolmanit CX-8, krom bakır arsenat, Tanalit-E 3491 ve amonyum bakır quat ile empenye yaparak 2 saat UV ışığa takiben 18 dakika su spreyi uygulayarak 0, 200, 400 ve 600 saatlik yapay yaşlandırmaya tabi tutmuştur. Numunelerde oluşan tahribatlar FTIR ve renk ölçümünü belirlemiştir. Sonuçta, en az yıpranmanın ACQ\_1900 ve CCA'dan elde edildiğini saptamıştır.

Feist ve Hon (1984), yaptıkları çalışmada; EDS analiz sonuçlarına göre yaşlandırılmış örneklerde C miktarlarının yükseldiğini tespit etmişlerdir. Bunun sonucunda; lignin içeriğindeki düşüşün sebebinin ligninin ultraviyole etkisi ile bozunumu ve çözülebilir bozunma ürünlerinin yağmur etkisi ile ağaç malzeme yüzeyinden uzaklaşması olduğunu belirlemiştir. Williams ve ark., 1991'de yaptıkları çalışmada; güney çamı odunlarının CCA ile basınç altında ve  $CrO_3$  ise fırça ile deney numune yüzeyine sürülmek suretiyle empenye yaparak yaşlandırma testine tabi tutmuşlardır. Bunun içinde 6500-W xenon ark lambalarıyla 2400 saatlik yapay yaşlandırma uygulanmış ve yaz odunu erozyon oranı ilkbahar odunu erozyon oranından daha düşük çıktığını tespit etmişlerdir.

Bunlardan dolayı, bu çalışmanın amacı, kayın (Fagus) ve ladin (Picea) odunlarının hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine maruz bırakarak yüzey pürüzlülüğü ve renginde meydana gelen değişimi belirlemek hedeflenmiştir

## 2. Veri ve Çalışma Alanı

Bu çalışmada; odun materyali olarak kayın (Fagus) ve ladin (Picea) kullanılmıştır. Kullanılacak deney numunelerinin sayıları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Araştırma kapsamında kullanılan ağaç malzeme, Bursa bölgesinden tamamen tesadüfi metotla temin edilen kayın (Fagus) ve ladin (Picea) odunlarından "Rastgele Seçim" metodu ile elde edilmiştir. Seçilen keresteler, sıcaklığı  $20 \pm 2^\circ C$  ve bağıl nemi  $65 \pm 3$  olan şartlardaki iklim odasında ortalama % 12 rutubete ve değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilip daha sonra yapılacak olan deneylere göre ağaç malzemelerden kaba kesim yapılmıştır. Ağaç malzemenin budaksız, reçinesiz, büyüme kusurları bulunmayan, sağlam, düzgün lifli ve diri odun kısmı olmasına dikkat edilmiştir. Örneklerin hazırlanma işlemi Bursa Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Çalışmada kullanılacak deney sayıları.

Ağaç Türü	Hızlandırılmış Yaşlandırma	Test Numune Sayısı
	3 (0 saat)	
Kayın	3 (168 saat)	$\frac{2 \times 3 \times 4 \times 10 = 240}{atx\ddot{o}sxhyxt}$
Ladin	3 (366 saat)	
	3 (504 saat)	
	3 (672 saat)	

at: Ağaç türü, ös: örnek sayısı, hy: hızlandırılmış yaşlandırma, t: tekrür

## 3. Yöntem

### 3.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak olan deney örnekleri düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü düzgün lifli, diri odun kısmından, reçinesi ve büyüme kusuru bulunmayan parçalardan, renk ve yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış kısımlarından hazırlanmıştır.

800x150x50 mm boyutlarında elde edilen deney numuneleri yaşlandırma testi yapabilmek için 95x80x10 mm boyutlarına getirilmiştir. Kayın ve ladin ağaçlarından 4 farklı hızlandırılmış yaşlandırma ve 3 adet örnek sayısı olmak üzere toplamda 24 adet deney numunesi yaşlandırma için hazırlanmıştır.

### 3.2. Yaşlandırma Testi

Daha sonra deney numuneleri ASTM G 154 (2012) standardına uygun olarak yaşlandırma cihazında (QUV Accelerated Weathering Tester) 168 saat (1 hafta), 336 saat (2 hafta), 504 saat (3 hafta) ve 672 saat (4 hafta) süre boyunca UV yaşlandırma etkilerine maruz bırakılmıştır.

