

## Su Bazlı Vernik Renk Bariyerinin, Doğal Ahşap Kaplamada Renk Değişimi ve Sertlik Üzerine Etkisi

### Effect of Water Based Varnish Color Barrier on Color Change and Hardness in Natural Wood Coating

 Ayhan AYTİN<sup>1</sup>,  Nevzat ÇAKICIER<sup>1</sup>,  Seymen ÇİFTÇİ<sup>1</sup>,  Mete AKTER<sup>2</sup>

#### Özet

Dış hava koşulları kullanılmakta olan ağaç malzemenin çevresel faktörlerin etkisi ile kısa zamanda renk değişimine uğraması ve yüzeydeki koruyucu vernik katmanının deformasyonu önemli bir sorun olarak görülmektedir. Öte yandan üst yüzey işlemlerinde koruyucu katman yapmak üzere ekseriyetle solvent bazlı (SOB) maddelerin kullanılması insan ve çevre sağlığı bakımından birtakım sorunları da beraberinde getirmektedir. Günümüzde üretim süreçlerinde daha çok çevre dostu maddelerin kullanımı desteklenmekte, su bazlı vernik (SBV) sistemleri SOB sistemlere göre daha insan ve çevre dost olarak dikkati çekmektedir. Bu çalışmada dış tabakaları akçaağaç, okaliptüs ve meşe kaplamaları ile üretilmiş kontra tablaların yüzeyine iki farklı SBV sistemi; (1) özel bir astar kat ilave edilmiş modifiye su bazlı vernik (MSBV) ve (2) normal su bazlı vernik (NSBV) kullanılmıştır. Daha sonra 313 EL+ (UVA) ve UVB 313 EL(UVB) lambaları ile 144'er saat hızlandırılmış yaşlandırma (QUV) sonrası toplam renk değişimi( $\Delta E^*$ ) ve PS değerleri ölçülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre  $\Delta E^*$  en küçük MSBV sistemde 2.04, en yüksek NSBV'de 22.85 olarak ölçülmüştür. Ağaç türleri bakımından değerlendirildiğinde en küçük  $\Delta E^*$ , MSBV sistemi uygulanmış yüzeylerde olduğu belirlenmiştir. Pandüllü sertlik değerlerinde ise vernik türünde en küçük NSBV sisteminde 86.33, en yüksek NSBV + QUV kombinasyonunda 96.55 olarak belirlenirken; MSBV + QUV'da 96.22, MSBV kombinasyonunda 95.61; ağaç türünde (kaplama çeşidi) en yüksek meşe + MSBV + QUV varyasyonunda 107.00, en düşük Okaliptüs + MSBV'de 87.33 şeklinde gerçekleşmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Su bazlı vernik, Yaşlandırma, Renk değişimi, Pandüllü sertlik

#### Abstract

It is seen as an important problem that the wood material used in outdoor weather conditions changes its color in a short time due to the effect of environmental factors and the deformation of the protective varnish layer on the surface. On the other hand, using solvent-based (SOB) materials to make a protective layer in surface treatments brings some problems in terms of human and environmental health. Today, the more environmentally friendly materials in production processes is supported, and water-based varnish (SBV) systems are more human and environmentally friendly than SOB systems. In this study, two different SBV systems were applied to the surface of countertops, which have maple, eucalyptus and oak coatings as the outer layer; (1) modified water-based varnish (MSBV) with a special primer coat added and (2) standard water-based varnish (NSBV). Then, the total color change ( $\Delta E^*$ ) and PS values after 144 hours of accelerated aging (QUV) were measured with 313 EL + (UVA) and UVB 313 EL (UVB) lamps. According to the results of the study,  $\Delta E^*$  was measured as 2.04 in the smallest MSBV system and 22.85 in the highest NSBV. When evaluated in terms of tree species, it was determined that the smallest  $\Delta E^*$  was on the surfaces where the MSBV system was applied. In the pendulum hardness values, it was determined as 86.33 in the smallest NSBV system in the varnish type and 96.55 in the highest NSBV + QUV combination; 96.22 in MSBV + QUV, 95.61 in MSBV combination; in the wood species (veneer type), 107.00 in the highest oak + MSBV + QUV variation, and 87.33 in the lowest Eucalyptus + MSBV.

