

## Kokulu Ardıç Odunundan UV Sistem Vernikli Parke Üretimi Denemesi

Ümit AYATA\*<sup>1</sup> , Nevzat ÇAKICIER<sup>2</sup> , Levent GÜRLEYEN<sup>3</sup> 

<sup>1</sup>Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü Bölümü, Bayburt, 69000, Türkiye

<sup>2</sup>Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Düzce, 81620, Türkiye

<sup>3</sup>Gölyaka Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Düzce, 81800, Türkiye

Araştırma Makalesi, Geliş Tarihi: 01.09.2021, Kabul Tarihi: 28.12.2021

### Özet

Kokulu ardıç odunu, böcek hasarına karşı dayanıklı olup, oldukça sert ve aromatik bir yapıya sahiptir. Ahşabı, inşaat kerestesi ve marangozlukta dolap, sandık ve ev eşyaları imalatında değerlendirildiği bilinmektedir. Bu çalışma kokulu ardıç odununun UV parke endüstrisi alanında değerlendirilmesine yönelik yapılmıştır. Bu çalışmada, kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) odunu yüzeylerine uygulanmış UV sistem parke verniklerinin (3 ve 5 kat uygulaması) UVB-313 lambalarına sahip bir yaşlandırma ortamına (252 ve 504 saat) maruz bırakılması ile meydana gelen yüzeylerdeki değişimler araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, yaşlandırma uygulamalarından sonra iki tür vernik uygulaması için  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri artarken,  $L^*$  değerlerinin ve bütün derece ve yönlerdeki parlaklık değerlerinin, yüzeye yapışma direncinin ve salınımsal sertlik değerlerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Yaşlandırmalardan sonra  $\Delta E^*$  değerlerinin 3 kat uygulamasında “farklı renk” kategorisini verirken, 5 kat uygulaması “yüksek renk değişimi” kategorisi sonuçlarını vermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kokulu ardıç, UV sistem vernik, Parlaklık, Renk, Yüzeye yapışma, Salınımsal sertlik.

## UV System Varnished Parquet Production Trial from Foetid Juniper Wood

### Abstract

Foetid juniper wood is resistant to insect damage and has a very hard and aromatic structure. It is known that its wood is used in the manufacture of cabinets, chests, and household goods in construction timber and carpentry. This study was conducted to evaluate foetid Juniper wood in the UV parquet industry area. In this study, the changes in the surfaces of the foetid juniper (*Juniperus foetidissima* Wild.) wood surfaces were investigated by exposing the UV system parquet varnishes (3 and 5 coats) to an aging medium with UVB-313 lamps (252 and 504 hours). According to the results of the research, it was concluded that while  $a^*$  and  $b^*$  values increased for two types of varnish applications after aging applications,  $L^*$  values and glossiness values in all degrees and directions, adhesion to the surface and pendulum hardness values decreased. After aging, 3-coats application of  $\Delta E^*$  values gave the “different color” category, while 5-coats application gave “high color change” category results.

**Keywords:** Foited juniper, UV system varnish, Glossiness, Color, Adhesion to the surface, Pendulum hardness.

\*Sorumlu yazar umitayata@bayburt.edu.tr, <sup>2</sup>nevezatcakicier@duzce.edu.tr, <sup>3</sup>leventgurleyen@hotmail.com

## 1. GİRİŞ

Ahşap, inşaatta, mobilya endüstrisinde ve parke son kullanımlarında doğal bir hammadde olarak yaygın olarak kullanılmaktadır. Fiziksel özellikleri ve sıcak görünümü onu birçok alanda beton, metal ve plastik gibi rakip malzemelerden ayırmaktadır (Hayoz vd., 2003). Ahşaptaki lignin, ultraviyole ışığı yüksek oranda emmektedir. Böylece, bu, ahşap yüzeylerde hem ligninin hem de selülozun radikal kaynaklı depolimerizasyonuna yol açmaktadır (Kiguchi vd., 2001).

Şeffaf yüzeyler, iç veya dış mekân maruziyeti sırasında ahşap üzerinde kötü performans gösterir. Aslında bu tip kaplamalar UV ışığını absorbe etmez ve ahşap yüzey ile temas halindedir (Ashton, 1980). Bu fenomen, ahşap substratın fotodegradasyonuna yol açar. Ahşap renk değişimi, dağınık iç mekân ışık koşullarında bile ışığa maruz kaldığında kimyasal modifikasyonunun ilk işaretidir. Daha sonra ısı, su ve mikroorganizmalar gibi tam çevresel etkilere maruz kaldığında ciddi bozulma meydana gelir (Hayoz vd., 2003).

UV küreme tekniği, üç boyutlu bir ağ elde etmek için gelen UV radyasyonu tarafından indüklenen çok işlevli bir sistemin polimerizasyonuna dayanmaktadır. Reaksiyon, oda sıcaklığında, bir saniyenin çok küçük bir bölümünde bir sıvı sistemin, kauçuksu veya camsı özelliklere sahip bir katıya dönüştürülmesine izin verir. Ahşap dâhil olmak üzere farklı malzemelerin imalatı, dekorasyonu ve korunması için birçok endüstriyel alanda yaygın olarak uygulanmaktadır (Pappas, 1992).

UV küreme tekniğinin başlıca avantajları şunlardır (Fouassier ve Rabek, 1993):

- Süreç için gereken enerji düşüktür,
- Polimerizasyon çok hızlı ve yüksek verimlidir,
- Muamele seçici olarak ışınlanmış alanla sınırlıdır,
- Solvent gerekmez (%100 katı formülasyon), bu nedenle VOC (uçucu organik bileşikler) ile çevre kirliliği önlenir.

Bir kaplamanın hava koşullarına dayanıklılığı, yapışma kaybı, parlaklık kaybı ve renk değişiklikleri açısından değerlendirilmektedir (Dickie, 1994). Hızlandırılmış ayrışma, doğal ayrışma için hızlı bir ikame olarak geliştirilmiştir.

Hava koşullarına maruz bırakmada ışınlama, sıcaklık ve nem döngüleri gibi çeşitli işlemler birbirinden bağımsız olabilir veya olmayabilir ve kaplamalar üzerinde birleşik etkiler, özellik değişiklikleri ile sonuçlanabilir (Shi vd., 2008).