Burada, yaşlandırma koşulları olarak UV-A 340 florasan lamba, 340 nm dalga boyunda ve ışık yoğunluğu 0,89 W/m<sup>2</sup> tutulmuştur. Yoğunlaşma ve ışık yoğunluklarındaki sıcaklıkları sırasıyla 50°C ve 60°C olmuştur. Numunelerde 4 saat yoğunlaşmanın ardından 8 saat UV ışın yoğunluğunda bırakılarak döngü tamamlanmıştır. Bu döngü 672 saat boyunca tekrar edilmiştir. Bağıl nem test boyunca % 50'de tutulmuştur.

Deney numuneleri hızlandırılmış yaşlandırma testi öncesinde ve sonrasında iklimlendirme kabiniinde %60±3 bağıl nem ve 20±2°C'de %12 denge rutubet hale gelinceye kadar kondisyonlanmıştır.

### 3.3. Numune Özelliklerinin İncelenmesi

Elde edilen numunelerin kontrol (ham) ve hızlandırılmış yaşlandırma şeklinde elde edilen numunelerin bazı özellikleri incelenmiştir. Bu özellikler şu şekildedir;

- √ Yüzey Pürüzlülüğü
- √ Renk Değişimi özellikleri incelenmiştir.

#### 3.3.1. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçümü

Mitutoyo SurfTest SJ-301 dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülük ölçüm cihazı ardışık profil değişikliklerini ölçebilen yüzey pürüzlülük ölçümlerinde kullanılmıştır. Bu cihaz, pürüzlülük ölçümünde 5 µm çaplı elmas ucunu numune yüzeyinde yukarıya ve aşağıya doğru hareket ettirerek yüzeydeki çıkıntı ve girintilerin profilini çıkararak ölçümler yapılmıştır. Ölçme ortamı gürültü kaynaklarından uzak tutularak aletin yerleştirildiği masa titreşimlerden korunmuştur. Ortam sıcaklığı 18-22°C arasında tutulmuştur. Cihaz ve numunelerin yer düzlemine paralelliği kontrolleri yapıldıktan sonra Ra, Rz ve Rq değerleri ISO 4287 (1997) standardına göre belirlenmiştir. Her numunede toplam on ölçüm yapılmıştır (Ayata ve Çakıcıer, 2018).

#### 3.3.2. Renk Değişimi Ölçümü

Renk ölçümleri, CIE L \* a \* b sistemine göre bir Konica Minolta CM-2600d spektrofotometre kullanılarak 10° gözlem açılı 8 mm çaplı bir nokta üzerinde yapılmıştır. Renk koordinatları hızlandırılmış yaşlandırma öncesi ve sonrasında ΔL\*, Δa\* ve Δb\* olarak hesaplanmıştır. Renk ölçümü, numunelerin 10 farklı noktasından ölçümler alınarak yapılmıştır (Tomak ve ark., 2014). Toplam renk farklılıkları (ΔE\*) her bir grup için belirlenmiştir.

$$\Delta a^* = a_{yS}^* - a_{y\ddot{o}}^* \quad (1)$$

$$\Delta b^* = b_{yS}^* - b_{y\ddot{o}}^* \quad (2)$$

$$\Delta L^* = L_{ys^*} - L_{yö^*} \quad (3)$$

$$(\Delta E^*) = [(\Delta a^*)^2 - (\Delta b^*)^2 + (\Delta L^*)^2]1/2 \quad (4)$$

Burada;

$\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$ , and  $\Delta L^*$ : Numunelerin yaşlandırmadan önceki ve sonraki değerleri (Baysal ve ark., 2016).

## 3.4. İstatistik Analizler

Elde edilen numuneler SAS programı kullanılarak tesadüf parselleri deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak varyans analizleri belirlenmiştir. Ortalamaların karşılaştırılmaları Duncan testine tabi tutulmuştur.

## 4. Bulgular

### 4.1. Yüzey Pürüzlülüğü

Yapılan varyans analizi sonucunda; kayın ve ladin odunu numunelerinin yüzey pürüzlülüklerinin Ra, Rz ve Rq miktarları ile ağaç türleri ve yaşlandırma süreleri arasında %1 önem düzeyinde yüksek seviyede farklılıklar bulunduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülük özelliklerinin belirlenmesine ilişkin çoklu varyans analizi.