**Keywords:** Water borne varnish, Weathering, Color change, Pendulum hardness

## 1. Giriş

Dış mekân ahşap mobilyalarında çevresel bozulmaları önlemek için yapılan yüzey kaplama işlemlerinin ahşabın doğal çekiciliğini artırması ve uzun süreli performans göstermesi arzu edilmektedir. Ancak, pratikte yapılan uygulamalara bakıldığında gerçekleştirilen yüzey kaplama işlemlerinin uzun ömürlü performans beklentilerini karşılamaktan henüz uzak olduğu görülmektedir (Evans ve ark., 2015).

Bilindiği üzere bina dışı kullanım alanlarında ahşap mobilyalar rutubet, ısı, ışık, bakteri, mantar ve kirlilik gibi çevresel faktörlerin etkisi altındadır. Ahşap bu faktörlerin etkisi ile zamanla renk ve parlaklık değişimi, çatlama, çürüme ve şekil değişiklikleri, çizilme gibi deformasyonlara maruz kalmakta, ahşap mobilyalarda önemli ölçüde değer kaybı meydana gelmekte, mobilyanın kullanım süresi kısalmakta sorunlar her yıl oldukça büyük miktarlarda zararlar oluşturmaktadır. Güneş kaynaklı ultraviyole ışınlarının tesiri, ilave olarak su etkisi ile başlangıçta fiziksel olarak odun yüzeyi bozulmaktadır. Odun yüzeyinin bozulması öncelikli olarak ahşap malzemenin renginde solma ile başlamaktadır. Öte yandan renkte meydana gelen bozulma sadece güzellik ve estetik bakımdan değil aynı zamanda devamında diğer degradasyonlar meydana gelmesi nedeni ile ayrı bir önem arz etmektedir. Bu durum dış hava koşullarındaki kullanımlarda renkte meydana gelebilecek bozulmaların takip edilmesini gerektirmektedir (Yalınkılıç ve Sönmez, 2015).

Renkte meydana gelen değişimler de dahil olmak üzere dış hava koşullarının etkisi sonucu ahşap malzeme üzerindeki degradasyonlar genel olarak yaşlanma şeklinde isimlendirilmektedir (Türkoğlu ve ark., 2017; Sandoval-Torres ve ark., 2010). Degradasyonlar mobilya üretiminde hem ahşap hem de vernik ve benzeri diğer kaynakların verimli ve etkin kullanılması bakımından dikkate alındığında koruyucu işlemlerin önemi ortaya çıkmakta, dış hava koşullarında kullanılacak olan ağaç malzemenin mutlaka koruyucu yüzey işlemlerine tabi tutulması ifade edilmektedir (Çakıcıer ve ark. 2011, Kılıç ve Hafizoğlu, 2007). Ahşap malzemenin dış ortamda bozunmadan çeşitli yöntemler bulunmakta olup bunlar arasında krom, demir ve bakır gibi suda çözünen maddelerle emprenye edilmesi, kimyasal modifikasyon, ısıl işlem ile boyalar, vernikler, cilalar, su itici maddeler ile yapılan yüzey işlemleri sayılabilir (Özgenç 2015).

Boya ve vernik bazlı yüzey işlemlerinin temel amacı ahşap malzemenin sahip olduğu doğal güzelliğini daha belirgin hale getirmek ve çekiciliğini artırmaktır. Bununla birlikte oluşturulan yüzey filmi aynı zamanda az da olsa dıştan gelebilecek çeşitli etkilere karşı da koruyucu özellik taşıyabilmektedir (Kurtoğlu, 2000). Yüzey işlemleri ile özellikle

estetik anlamda sağlanan kazanımların mümkün olan en uzun süre stabil kalabilmesi ahşap mobilya ürününün servis kalitesi bakımından en önemli önceliktir. Dış hava koşullarında iklimsel etkilerin temasına maruz açık ve korumasız olan yüzeylerde vernik filminin altındaki malzemede zamanla lignin degradasyonu renkteki değişimin başlıca sebebi olarak görülmektedir. Bu değişim etkilerin derecesine bağlı olarak hesaplanan zamandan önce de meydana gelebilmektedir. Yüzey işlem maddeleri için lignini koruyucu formüllerin geliştirilmesine daha çok odaklanması sorunun kalıcı olarak çözümünü sağlaması bile mümkün olan en uzun servis ömrünü temin etmesi bakımından önemli bulunmaktadır.