Hızlandırılmış yaşlanma süreci, kontrollü bir şekilde doğal bir ortamı simüle eden yaşlanma odalarında gerçekleştirilmektedir. Bozunma analizini yapay yaşlandırmadan yapılmış bir odada kullanmanın avantajı, doğal maruziyetten daha hızlı olmasının yanı sıra, tekrarlanabilir olma önemli bir özelliğinin olmasıdır. Doğal veya yapay yaşlanmadan kaynaklanan bozulmanın etkileri, kimyasal bozulmanın nicelleştirilmesi ve mekanik davranış ve görsel görünüm gibi fiziksel özelliklerin analizi yoluyla değerlendirilebilir (Borrelly, 2002). Bozunmanın kapsamı, moleküler ağırlıktaki ve mekanik özelliklerdeki azalma veya renk değişikliği veya erozyon gibi yüzey bozulmaları yoluyla değerlendirilir (González-López vd., 2020).

Literatürde; dut (*Morus alba*) (Çavuş, 2021), adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) (Herrera vd., 2018), meşe (*Quercus* L.) (Stachowiak-Wencek, 2019), kayın (*Fagus orientalis* L.) ve saplı meşe (*Quercus robur* L.) (Kaygın ve Akgun, 2009), mandshurian dişbudağı (*Fraxinus mandshurica* Rupr.) (Li vd., 2021), ak meşe (*Quercus alba* L.) (Wang vd., 2019), monteri çamı (*Pinus radiata*) (Viengkhou vd., 1996), sapsız meşe (*Quercus petraea*) (Ayata vd., 2016) (su bazlı boyalı), kayısı (*Prunus armeniaca* L.) (Ayata vd., 2021a), Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) (Ayata vd., 2021b), adi çitlembik (*Celtis australis* L.) (Ayata vd., 2021c), meşe (*Quercus petraea* L.) (Gürleyen vd., 2019), üvez (*Sorbus* L.) (Gürleyen vd., 2017b), kestane (*Castanea sativa* Mill.), iroko (*Chlorophora excelsa*), limba (*Terminalia superba*), sapelli (*Entandrophragma cylindrosum*) (Ayata ve Çavuş, 2018), dişbudak (*Fraxinus excelsior*) (212°C'de 2 saat sürede ısıtılmış işlemli) (Ayata vd., 2017b), Amerikan ceviz (*Juglans nigra*), ceviz (*Juglans regia*), kırmızı Amerikan meşesi (*Quercus rubra*), akçaağaç (*Acer pseudoplatanus* L.) (Ayata vd., 2018), şeker akçaağacı (*Acer saccharum*) (Vardanyan vd., 2014), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) (Gürleyen vd., 2017a), gülbrişim (*Albizia julibrissin*) (Gürleyen, 2020), limon (*Citrus limon* L.) (Burm.) (Ayata, 2019), meşe, dişli meşe, akasya, ceviz, karaağaç, fijiyan longan (*Pometia pinnata*) ve *Newtonia* spp. (Zhao vd., 2021), rose gum (*Eucalyptus grandis*) ve Karayip çamı (*Pinus*

*caribaea* var. *hondurensis*) (de Moura vd., 2013), kayın (*Fagus orientalis* Lipsky.) (Ayata vd., 2017a), doussie (*Azelia africana*) (Gürleyen, 2021), kestane (*Castanea sativa* Mill.) (Bongiovanni vd., 2002) ve adi kızılbaş (*Alnus glutinosa* Gaertn L.) (Salca vd., 2016) türlerinden elde edilen ahşap yüzeylere, UV kürlenmeli kimyasalların uygulandığı bildirilmiştir. Bu çalışmalarda, farklı üretim teknikleri ile kaplanmış ahşap malzemelere ait yüzeyler üzerinde çeşitli testlerin (yüzeğe yapışma direnci, kurşun kalemi salınımsal sertlik, renk, parlaklık, vb.) yapıldığı da görülmektedir. Bu bilgiler ışığında literatürde kokulu ardıç türüne ait ahşabına herhangi bir UV kürlenmeli kimyasalların uygulanmadığı görülmektedir.

*Juniperus foetidissima* Willd. (Cupressaceae) 5-15 m yüksekliğinde, taç ince konik, yere dallanmış, dalları dik, kabuğu gri, dalcıkları kısa, kalın, belirgin 4 kenarlı, *J. excelsa*'nınakilere benzer ancak daha kalın, yaprakları daha kalın olan bir ağaçtır. Ezildiğinde hoş olmayan koku, kısmen iğne şeklinde, gevşek bir şekilde bastırılmış veya yayılmış, mukronülat, sırtta keskin omurga, kısmen pullu, oval-rombik, keskin, sırtta dışbükey, genellikle salgı bezleri olmadan, bitkiler tek veya çift renkli; meyveler tek, ancak çok sayıda, kısa dallarda, küresel, 6-12 mm kalınlığında, kırmızı-kahverengi ile siyah, buruk, genellikle 1-2 tohumlu. Bu tür Yunanistan, Arnavutluk, Yugoslavya, Küçük Asya'dan Transkafkasya'ya kadar dağlarda bulunur (Assadi, 1998; Sabeti, 1975). Bu ardıca ait koyu mavi veya siyah, küresel tohum kozalaklarının çapı 5-13 mm'dir, olgunlaştıkça biraz reçineli ve odunsu hale gelmektedir (Grimshaw vd., 2009).

Kokulu ardıç ahşap sağlam, oldukça sert, aromatik, böcek hasarına karşı dayanıklıdır. Yeterli boyutta ahşabın mevcut olduğu yerlerde, inşaat kerestesi olarak oldukça değerlidir ve marangozlukta dolap, sandık ve ev eşyaları imalatında (Komarov, 1968; Tunalier vd., 2004) ve odunu yakıt olarak kullanılmaktadır (Tunalier vd., 2004).

Kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) odununda tam kuru yoğunluk 525,00 kg/m<sup>3</sup>, hacmen genişleme %9,64, radyal yönde genişleme %3,75, teğet yönde genişleme %5,76, boyuna yönde genişleme %0,13, lif doygunluk noktası %18,35, su alma yüzdesi %76,80, eğilmede elastikiyet modülü 6701,00 N/mm<sup>2</sup>, eğilme direnci 93,00 N/mm<sup>2</sup>, şok direnci 0,280 kgm/cm<sup>2</sup>, radyal yüzeyde sertlik 43,80 N/mm<sup>2</sup>, teğet yüzeyde sertlik 45,70 ve enine yüzeyde sertlik 62,00 N/mm<sup>2</sup> (Çavuş, 2020) olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, kokulu ardıç odunu yüzeylerine uygulanmış UV sistem parke verniklerinin UVB-313 lambalarına sahip bir yaşlandırma ortamına (252 ve 504 saat süreleri) maruz bırakılması ile meydana gelen yüzeylerdeki değişiklikler araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

#### 2.1.1. Ahşap Malzemenin Temin Edilmesi

Bu çalışmada, ağaç türü kokulu ardıç (*Juniperus foetidissima* Wild.) odunu seçilmiştir. İzmir'de bulunan bir keresteciden 100 cm x 10 cm x 2 cm boyutlarına sahip ahşap malzemeler (budaksız, ardaksız, herhangi bir çürüğe sahip olmayan özellikte) satın alınma yöntemi ile temin edilmiştir. Malzemeler üzerinde iklimlendirme işlemleri yapılmıştır (TS 2471, 1976).