Test Türü	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Yüzey Pürüzlülüğü (Ra)	Ağaç Türü	1	516.1566	516.1566	75.57*
	Yaşlandırma Süresi at*ys	4	1415.5111	353.8777	51.81*
	at*ys	4	94.4276	23.6069	3.46*
	Hata	1190	8128.0128	6.8303	
	Toplam	1199	10154.1080		
Yüzey Pürüzlülüğü (Rz)	Ağaç Türü	1	31372.5090	31372.5090	171.06*
	Yaşlandırma Süresi at*ys	4	38654.0539	9663.5135	52.69*
	at*ys	4	4388.4752	1097.1188	5.98*
	Hata	1190	218244.7655	183.3990	
	Toplam	1199	292659.8037		
Yüzey Pürüzlülüğü (Rq)	Ağaç Türü	1	877.0299	877.0299	86.25*
	Yaşlandırma Süresi at*ys	4	2098.0971	524.5243	51.59*
	at*ys	4	149.9223	37.4806	3.69*
	Hata	1190	12099.8048	10.1679	
	Toplam	1199	15224.8542		

\*:% 1 düzeyinde önemli

Tablo 3'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde yüzey pürüzlülüğünün en yüksek ortalama Ra değeri ağaç türlerinde kayında 11.42 ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte 11.78; Rz değeri ağaç türlerinde kayında 66.75 ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte 67.54 ve Rq değeri ise ağaç türlerinde kayında 14.33 ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte 14.73 olarak bulunduğu tespit edilmiştir.

Deney örneklerinde yüzey pürüzlülüğünün ortalama Ra değeri kayında en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 12.49 ve ladinde ise en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 11.07 olarak bulunmuştur. Rz değerleri bakımından, kayında en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 74.06 ve ladinde ise en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 61.01 olarak belirlenmiştir. Rq değerleri ise, kayında en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 15.69 ve ladinde ise en yüksek 672 saat yaşlandırma süresinde 13.76 olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

Tablo 3. Kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülük özelliklerinin ağaç türü ve yaşlandırma süresine göre ortalama değerleri ve en küçük önemli fark (LSD) testine göre oluşan gruplar.

Test Türü	Faktör	X-HG	LSD	
Yüzey Pürüzlülüğü (Ra)	Ağaç türü	Kayın	11.42 a	
		Ladin	10.11 b	
	Yaşlandırma süresi	0 saat	8.66 c	
		168 saat	10.93 b	
		366 saat	11.20 b	
		504 saat	11.25 b	
		672 saat	11.78 a	
	Yüzey Pürüzlülüğü (Rz)	Ağaç Türü	Kayın	66.75 a
			Ladin	56.52 b
Yaşlandırma Süresi		0 saat	50.88 c	
		168 saat	62.06 b	
		366 saat	63.31 b	
		504 saat	64.39 b	
		672 saat	67.54 a	
Yüzey Pürüzlülüğü (Rq)		Ağaç Türü	Kayın	14.33 a
			Ladin	12.62 b
	Yaşlandırma Süresi	0 saat	10.92 c	
		168 saat	13.65 b	
		366 saat	13.98 b	
		504 saat	14.08 b	
		672 saat	14.73 a	

X: Ortalama, H.G.: Homojenlik Grupları

Deney örneklerinde yüzey pürüzlülüğünün ortalama Ra, Rz ve Rq değerlerinin kayında daha yüksek çıktığı görülmektedir. Benzer şekilde, yaşlandırma süresi arttıkça yüzey pürüzlülük ortalama Ra, Rz ve Rq miktarlarının da arttığı gözlemlenmektedir.

Tablo 4. Kayın ve ladin odunlarının yüzey pürüzlülüklerinin ortalama değerleri.