Üst yüzey işlemlerinde kullanılan renklendirme ve vernikleme sistemleri ağırlıklı olarak solvent bazlı karakter taşımakta olup, solvent bazlı ürünlerin insan ve çevre sağlığı bakımından zararlı etkilere sahip olduğu bilinmektedir. Son zamanlarda çevre ve insan sağlığı bakımından gittikçe artan bilinçlenme ile eş zamanlı olarak mobilya sektöründe de solvent bazlı sistemler yerine çok daha düşük zararlı etkiye sahip su bazlı sistemlere ağırlık vermeye başlanmıştır. Birçok boya ve vernik firması bu alanda çalışmalarını yoğunlaştırmış bulunmaktadır (Budakçı ve ark., 2011).

Yüzey işlemlerinde kullanılacak katman oluşturma özelliğine sahip (boya, vernik, cila gibi) malzemelerin kullanım yeri şartları altındaki performanslarının önceden test edilmesi pratik bakımdan büyük önem taşımaktadır. Bu maksatla günümüzde çeşitli malzemelerin davranışlarını belirlemek üzere doğal yaşlandırma test istasyonları tesis edilmiş, doğal ortam şartlarının benzeştirildiği laboratuvar veya hızlandırılmış yaşlandırma yapan test cihazları geliştirilmiştir (Aytin, 2013). Yaşlandırma tekniklerinin her birinin kendine özgü karakteristikleri bulunmaktadır. Örneğin, doğal ortam yaşlandırma testleri en güvenilir sonuçları verebilmekle birlikte, uygulama süresinin uzun olması olumsuz yanı olarak ön plana çıkmaktadır. Hızlandırılmış yaşlandırma teknikleri ise sonuçların doğal yaşlandırmaya göre çok daha hızlı alınması önemli bir avantajdır. Ancak benzeştirilmeye çalışılan dış hava koşullarının çok fazla değişkenlik göstermesi nedeniyle, yaşlandırma verilerinin değerlendirilmesi ve uygulamaya aktarılması hususunda dikkatli olunması gerekmektedir (Arpacı ve Tomak, 2020).

Çalışmada iki farklı ultraviyole etkisi altında NSBV ve MSBV sistemleri okaliptüs, meşe ve akçağaç doğal kaplamalarının üst yüzey işlemleri yapıldıktan sonra renk ve sertlik değerlerindeki değişimler araştırılması, MSBV sistemi ile NBSV arasındaki farklar ortaya konmaya çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Materyal

Okalıptus, meşe ve akçaağaç kaplamaları piyasadan tesadüf usulü seçilmiştir. Daha sonra Sancaklı Mobilya Ağaç San. ve Tic.A.Ş./ Düzce fabrikasında üst tabakaları seçilen kaplamalardan oluşan 16 x 500 x 500 mm ölçülerinde kayın kontrtabla plakalar üretilmiştir. Ardından 80 x 320 (genişlik x uzunluk) mm ölçülerinde paneller hazırlanmış ve paneller üst yüzey işlemi uygulanmıştır.

### 2.2. Yöntem

Üst yüzey işlemlerinde kullanılan vernik sistemleri ile ilgili bilgiler Çizelge 1’de verilmiştir.