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. UV Sistem Parke Verniklerinin Üretimi

UV sistem parke verniği üretim aşamaları (3 ve 5 kat) Tablo 1'de gösterilmektedir. Çalışmada kullanılan kimyasallara ait bilgiler Ayata (2019) tarafında yapılan çalışmada detaylı olarak verilmiştir.

**Tablo 1.** UV sistem parke verniği üretim aşamaları (3 ve 5 kat)

3 kat uygulaması	5 kat uygulaması
↓	↓
Kalibre zımpara uygulaması (80 ve 120 kum)	
Şeffaf UV kürlenmeli hidro astar (T8028-0000) 10 g/m <sup>2</sup> (70 °C)	
UV yüksek parlaklıkta perde kaplama (T9120-0900N1) 8 g/m <sup>2</sup>	UV şeffaf kürleşen sızdırmazlık macunu (T9110-0000H) 20 g/m <sup>2</sup> (70 °C)
UV lamba kurutma uygulaması (177 mJ/cm <sup>2</sup> ) (2 defa)	UV şeffaf kürleşen sızdırmazlık macunu (T9110-0000) 10 g/m <sup>2</sup> (170 °C) (2 defa)
Kalibre zımparalama işlemi (280 ve 320 kum)	
Şeffaf mat UV yağı (T9115-0000) (8 g/m <sup>2</sup> ) + UV lamba kurutma uygulaması (71 mJ/cm <sup>2</sup> )	
Şeffaf mat UV yağı (T9115-0000) (8 g/m <sup>2</sup> ) + UV lamba kurutma uygulaması (314 mJ/cm <sup>2</sup> ) (2 defa)	

### 2.2.2. Hızlandırılmış yaşlandırma uygulaması

Yapay yaşlandırma uygulaması, ISO 4892-3, (2016) standardına göre, 252 ve 504 saat süreleri boyunca UVB-313 lambalarına sahip 0,76 ışık yoğunluğu ve 60°C'de 8 saat UV ışık; 4 saat 50°C sıcaklıkta kondenzasyon buhar yoğunlaştırma uygulaması ortamına sahip koşullarından oluşan yaşlandırma cihazına (QUV weathering tester, Q-Lab, Westlake, OH, US) maruz bırakılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.3. Renk ölçümlerinin belirlenmesi

UV vernikli deney örneklerine ait kırmızı renk ( $a^*$ ) tonu, sarı renk ( $b^*$ ) tonu ve ışıklılık ( $L^*$ ) değerleri ASTM D2244-3 (2007) standardına göre, CS-10 colorimeter (CHN Spec, Çin) marka renk cihazında [Ölçüm koşulları: CIE 10° standart gözlemci; CIE D65 ışık kaynağı, Aydınlatma sistemi: 8/d (8°/dağınmak aydınlatma)] belirlenmiştir. CIELAB sisteminde,  $L^*$  eksenini, 100'den (beyaz) sıfıra

(siyah) kadar değişen açıklığı,  $a^*$  kırmızı (+) ile yeşil (-) tonu ve  $b^*$  sarıdan (+) maviye (-) tonu ifade etmektedir (Ayata, 2019).  $\Delta L^*$ ,  $\Delta b^*$ ,  $\Delta E^*$  ve  $\Delta a^*$  değerleri aşağıdaki formüller ile hesaplanmıştır.

$$\Delta a^* = a^*_{UV \text{ vernikli yaşlandırılmış}} - a^*_{UV \text{ vernikli yaşlandırılmamış}} \quad (1)$$

$$\Delta L^* = L^*_{UV \text{ vernikli yaşlandırılmış}} - L^*_{UV \text{ vernikli yaşlandırılmamış}} \quad (2)$$

$$\Delta b^* = b^*_{UV \text{ vernikli yaşlandırılmış}} - b^*_{UV \text{ vernikli yaşlandırılmamış}} \quad (3)$$

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

Barański vd., (2017)'e göre renk değiştirme kriterleri Tablo 2'de verilmiştir.

**Tablo 2.** Renk değiştirme kriterleri (Barański vd. 2017)

$\Delta E^*$ Değeri	→	Gözlem Sonucu
$\Delta E^* < 0,2$	→	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

### 2.2.4. Parlaklık ölçümlerinin belirlenmesi

ISO 2813 (1994) standardına göre, parlaklık değerleri ETB-0833 model glossmeter cihazında (Vetus Electronic Technology Co., Ltd., CN) 20°, 60° ve 85°'de liflere paralel (//) ve dik (⊥) olacak şekilde belirlenmiştir.

### 2.2.5. Salınımsal sertlik değerinin belirlenmesi

ASTM D 4366-95 (1984)'e standardına göre köniğ metodu ile salınımsal sertlik testi bütün numuneler üzerinde belirlenmiştir. Sertlik cihazında HRC sertliğinde  $63 \pm 3,3$  ve  $5 \pm 0,0005$  mm çapında iki adet bilye bulunmaktadır.

### 2.2.6. Yüze yapışma direncinin belirlenmesi

ASTM D 4541 (1995) standardına göre yüze yapışma direnci değerleri PosiTest AT-A (automatic) pull-off Adhesion Tester (Defelsko® corp., S/N AT11802, USA) cihazında belirlenmiştir. 404 Plastik Çelik marka (Çekmeköy/İstanbul) hızlı yapıştırıcı (reçine ve katalizör) kullanılmıştır. UV sistem vernik uygulanmış malzemelerin yüzeyler 20 mm olan çekme silindirleri normal oda sıcaklığında 20°C±2 yapıştırılmış olup, 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır. Yapışma direnci 5 no'lu formül ile hesaplanmış olup, formülde verilen X = yapışma direnci (MPa), F = kopma anındaki kuvvet (Newton) ve D = çekme silindirini çapı (mm) ifade etmektedir.

$$X = [(4 \times F) / (\pi \times d^2)] \quad (5)$$

### 2.3. İstatistik Analiz

Bu çalışmada, bir SPSS programı yardımıyla % değişim oranları, standart sapmalar, homojenlik grupları, minimum ve maksimum değerler,

ortalama değerleri ve varyans analizi hesaplanmıştır.