Yüzey Pürüzlülüğü	Ağaç Türü	Yaşlandırma Süresi	Numune Sayısı	Ortalama	Standart Sapma
Ra	Kayın	0 saat	120	8.85	2.1304
		168 saat	120	11.46	1.9154
		366 saat	120	12.19	1.9851
		504 saat	120	12.11	2.0913
		672 saat	120	12.49	2.0691
	Ladin	0 saat	120	8.48	2.4600
		168 saat	120	10.40	3.0721
		366 saat	120	10.21	3.1351
		504 saat	120	10.39	3.1404
		672 saat	120	11.07	3.5098
Rz	Kayın	0 saat	120	52.44	11.3961
		168 saat	120	66.70	10.1030
		366 saat	120	69.73	11.6916
		504 saat	120	70.81	11.3767
		672 saat	120	74.06	11.1379
	Ladin	0 saat	120	49.32	13.4969
		168 saat	120	57.42	14.8066
		366 saat	120	56.89	16.8473
		504 saat	120	57.96	15.6126
		672 saat	120	61.01	16.8191
Rq	Kayın	0 saat	120	11.15	2.5868
		168 saat	120	14.39	2.2841
		366 saat	120	15.21	2.4014
		504 saat	120	15.19	2.5451
		672 saat	120	15.69	2.5131
	Ladin	0 saat	120	10.69	3.0740
		168 saat	120	12.91	3.7097
		366 saat	120	12.75	3.8988
		504 saat	120	12.97	3.8249
		672 saat	120	13.76	4.2625

## 4.2. Renk Ölçümü

Yapılan varyans analizinde; kayın ve ladin odunu numunelerinin renk ölçümlerinin  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  ve  $\Delta E$  miktarları ile ağaç türleri ve yaşlandırma süreleri arasında %1.  $\Delta b$  ve  $\Delta E$  miktarlarının ağaç türlerinde ise %5 önem seviyelerinde yüksek düzeyde farklılıklar olduğu bulunmuştur (Tablo 5).

Tablo 6'da görüldüğü gibi, deney örneklerinde renk ölçümlerinin ortalama  $\Delta L$  değeri ağaç türlerinde kayında -14.46 ve ladinde -16.01, yaşlandırma süresinde en düşük 168 saatte -21.23 ve en yüksek ise 366 saatte -4.95;  $\Delta a$  değeri ağaç türlerinde kayında 6.49 ve ladinde 7.08, yaşlandırma süresinde en düşük 366 saatte 4.56 ve en yüksek ise 168 saatte 9.17;  $\Delta b$  değeri ağaç türlerinde kayında 9.72 ve ladinde 9.21, yaşlandırma süresinde en düşük 168 saatte 5.69 ve en yüksek ise 366 saatte 16.12;  $\Delta E$  değeri ağaç türlerinde kayında 242 ve ladinde 255, yaşlandırma süresinde en düşük 366 saatte 171 ve en yüksek ise 168 saatte 299 olarak belirlenmiştir.

Tablo 5. Kayın ve ladin odunlarının renk ölçümü değerlerinin belirlenmesine ilişkin çoklu varyans analizi.

Test Türü	Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-Değeri
Renk Ölçümü (ΔL)	Ağaç Türü	1	574.6332	574.6332	25.43*
	Yaşlandırma Süresi	3	36473.4733	12157.8244	538.09*
	at*ys	3	25873.3266	8624.4422	381.71*
	Hata	952	21509.7374	22.5943	
	Toplam	959	84431.1704		
Renk Ölçümü (Δa)	Ağaç Türü	1	84.6331	84.6331	22.36*
	Yaşlandırma Süresi	3	2612.3021	870.7674	230.04*
	at*ys	3	1965.8187	655.2729	173.11*
	Hata	952	3603.6382	3.7853	
	Toplam	959	8266.3921		
Renk Ölçümü (Δb)	Ağaç Türü	1	62.5005	62.5005	6.10**
	Yaşlandırma Süresi	3	15159.5304	5053.1768	493.46*
	at*ys	3	6423.6375	2141.2125	209.10*
	Hata	952	9748.7581	10.2403	
	Toplam	959	31394.4265		
Renk Ölçümü (ΔE)	Ağaç Türü	1	41826.048	41826.048	3.91**
	Yaşlandırma Süresi	3	2184142.882	728047.627	68.06*
	at*ys	3	5917118.838	1972372.95	184.37*
	Hata	952	10184372.51	10697.870	
	Toplam	959	18327460.27		

\*, \*\*: sırasıyla % 1 ve % 5 düzeylerinde önemli

Tablo 6. Kayın ve ladin odunlarının renk ölçümlerinin ağaç türü ve yaşlandırma süresine göre ortalama değerleri ve duncan testine göre oluşan gruplar.