**Çizelge 1.** Üst yüzey işlemi uygulama esasları

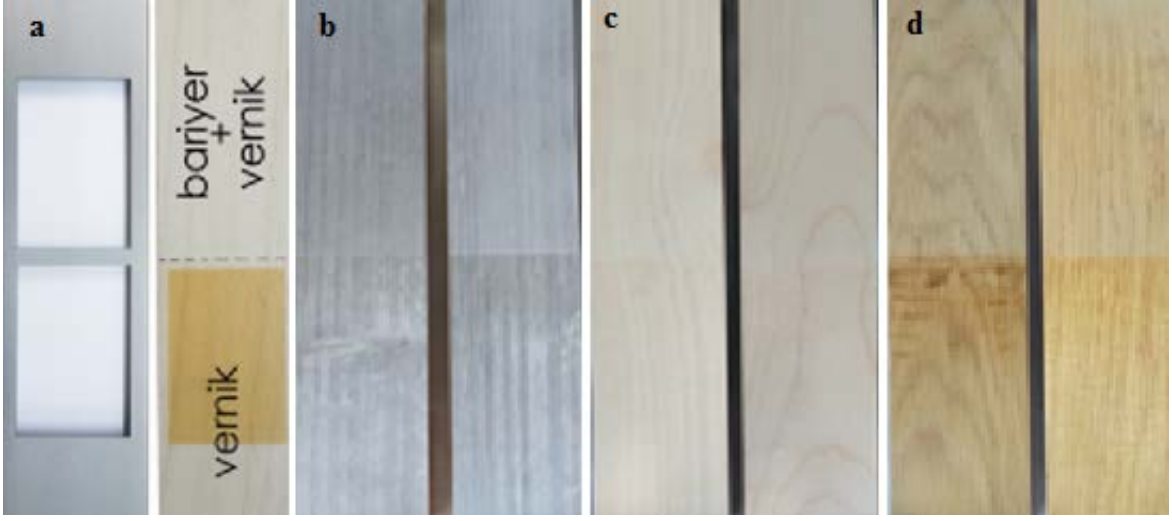
Örnek çeşidi	Ü yüzey işlem maddesi	Kısaltma	Tanımlayıcı özellikler	Katı madde (%)	Yöntemi	Kat
Deneme grubu	“AQUACOOLF X1707” Ahşap renk bariyeri	MSBV	İki Bileşenli, Su bazlı "Yeni Nesil Akrilik Reçine" ahşap renk koruma bariyeri	25	"Konvansiyonel 1,8mm Pistole"	2
	"AQUACOOL AG 4850Parke		İki Bileşenli, su bazlı Parke Verniği	31	"Konvansiyonel 1,8mm Pistole"	2
Kontrol grubu	AQUACOOL AG 4850Parke	NSBV	İki Bileşenli, su bazlı Parke Verniği	31	"Konvansiyonel 1,8mm Pistole"	3

Her bir ağaç için 1 adet UVA, 1 adet UVB yaşlandırma için olmak üzere 2 örnek toplamda 6 örnek panel alınmış, örneklerin çalışma yüzeyi ortadan bir çizgi ile ikiye ayrılmıştır. Her bir örnek için ikiye ayrılan yüzeyin bir tarafına AQUACOOL AG 4850 Parke verniği (kontrol örnekleri), diğer tarafına ise “AQUACOOLF X1707” Ahşap renk koruma bariyeri (astar) ile AQUACOOL AG 4850 Parke verniği (deneme deseni örnekleri) üstten depolu püskürtme tabancası ile uygulanmıştır (Şekil 1).



**Şekil 1.** Deneme örneği, astar koruma bariyeri ve üstten depolu vernik tabancası

Üst yüzey işlemleri sonrası örneklerin görünüşü Şekil 2’de verilmiştir.



**Şekil 2.** Üst yüzey işlemleri sonrasında çalışma örneklerinin görünüşü (a. Örnek yapısı, b. Okaliptus, c. Akçağaç, d.Meşe; Bariyer + vernik (MBSV) : Deneme; Vernik (NBSV) Kontrol

#### 2.2.1. Hızlandırılmış yaşlandırma uygulaması

Verniklenmiş çalışma örnekleri ASTM G 154 (2006) standardına göre Q-LAB firmasının ürettiği QUV Hızlandırılmış Yapay Test (Accelerated Weathering Tester-Model QUV/Spray) cihazında 144 saat hızlandırılmış yaşlandırmaya tabi tutulmuştur. Yaşlandırma testlerinde Q-LAB firmasının üretmiş olduğu UVA 313 EL+(UVA) ve UVB 313 EL(UVB) tipi lambalar kullanılmıştır. QUV test cihazının UVB 313 EL lambası, normalde yeryüzünde bulunan ultraviyolede (UV) daha şiddetli olan kısa dalga UV kullanarak hızlandırmayı maksimuma getirir. Bu özellikleri bu lambalar ile yapılan yaşlandırmalarda bazı malzemeler için gerçekçi olmayan sert sonuçlar oluşturabilmektedir. UVA 313 EL+, lambalar, UVA-340 lambalarla aynı spektrumu sunar, ancak yüksek ışık şiddetinde daha uzun ömür, 1.55 nm'de 1500 saate ve maksimum ışık şiddetinde (1.70 W/M<sup>2</sup>/nm) 750 saate kadar kullanım sağlar. Yaşlandırma program döngüsü ve çalışma örnekleri deneme deseni Çizelge 2’de verildiği şekilde uygulanmıştır.