## 3. BULGULAR

Tablo 3'te renk parametrelerine ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre,  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  parametreleri için uygulama metodu (A), yaşlandırma süresi (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak elde edilmiştir.

Renk parametrelerine ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ait belirlenmiş olan SPSS sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Verilen bu sonuçlara göre, her iki tür vernik uygulaması için yaşlandırma uygulamalarından sonra  $L^*$  değerleri azalırken,  $a^*$  ve  $b^*$  değerlerinin arttığı görülmektedir. Kontrol örneklerinde bütün renk parametrelerine ait sonuçlar birbirlerine çok yakın olarak elde edilmiştir. Yaşlandırmadan sonra  $L^*$ 'deki azalmalar ve  $a^*$ 'da ki artışlar Ayata (2019), Gürleyen (2020; 2021), Ayata vd., (2021a) ve Çavuş (2021) tarafından yapılan çalışmalarda da görülmektedir.

**Tablo 3.** Renk parametrelerine ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
$L^*$	Uygulama Metodu (A)	6,855	1	6,855	34,646	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	829,797	2	414,898	2097,066	0,000*
	Etkileşim (AB)	22,172	2	11,086	56,034	0,000*
	Hata	10,684	54	0,198		
	<b>Toplam</b>	<b>191648,155</b>	<b>60</b>			
$a^*$	Uygulama Metodu (A)	0,428	1	0,428	5,420	0,024*
	Yaşlandırma Süresi (B)	283,693	2	141,846	1794,500	0,000*
	Etkileşim (AB)	8,799	2	4,400	55,660	0,000*
	Hata	4,268	54	0,079		
	<b>Toplam</b>	<b>22241,214</b>	<b>60</b>			
$b^*$	Uygulama Metodu (A)	76,320	1	76,320	148,658	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	786,163	2	393,081	765,647	0,000*
	Etkileşim (AB)	103,279	2	51,640	100,584	0,000*
	Hata	27,723	54	0,513		
	<b>Toplam</b>	<b>64646,340</b>	<b>60</b>			

\*: Anlamlı

**Tablo 4.** Renk parametrelerine ( $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$ ) ait belirlenmiş olan SPSS sonuçları

Test	Uygulama Metodu	Yaşlandırma Süresi	N	Ortalama	HG	Değişim (%)	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
$L^*$	3 kat ▶	Kontrol	10	62,14	A*	-	0,58	61,34	62,99
		252 saatlik	10	54,89	D	↓11,67	0,48	54,00	55,42
		504 saatlik	10	53,16	E	↓14,45	0,32	52,81	53,65
	5 kat ▶	Kontrol	10	60,57	B	-	0,37	60,01	61,30
		252 saatlik	10	55,93	C	↓7,66	0,48	55,31	56,96
		504 saatlik	10	51,65	F**	↓14,73	0,38	51,04	52,50
$a^*$	3 kat ▶	Kontrol	10	16,07	D**	-	0,26	15,56	16,33
		252 saatlik	10	20,90	B	↑30,06	0,38	20,29	21,50
		504 saatlik	10	20,66	B	↑28,56	0,35	20,13	21,35
	5 kat ▶	Kontrol	10	16,08	D	-	0,26	15,72	16,61
		252 saatlik	10	19,72	C	↑22,64	0,20	19,29	19,91
		504 saatlik	10	21,32	A*	↑32,59	0,18	21,12	21,78
$b^*$	3 kat ▶	Kontrol	10	27,41	D**	-	0,45	26,86	28,15
		252 saatlik	10	36,62	A	↑33,60	0,51	35,92	37,54
		504 saatlik	10	37,07	A*	↑35,24	0,95	35,93	38,44
	5 kat ▶	Kontrol	10	27,72	D	-	0,31	27,40	28,42
		252 saatlik	10	35,40	B	↑27,71	0,88	33,28	36,24
		504 saatlik	10	31,20	C	↑12,55	0,91	30,05	32,99

**N: Ölçüm Sayısı, HG: Homojenlik Grubu,**  
\*: En yüksek değeri ifade etmektedir, \*\*: En düşük değeri ifade etmektedir.

Metot bölümünde verilen renk formülleri ile hesaplanmış olan toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir. Bu sonuçlara göre, her iki UV sistem vernik uygulamasında yaşlandırma süresinin artması ile  $\Delta E^*$  değerlerinin arttığı görülmektedir. Ölçülen ve hesaplanan renk değişikliği değerleri, en fazla renk değişikliğinin 3 kat uygulamasına sahip hızlandırılmış yaşlanma sürecinin 504.cü saatin sonunda meydana geldiğini

göstermiştir. 3 kat uygulamanın  $\Delta E^*$  değerleri, 5 kat uygulamanınkinden yüksek elde edilmiştir. Buna benzer sonuçlar Ayata vd., (2021a) ve Çavuş (2021) tarafından yapılan araştırmalarda da bildirilmiştir. Buna ek olarak, Barański vd., (2017)'ye göre Tablo 2'de verilen renk kategorisi ile kıyaslandığında, 3 kat uygulamasının "farklı renk" grubunda yer alırken, 5 kat uygulamasının "yüksek renk değişimi" grubunda yer aldığı görülmektedir.

**Tablo 5.** Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

UV sistem vernik uygulaması	Yaşlandırma Periyodu	Renk kriterine göre kıyaslamalar (Barański vd., 2017)	$\Delta E^*$	$\Delta L^*$	$\Delta a^*$	$\Delta b^*$	
3 kat	252 saat ▶	$\Delta E^* > 12$	Farklı renk	12,67	-7,25	4,83	9,20
	504 saat ▶	$\Delta E^* > 12$	Farklı renk	13,96	-8,98	4,59	9,65
5 kat	252 saat ▶	$12 > \Delta E^* > 6$	Yüksek renk değişimi	9,68	-4,64	3,64	7,68
	504 saat ▶	$12 > \Delta E^* > 6$	Yüksek renk değişimi	10,91	-8,92	5,24	3,48

Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları Tablo 6'da gösterilmektedir. Elde edilen bu sonuçlara göre, bütün derecelerde ve bütün yönlerde uygulama metodu (A), yaşlandırma

süresi (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak bulunmuştur.