Test Türü	Faktör	X-HG	
Renk Ölçümü (ΔL)	Ağaç türü	Kayın	-14.46 a
		Ladin	-16.01 b
	Yaşlandırma Süresi	168 saat	-21.23 d
		366 saat	-4.95 a
		504 saat	-16.68 b
Renk Ölçümü (Δa)	Ağaç Türü	Kayın	6.49 b
		Ladin	7.08 a
	Yaşlandırma Süresi	168 saat	9.17 a
		366 saat	4.56 d
		504 saat	7.05 b
Renk Ölçümü (Δb)	Ağaç Türü	Kayın	9.72 a
		Ladin	9.21 b
	Yaşlandırma Süresi	168 saat	5.69 d
		366 saat	16.12 a
		504 saat	8.51 b
Renk Ölçümü (ΔE)	Ağaç Türü	Kayın	241.94 b
		Ladin	255.14 a
	Yaşlandırma Süresi	168 saat	299.04 a
		366 saat	171.23 d
		504 saat	251.57 c
		672 saat	272.31 b

X: Ortalama, H.G.: Homojenlik Grupları



Tablo 7'de görüldüğü gibi, deney örneklerinde renk ölçümünün ortalama  $\Delta L$  değeri kayında en düşük 504 saat yaşlandırma süresinde -23.63 ve ladinde ise en düşük 672 saat yaşlandırma süresinde -25.65 olarak saptanmıştır.  $\Delta a$  değerleri bakımından, kayında en düşük 366 saat yaşlandırma süresinde 3.81 ve ladinde ise en düşük 366 saat yaşlandırma süresinde 5.31 olarak bulunmuştur.  $\Delta b$  değerleri, kayında en düşük 504 saat yaşlandırma süresinde 4.54 ve ladinde ise en düşük 672 saat yaşlandırma süresinde 4.60 olarak belirlenmiştir.  $\Delta E$  değerleri ise, kayında en düşük 672 saat yaşlandırma süresinde 146 ve ladinde ise en düşük 366 saat yaşlandırma süresinde 158 olarak belirlenmiştir.

Tablo 7. Kayın ve ladin odunlarının renk ölçümü ortalama değerleri.

Renk Ölçümü	Ağaç Türü	Yaşlandırma Süresi	Numune Sayısı	Ortalama	Standart Sapma
$\Delta L$	Kayın	168 saat	120	-20.90	3.8743
		366 saat	120	-2.80	4.7962
		504 saat	120	-23.63	4.7159
		672 saat	120	-10.52	5.7498
	Ladin	168 saat	120	-21.57	4.6658
		366 saat	120	7.10	3.7816
		504 saat	120	-9.73	4.5578
		672 saat	120	-25.65	5.5314
$\Delta a$	Kayın	168 saat	120	9.28	1.5410
		366 saat	120	3.81	1.8736
		504 saat	120	8.76	1.9368
		672 saat	120	4.11	2.2767
	Ladin	168 saat	120	9.06	2.0726
		366 saat	120	5.31	1.4304
		504 saat	120	5.34	1.9849
		672 saat	120	8.61	2.2763
$\Delta b$	Kayın	168 saat	120	6.18	2.8537
		366 saat	120	17.66	2.7511
		504 saat	120	4.54	2.7754
		672 saat	120	10.50	4.0365
	Ladin	168 saat	120	5.19	3.1295
		366 saat	120	14.58	3.0906
		504 saat	120	12.47	3.7146
		672 saat	120	4.60	3.0117
$\Delta E$	Kayın	168 saat	120	293.19	99.4484
		366 saat	120	184.03	44.8828
		504 saat	120	344.61	126.3597
		672 saat	120	145.92	93.4491
	Ladin	168 saat	120	304.89	124.2355
		366 saat	120	158.43	60.2825
		504 saat	120	158.54	81.4586
		672 saat	120	398.70	152.5615

## 5. Tartışma ve Sonuç

Deney numunelerinde yüzey pürüzlülüğünün en yüksek ortalama  $R_a$ ,  $R_z$  ve  $R_q$  değerleri kayında ve yaşlandırma süresinde ise 672 saatte bulunduğu saptanmıştır. Deney numunelerinde yüzey pürüzlülüğünün ortalama  $R_a$ ,  $R_z$  ve  $R_q$  değerlerinin kayında daha yüksek çıktığı görülmektedir. Benzer şekilde, yaşlandırma süresi arttıkça yüzey pürüzlülük ortalama  $R_a$ ,  $R_z$  ve  $R_q$  miktarlarının da arttığı gözlemlenmektedir. Ferhat vd. (2018) yaptıkları çalışmada yaşlandırma süresinin artışıyla  $R_a$ ,  $R_z$  ve  $R_{max}$  değerlerinin arttığını belirlemişlerdir. Bulunan değerler literatürle uyum göstermektedir.