**Tablo 6.** Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
//20°	Uygulama Metodu (A)	19,494	1	19,494	3927,896	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	4,097	2	2,049	412,791	0,000*
	Etkileşim (AB)	0,804	2	0,402	81,000	0,000*
	Hata	0,268	54	0,005		
	Toplam	82,680	60			
//60°	Uygulama Metodu (A)	1558,561	1	1558,561	31217,461	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	324,849	2	162,425	3253,310	0,000*
	Etkileşim (AB)	88,790	2	44,395	889,221	0,000*
	Hata	2,696	54	0,050		
	Toplam	6228,680	60			
//85°	Uygulama Metodu (A)	5096,817	1	5096,817	15410,308	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	545,658	2	272,829	824,903	0,000*
	Etkileşim (AB)	85,392	2	42,696	129,093	0,000*
	Hata	17,860	54	0,331		
	Toplam	18634,800	60			
⊥20°	Uygulama Metodu (A)	19,380	1	19,380	8112,628	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	5,610	2	2,805	1174,256	0,000*
	Etkileşim (AB)	1,630	2	0,815	341,233	0,000*
	Hata	0,129	54	0,002		
	Toplam	83,010	60			
⊥60°	Uygulama Metodu (A)	1252,180	1	1252,180	5501,402	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	223,381	2	111,691	490,708	0,000*
	Etkileşim (AB)	40,933	2	20,467	89,919	0,000*
	Hata	12,291	54	0,228		
	Toplam	4777,490	60			
⊥85°	Uygulama Metodu (A)	2928,811	1	2928,811	8177,651	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	208,083	2	104,042	290,499	0,000*
	Etkileşim (AB)	96,766	2	48,383	135,093	0,000*
	Hata	19,340	54	0,358		
	Toplam	8442,400	60			

\*: Anlamlı

Tablo 7’de parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan SPSS sonuçları gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre, her iki UV sistem vernik uygulamasında 20°, 60° ve 85’lerde yapılan liflere paralel ve dik ölçümlerin hepsinde yaşlandırma sonlarında azaldığı görülmüştür (Tablo 7). Ayrıca 5 kat uygulamasına ait parlaklık değerlerinin 3 kat uygulamasına ait değerlerden ve liflere paralel parlaklık değerlerinin liflere dik parlaklık değerlerininin yüksek olduğu

da belirlenmiştir. Yaşlandırma uygulamalarından sonra en düşük azalma 5 kat uygulamasına sahip 252 saatlik yaşlandırma uygulamasının sonunda liflere dik 85°’de yapılan ölçümlerde %15,14 oranında bulunurken, en yüksek azalma 3 kat uygulamasına sahip 504 saatlik yaşlandırma uygulamasının sonunda liflere dik 60°’de yapılan ölçümlerde %61,43 oranında elde edilmiştir. UV kirlenmeli kimyasallara sahip ahşap malzemelerde

yapılan yaşlandırma uygulamaları sonlarında parlaklık değerlerini azaldığı Gürleyen (2020; 2021), Ayata (2019), Ayata vd., (2021a) ve Çavuş (2021) tarafından yapılan çalışmalarda da bildirilmiştir.

**Tablo 7.** Parlaklık değerlerine ait belirlenmiş olan SPSS sonuçları

Test	Uygulama Metodu	Yaşlandırma Süresi	N	Ortalama	Değişim (%)	HG	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
//20°	3 kat ▶	Kontrol	10	0,62	-	D	0,04	0,60	0,70
		252 saatlik	10	0,32	↓48,39	E	0,04	0,30	0,40
		504 saatlik	10	0,30	↓51,61	E**	0,00	0,30	0,30
	5 kat ▶	Kontrol	10	2,08	-	A*	0,15	1,90	2,30
		252 saatlik	10	1,36	↓34,62	B	0,05	1,30	1,40
		504 saatlik	10	1,22	↓41,35	C	0,04	1,20	1,30
//60°	3 kat ▶	Kontrol	10	4,82	-	D	0,06	4,70	4,90
		252 saatlik	10	3,11	↓35,48	E	0,24	2,90	3,70
		504 saatlik	10	2,04	↓57,68	F**	0,07	2,00	2,20
	5 kat ▶	Kontrol	10	18,45	-	A*	0,05	18,40	18,50
		252 saatlik	10	11,73	↓36,42	B	0,41	11,00	12,10
		504 saatlik	10	10,37	↓43,79	C	0,25	9,90	10,70
//85°	3 kat ▶	Kontrol	10	7,94	-	D	0,20	7,80	8,40
		252 saatlik	10	4,93	↓37,91	E	0,49	4,40	5,90
		504 saatlik	10	3,45	↓56,55	F**	0,34	3,00	3,90
	5 kat ▶	Kontrol	10	28,99	-	A*	0,16	28,70	29,30
		252 saatlik	10	23,90	↓17,56	B	0,33	23,00	24,10
		504 saatlik	10	18,73	↓35,39	C	1,21	17,10	20,10
⊥20°	3 kat ▶	Kontrol	10	0,60	-	D	0,00	0,60	0,60
		252 saatlik	10	0,30	↓50,00	E**	0,00	0,30	0,30
		504 saatlik	10	0,30	↓50,00	E**	0,00	0,30	0,30
	5 kat ▶	Kontrol	10	2,20	-	A*	0,00	2,20	2,20
		252 saatlik	10	1,25	↓43,18	B	0,07	1,20	1,40
		504 saatlik	10	1,16	↓47,27	C	0,10	1,00	1,30
⊥60°	3 kat ▶	Kontrol	10	4,33	-	D	0,07	4,30	4,50
		252 saatlik	10	2,37	↓45,27	E	0,09	2,30	2,60
		504 saatlik	10	1,67	↓61,43	F**	0,12	1,50	1,80
	5 kat ▶	Kontrol	10	15,80	-	A	0,12	15,60	16,00
		252 saatlik	10	10,24	↓35,19	B	0,96	8,70	10,90
		504 saatlik	10	9,74	↓38,35	C	0,64	8,80	10,70
⊥85°	3 kat ▶	Kontrol	10	3,28	-	D	0,26	2,70	3,40
		252 saatlik	10	1,93	↓41,16	E	0,15	1,80	2,10
		504 saatlik	10	1,73	↓47,26	E**	0,07	1,70	1,90
	5 kat ▶	Kontrol	10	19,81	-	A*	0,36	19,40	20,40
		252 saatlik	10	16,81	↓15,14	B	0,49	16,20	17,80
		504 saatlik	10	12,24	↓38,21	C	1,30	10,50	15,00

N: Ölçüm Sayısı, HG: Homojenlik Grubu,

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

Salımsal sertlik ve yüzeye yapışma direncine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları Tablo 8'de verilmiştir. Verilen bu sonuçlara göre, salımsal sertlik değeri için uygulama metodu (A), yaşlandırma süresi (B) ve etkileşim (AB) anlamlı elde edilmiştir. Buna ek olarak, yüzeye yapışma

direnci için uygulama metodu (A), yaşlandırma süresi (B) anlamlı olarak belirlenirken, etkileşim (AB) anlamsız olarak bulunmuştur.



**Tablo 8.** Salınımsal sertlik ve yüzeye yapışma direncine ait belirlenmiş olan varyans analizi sonuçları

Test	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kare	F Değeri	$\alpha \leq 0.05$
Salınımsal Sertlik	Uygulama Metodu (A)	434,028	1	434,028	116,085	0,000*
	Yaşlandırma Süresi (B)	84,500	2	42,250	11,300	0,000*
	Etkileşim (AB)	26,056	2	13,028	3,484	0,044*
	Hata	112,167	30	3,739		
	Toplam	44967,000	36			
Yapışma Direnci	Uygulama Metodu (A)	0,095	1	0,095	7,542	0,011*
	Yaşlandırma Süresi (B)	2,367	2	1,183	93,744	0,000*
	Etkileşim (AB)	0,032	2	0,016	1,276	0,298**
	Hata	0,303	24	0,013		
	Toplam	50,450	30			

\*: Anlamlı, \*\*: Anlamsız

Salınımsal sertlik ve yüzeye yapışma direncine ait belirlenmiş olan SPSS sonuçlarını Tablo 9 sunmaktadır. Bu sonuçlara göre, yüzeye yapışma direnci ve salınımsal sertlik değerlerinde her iki UV sistem vernik uygulaması için yaşlandırma uygulamalarından sonra azaldığı görülmüştür. 5 kat uygulamanın sertlik değerleri 3 kat uygulamasınınkinden yüksek elde edilmiştir. Her

iki UV sistem vernik uygulamasında yüzeye yapışma direnci için kontrol örnekleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Yaşlandırmanın 504.cü saat sonrasında yapışma direncinde 3 kat uygulamasında %37,89'luk ve 5 kat uygulamasında %47,17'lik bir azalma görülmüştür.

**Tablo 9.** Salınımsal sertlik ve yüzeye yapışma direncine ait belirlenmiş olan SPSS sonuçları

Test	Uygulama Metodu	Yaşlandırma Süresi	N	Ortalama	HG	Değişim (%)	SS	Minimum	Maksimum
Salınımsal Sertlik	3 kat ▶	Kontrol	6	32,50	D	-	1,87	30,00	35,00
		252 saatlik	6	30,83	D**	↓5,14	2,32	28,00	34,00
		504 saatlik	6	31,50	D	↓3,08	1,38	30,00	33,00
	5 kat ▶	Kontrol	6	41,50	A*	-	1,87	39,00	44,00
		252 saatlik	6	35,67	C	↓14,05	2,16	33,00	39,00
		504 saatlik	6	38,50	B	↓7,23	1,87	36,00	41,00
Yapışma Direnci (MPa)	3 kat ▶	Kontrol	5	1,61	A*	-	0,13	1,49	1,81
		252 saatlik	5	1,34	B	↓16,77	0,06	1,25	1,40
		504 saatlik	5	1,00	D	↓37,89	0,09	0,87	1,08
	5 kat ▶	Kontrol	5	1,59	A	-	0,16	1,45	1,85
		252 saatlik	5	1,18	C	↓25,79	0,10	1,10	1,30
		504 saatlik	5	0,84	E**	↓47,17	0,12	0,65	0,96

N: Ölçüm Sayısı, HG: Homojenlik Grubu, SS: Standart Sapma

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

Yüzeye yapışma direncinin yapılan yaşlandırma uygulaması ile azaldığı UV vernik uygulanmış rose gum ve Karayip çamı (de Moura vd., 2013), limon (Ayata, 2019), doussie (Gürleyen, 2021) ve gülbrişim (Gürleyen, 2020) odunlarına ait olan çalışmalarda da rapor edilmiştir. Aşınmayı önlemek için kaplamaların kullanılmasına rağmen, kaplamanın altındaki ahşabın bozulması, düşük oranda da olsa yine de meydana gelmektedir (Esposito Corcione ve Frigione, 2011; 2012). Malzeme hava koşullarının bozulan unsurlarına dayanamıyorsa, iyi mekanik özelliklere sahip bir malzeme seçmek tatmin edici değildir. Yüksek

sıcaklığın etkisi, güneş ışığının ultraviyole (UV) ışınlarına maruz kalma, yağmur ve nem kompozit malzemede bozulmaya neden olur ve sonuç olarak mekanik performansını düşürmektedir (Brennan ve Fedor, 2006).

#### 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMALAR

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Yaşlandırma uygulamalarından sonra iki tür vernik uygulaması için  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri artarken,  $L^*$  değerlerinin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.
- Yaşlandırmalardan sonra  $\Delta E^*$  değerlerinin 3 kat uygulamasında “farklı renk” kategorisini verirken, 5 kat uygulaması “yüksek renk değişimi” kategorisini vermiştir.
- Her iki UV sistem vernik uygulamasına ait bütün derece ve yönlerdeki parlaklık değerlerinin varyans analizi sonuçları anlamlı elde edilmiş olup, yaşlandırma sonralarında azaldıkları görülmüştür.
- Yüzeye yapışma direnci değerlerinde her iki UV sistem vernik uygulaması için yaşlandırma uygulamalarından sonra azaldığı görülmüştür. Yüzeye yapışma direnci her iki UV sistem vernik uygulamasına ait kontrol örneklerinde birbirine yakın sonuçlar sunmuştur.
- Salımsal sertlik değerlerinde her iki UV sistem vernik uygulaması için varyans analizi sonuçları anlamlı olduğu ve yaşlandırma uygulamalarından sonra azaldığı tespit edilmiştir. 3 kat uygulamanın sertlik değerleri 5 kat uygulamasınınkinden düşük olduğu belirlenmiştir.
- Elektron mikroskopu karakterizasyon teknikleri kullanılarak kaplamada ve ahşap substratta nanopartiküllerin tutulmasını ve dağılımını incelemek için daha fazla çalışma yapılabilir. Buna ek olarak, nanoparçacıkların dağılımı, farklı dağılım teknikleri kullanılarak ayrıca değerlendirilebilir.

#### KAYNAKLAR

- Ashton H. E. (1980). Predicting durability of clear finishes for wood from basic properties, Proceedings of the Joint Symposium of the Montreal and Toronto Societies for Coatings Technology, 52(663).
- Assadi M. (1998). Cupressaceae in: Flora of Iran. Assadi M., Khatamsaz M., Maassoumi A.A. and Mozaffarian V., eds. No. 21, (in Persian), Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, pp. 19-20 and 27-28.
- 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 D 4366-95, (1984). Standard test methods for hardness of organic coatings by pendulum test, ASTM, Philadelphia, PA.