Deney örneklerinde renk ölçümünün kayın ağacında en düşük ortalama  $\Delta L$  ve  $\Delta b$  değeri 168 saat yaşlandırma süresinde,  $\Delta a$  değerinde 366 saat yaşlandırma süresinde ve  $\Delta E$  değerinde ise 672 saat yaşlandırma süresinde çıktıkları belirlenmiştir. Ladin ağacında ise, en düşük ortalama  $\Delta L$  ve  $\Delta b$  değeri 672 saat yaşlandırma süresinde,  $\Delta a$  ve  $\Delta E$  değerlerinde ise 366 saat



yaşlandırma süresinde çıktıkları tespit edilmiştir. Abdi vd.(2011) yaptıkları çalışmada 300 saatlik yaşlandırma süresinden sonra  $\Delta L$  değerindeki değişimi -25,57 olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada ladin odunlarının 672 saat yaşlandırma süresinden sonra bulunan  $\Delta L$  değeri -25,65 olarak belirlenmiştir. Bulunan değer literatürle uyusmaktadır.

Bu sonuçlara göre, ağaç türleri arasındaki yüzey pürüzlülükleri ve renk ölçümleri arasındaki farklılaşmalar anatomik özelliklerindeki farklılıklardan kaynaklandığı söylenebilir.

### 6. Kaynaklar

- ASTM D 3023. (1988), *Practica for Determination of Resistance of Factory Applied Coatings of Wood Products of Stain and Reagents USA*.
- ASTM G 154. (2012), Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials.
- Ayata, Ü., Çakıcıer, N. (2018), "ThermoWood Metoduna Göre Isıl İşlem Görmüş ve Su-Bazlı Vernikler Uygulanmış Ahşap Malzemeler Üzerinde Hızlandırılmış UV Yaşlandırma Etkisine Karşı Yüzey Pürüzlülüğünün Belirlenmesi", Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8 (1), pp.122-134.
- Baysal, E., Tomak, E. D., Topaloğlu, E., Peşman, E. (2016), "Surface Properties of Bamboo and Scots Pine Impregnated with Boron and Copper Based Wood Preservatives After Accelerated Weathering", *Maderas. Ciencia y tecnología*, 18(2), pp.253–264.
- Erin, L., Pawlak, A., Owen, N. L., Feist, W. C. (1998), *Infrared Studies of Wood Weathering Part I: Softwoods*. Department of Chemistry, Brigham Young University, Provo, Utah 84602 and Forest Products Laboratory, U.S. Department of Agriculture, Madison, Wisconsin 53705, 431-438.
- Feist, W. C., Hon, D. N. S. (1984), "Chemistry of Weathering and Protection in the Chemistry of Solid Wood", *American Chemical Society*, pp.401-454.
- ISO 4287. (1997), *Geometrical Product Specifications Surface Texture Profile Method Terms, Definitions and Surface Texture Parameters*, International Standart Organization.
- Temiz, A. (2005), "Benzetilmiş Dış Hava Koşullarının Emprenyeli Ağaç Malzemeye Etkileri", Doktora Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri, Trabzon, 12-125.
- Tomak, E. D., Ustaömer, D., Yıldız, S., Peşman, E. (2014), "Changes in Surface and Mechanical Properties of Heat Treated Wood During Natural Weathering", *Measurement*, 53, 30–39.
- Williams, C., Williams, F., Sam, R. (1991), "Weathering Durability of Chromium-Treated Southern Pine", *Forest Products Research Society Forest Products Journal*, 41 (1), 8-14.
- Özdemir, F., Dalgıç, E., Özğan, A.O., Avşar, E. (2018) "Kayın Kaplamaların Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Yaşlandırmanın Etkisi", *Turkish Journal of Forest Science*, 2 (2), 142-147.
- Atılğan, A., Gökteş, O., Peker, H. (2011), "Pınar Bitki Ekstraktından Elde Edilen Doğal Boyanın Ahşap Malzemeye Üstyüzey Olarak Uygulanması", *Forest Products Research Society Forest Products Journal*, 41 (1), 8-14.