ASTM D 4541, (1995). Standard test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Ayata Ü., Çakıcıer N., Gürleyen L. (2021b). UV kürlenmeli vernik uygulanmış sedir odununun yapay yaşlandırma uygulaması sonrasında bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi. Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 4(2): basımda.

Ayata U., Gurleyen L., Cakicier N. (2016). The determination of the surface adhesion resistance and pendulum hardness values on laminated parquets of a UV system varnish applied oak wood derived by using different water-based paints, International Forestry Symposium, 07-10 December, Kastamonu, Turkey, 827-831.

Ayata Ü. (2019). Effects of artificial weathering on the surface properties of ultraviolet varnish applied to lemonwood (*Citrus limon* (L.) Burm.), Bioresources, 14(4), 8313-8323.

Ayata Ü., Cavus V. (2018). The determination of the surface adhesion resistance and pendulum hardness on the parquets applied UV varnish as single and double layers, Journal of Engineering Sciences and Design, 6(4), 541-545.

Ayata Ü., Çakıcıer N., Gürleyen L. (2021a). İç mekânda kullanılan UV sistem parke verniği uygulamasına sahip kayısı odununda yapay yaşlandırma performansının belirlenmesi, Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi, 4(1), 40-50.

Ayata Ü., Esteves B., Gürleyen L., Çakıcıer N., Ferreira J., Domingos I., Türk M. (2021c). Effect of accelerated ageing on some surface properties of UV-coated hackberry (*Celtis australis* L.) wood parquet, Drevno, 64(208): basımda.

Ayata Ü., Gurleyen L., Esteves B., Gurleyen T., Cakicier N. (2017a). Effect of heat treatment (ThermoWood) on some surface properties of parquet beech (*Fagus orientalis* Lipsky.) with different layers of UV system applied, BioResources, 12(2), 3876-3889.

Ayata Ü., Gürleyen T., Gürleyen L., Esteves B., Çakıcıer N. (2017b). 212°C’de 2 saat süreyle ısıtılmış (ThermoWood) ve tek/çift kat UV sistem parke vernik uygulanmış dişbudak (*Fraxinus excelsior*)

odununda bazı yüzey özelliklerinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Mühendislik ve Bilim Alanında Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu, Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi, 29 Eylül-01 Ekim, Bakü, Azerbaycan, 1318-1326.

Ayata Ü., Şahin S., Gürleyen L., Esteves B. (2018). UV sistem vernik uygulanmış lamine parkelerde yüzeye yapışma direnci üzerine termal yaşlandırmanın etkisi, Multidisipliner Çalışmalar-3 (Sağlık ve Fen Bilimleri), Gece Kitaplığı Yayınevi, Birinci Basım, Ocak 2018, Editörler: Rıdvan KARAPINAR, Murat A. KUŞ, Ankara, Türkiye, 301-311.

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.

Bongiovanni R., Montefusco F., Priola A., Macchioni N., Lazzeri, S., Sozzi L., Ameduri B. (2002). High performance UV-cured coatings for wood protection, *Progress in Organic Coatings*, 45(4), 359-363.

Borrelly D. F. (2002). Estudo comparativo da degradação de poliestireno e de poliestireno de alto impacto por envelhecimento natural e artificial, São Paulo: São Paulo.

Brennan P., Fedor C. (2006). Sunlight, ultraviolet, and accelerated weathering, In A. A. Tracton (Ed.), *Coatings Technology Handbook*, Boca Raton: CRC Press.

Çavuş V. (2020). Kokulu ardıç odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine bir araştırma, *Mobilya ve Ahşap Malzeme Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 1-9.

Çavuş V. (2021). Weathering performance of mulberry wood with UV varnish applied and its mechanical properties, *BioResources*, 16(4), 6791-6798.

de Moura L. F., Brito J. O., Nolasco A. M., Uliana L. R., De Muniz G. I. B. (2013). Evaluation of coating performance and color stability on thermally rectified *Eucalyptus grandis* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* woods, *Wood Research*, 58(2), 231-242.

Dickie R. A. (1994). Chemical Origins of Paint Performance, *Journal of Coatings Technology*, 66(834), 28-37.

Elambasseril J., Ibrahim R. N., Das R. (2011). Evaluation of fracture characteristics of ceramic coatings on stainless steel substrates using

circumferentially notched tensile specimens, *Composites Part B: Engineering*, 42(6), 1596-1602.

Esposito Corcione C., Frigione M. (2011). UV-cured siloxane-modified acrylic coatings containing birifrangent calcarenitic stone particles: photo-calorimetric analysis and surface properties, *Progress in Organic Coatings*, 72(3), 522-527.

Esposito Corcione C., Frigione M. (2012). UV-cured polymer-boehmite nanocomposite as protective coating for wood elements, *Progress in Organic Coatings*, 74(4), 781-787.

Fouassier J. P., Rabek J. F. (1993). *Radiation Curing in Polymer Science and Technology*, vols. 1-4, Elsevier, London.

González-López M. E., del Campo A. S. M., Robledo-Ortiz J. R., Arellano M., Pérez-Fonseca, A. A. (2020). Accelerated weathering of poly(lactic acid) and its biocomposites: A review, *Polymer Degradation and Stability*, 179, 109290.

Grimshaw J., Bayton R., Wilks H. (2009). *New Trees: Recent Introductions to Cultivation*, Kew Publishing; Illustrated edition (19 May 2009).

Gurleyen L. (2021). Effects of artificial weathering on the color, gloss, adhesion, and pendulum hardness of UV system parquet varnish applied to doussie (*Azelia africana*) wood. *BioResources*, 16(1), 1616-1627.

Gurleyen L., Ayata, U., Esteves B., Cakicier N. (2017a). Effects of heat treatment on the adhesion strength, pendulum hardness, surface roughness, color and glossiness of scots pine laminated parquet with two different types of UV varnish application, *Maderas-Ciencia y Tecnologia*, 19(2), 213-224.

Gurleyen L., Ayata, U., Esteves B., Gurleyen T., Cakicier N. (2019). Effects of thermal modification of oak wood upon selected properties of coating systems, *Bioresources*, 14(1), 1838-1849.

Gurleyen L. (2020). UV sistem parke verniği uygulanmış gülibrişim (*Albizia julibrissin*) odununda bazı yüzey özellikleri üzerine yapay yaşlandırmanın etkisi, *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 21(4), 451-460.

Gurleyen T., Ayata Ü., Gürleyen L., Esteves B., Çakıcıer N. (2017b). Üvez (*Sorbus* L.) odununa uygulanan tek ve çift kat UV Sistem parke vernik katmanlarında renk, parlaklık ve salınımsal sertlik değerlerinin belirlenmesi, 5. Uluslararası Mühendislik

ve Bilim Alanında Yenilikçi Teknolojiler Sempozyumu, Mimarlık ve İnşaat Üniversitesi, 29 Eylül -01 Ekim, Bakü, Azerbaycan, 1327-1336.

Gürleyen T., Ayata Ü., Gürleyen L., Esteves B., Sivrikaya H., Can A. (2017c). Tek ve çift kat UV vernik sistemi uygulanmış parkelerde renk ve parlaklık değerlerinin belirlenmesi, 2. Uluslararası Malzeme Bilimi ve Teknolojisi Konferansı Kapadokya (IMSTEC 2017), 11-13 Ekim, Nevşehir, Türkiye, 408-412.

Hayoz P., Peter W., Rogez, D. (2003). A new innovative stabilization method for the protection of natural wood, *Progress in Organic Coatings*, 48, 297-309.

Herrera R., Sandak J., Robles E., Krystofiak T., Labidi J. (2018). Weathering resistance of thermally modified wood finished with coatings of diverse formulations, *Progress in Organic Coatings*, 119, 145-154.

Hong W., Guo F., Chen J., Wang X., Zhao X., Xiao P. (2018). Bioactive glass-chitosan composite coatings on PEEK: Effects of surface wettability and roughness on the interfacial fracture resistance and in vitro cell response, *Applied surface science*, 440, 514-518.

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 4892-3, (2016). Plastics - Methods of exposure to laboratory light sources - Part 3: Fluorescent UV lamps, The International Organization for Standardization.

Kaygin B., Akgun E. (2009). A nano-technological product: An innovative varnish type for wooden surfaces, *Scientific Research and Essay*, 4(1), 001-007.

Kiguchi M., Evans P. D., Ekstedt J., Williams R. S., Kataoka Y. (2001). Improvement of the durability of clear coatings by grafting of UV-absorbers on to wood, *Surface Coatings International Part B: Coatings Transactions*, 84(B4), 243-336.

Komarov V. L. (1968). Flora of the U.S.S.R., Israel Program for Scientific Translation.

Li X., Wang D., Zhao L., Hou X., Liu L., Feng B., Li M., Zheng P., Zhao X., Wei S. (2021). UV LED curable epoxy soybean-oil-based waterborne PUA resin for wood coatings, *Progress in Organic Coatings*, 151, 105942.

Pappas S. P. (1992). Radiation Curing, Science and Technology, Plenum Press, New York, Chapter 1.

Sabeti H. (1975). Forests, Trees and Shrubs of Iran (in Persian). Ministry of Information and Tourism Press, Tehran. pp. 420 and 424-425.

Salca E. A., Krystofiak T., Lis B., Mazela B., Proszyk S. (2016). Some coating properties of black alder wood as a function of varnish type and application method, *BioResources*, 11(3), 7580-7594.

Shi X., Fernando B. M. D., Croll S. G. (2008). Concurrent physical aging and degradation of crosslinked coating systems in accelerated weathering, *Journal of Coatings Technology and Research*, 5(3), 299-309.

Söğütü 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.

Stachowiak-Wencek A. (2019). Influence of the packing method of wood products on the emission of volatile organic compounds, *Wood Research*, 64(3), 515-528.

TS 2471 (1976). Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Tunalier Z., Kirimer, N., Baser K. H. C. (2004). A potential new source of cedarwood oil: *Juniperus foetidissima* Willd., *Journal of Essential Oil Research*, 16(3), 233-235.

Vardanyan V., Poaty B., Chauve G., Landry V., Galstian T., Riedl B. (2014). Mechanical properties of UV-waterborne varnishes reinforced by cellulose nanocrystals, *Journal of Coatings Technology and Research*, 11(6), 841-852.

Viengkhou V., Ng L. T., Garnett J. L. (1996). Role of additives on UV curable coatings on wood, *Journal of Applied Polymer Science*, 61(3), 2361-2366.

Wang J., Wu H., Liu R., Long L., Xu J., Chen M., Qiu H. (2019). Preparation of a fast water-based UV cured polyurethane-acrylate wood coating and the effect of coating amount on the surface properties of oak (*Quercus alba* L.), *Polymers*, 11, 1414.

Zhao Z., Niu Y., Chen F. (2021). Development and finishing technology of waterborne UV lacquer-coated wooden flooring, *BioResources* 16(1), 1101-1114.

Yalçın Ö. F. Basit Mesnetli Köprülerde Hareketli Yük Dağılım Faktörleri Denklemlerinin Yapay Sinir Ağları ile Elde Edilmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 35(3), 609-622.

Yaseen Z. M., Afan H. A., Tran M. T. (2018, April). Beam-Column Joint Shear Prediction Using Hybridized Deep Learning Neural Network With Genetic Algorithm. In Iop Conference Series: Earth And Environmental Science, 143(1), (P. 012025). Iop Publishing.

Yavuz G., Arslan M. H., Baykan O. K. (2014). Shear Strength Predicting Of Frp-Strengthened Rc Beams By Using Artificial Neural Networks. Science And Engineering Of Composite Materials, 21(2), 239-255.

Yörübulut S., Dogan O., Erdugan F., Yörübulut S. (2019). Tahribatsız Yöntem Verileri Kullanılarak Yapay Sinir Ağı ve Regresyon Yöntemi ile Beton Basınç Dayanımının Tahmin Edilmesi. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi, 12(2), 769-776.

Yurtcu Ş., Özocak, A. (2016). İnce Daneli Zeminlerde Sıkışma İndisi'nin İstatistiksel ve Yapay Zekâ Yöntemleri ile Tahmin Edilmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 31(3).

Zhang W., Li H., Li Y., Liu H., Chen Y., Ding X. (2021). Application of deep learning algorithms in geotechnical engineering: a short critical review. Artificial Intelligence Review, 1-41.

Zhang Y., Burton H. V., Sun H., Shokrabadi M. (2018). A Machine Learning Framework For Assessing Post-Earthquake Structural Safety. Structural Safety, 72, 1-16.

Zhong B., Xing X., Love P., Wang X., Luo H. (2019). Evrişimli Sinir Ağı: Bina Kalitesi Problemlerinin Derin Öğrenmeye Dayalı Sınıflandırılması. İleri Mühendislik Bilişimi, 40, 46-57.