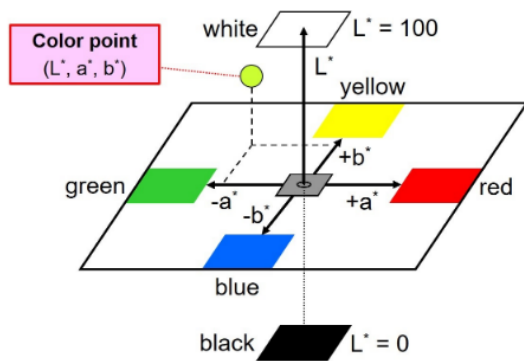
#### Çizelge 2. Yaşlandırma program döngüsü

Hızlandırılmış yaşlandırma döngüsü					Deneme deseni		
Döngü	Faktör	Sıcaklı	Işık şiddeti	Süre	Lamba	Örnek	Kısaltma
1	UV	50°C	0.85 W/M <sup>2</sup>	8 saat	UVA	Kontrol	UVANSBV
2	Spray			15		Deneme	UVAMSBV
3	Kondisyonlama	40°C		3 saat 45	UVB	Kontrol	UVBNSBV
Toplam				144 saat		Deneme	UVBMSBV

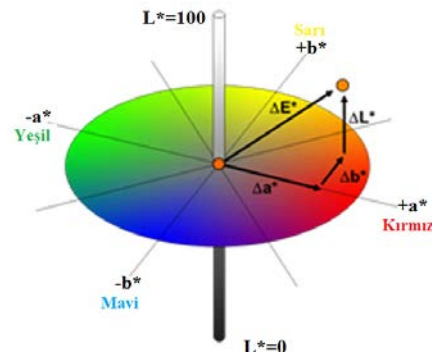
### 2.2.2. Renk değerlerinin belirlenmesi

Renk değerlerinin belirlenmesinde CIELab renk sistemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistem CIE, X,Y ve Z tristimulus değerlerinden hesaplanan  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  şeklindeki üç koordinatı bulunan ve CIELab sistemi olarak adlandırılan bir renk sistemidir. Harflerle birlikte yazılan “\*” işareti, daha önce geliştirilmiş farklı renk sistemlerindeki benzer formüllerinden CIE formüllerini ayırt edebilmek için kullanılır (Yeşil, 2010).

CIELab renk sistemi Şekil 3 a’da  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerlerine göre  $\Delta E^*$  belirlenmesi Şekil 3 b’de verilmiştir.



Şekil 3.a. CIELab renk sistemi (Anonim2020a)



Şekil 3.b.  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk değerlerine göre  $\Delta E^*$  belirlenmesi (Anonim 2020b)

Burada,  $L^*$  siyah-beyaz (siyah için  $L^*=0$ , beyaz için  $L^*=100$ ) ekseninde,  $a^*$ , kırmızı-yeşil (pozitif değeri kırmızı, negatif değeri yeşil) ekseninde,  $b^*$  ise sarı-mavi (pozitif değeri sarı, negatif değeri mavi) ekseninde yer almaktadır.  $L$  açısı aynı zamanda odunda renk değişimini ifade eder. Bu açının daralması odunun renginin kırmızı renge yaklaştığını (a), genişlemesi ise sarı renge (b) yaklaştığını göstermektedir. Renk farklılığının analizi için kontrol grubu örnekleri ile deney grubu örnekleri arasındaki fark hesap edilerek irdelenmiştir. Renk değerleri Konica Minolta CD-600 marka renk ölçüm cihazı ile ISO 7724-2/1984 standartlarına uygun olarak belirlenmiş, ( $\Delta E^*$ ), ISO 7724-3/1984’e göre aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır. Eşitlikte;  $\Delta E^*$ : Isıl işlem sonrasında örneklerde meydana gelen toplam renk farklılığını,  $\Delta L^*$ : Siyah-beyaz renk değişimini,  $\Delta a^*$ : Kırmızı-yeşil renk değişimini,  $\Delta b^*$ : Sarı-mavi renk değişimini, ifade etmektedir.

### 2.2.3. Pandüllü sertlik değerlerinin belirlenmesi

Vernik katmanının dış etkenlere dayanıklılığını belirleyen sertlik değerleri ASTM D 4366-95 (1984)'de belirtilen esaslara uyularak, pandüllü sertlik ölçüm cihazı ile köning yöntemine göre yapılmıştır. Cihaz, örnek platformuna yerleştirilen numune yüzeyinde  $63 \pm 3,3$  HRC sertliğinde ve  $5 \pm 0,0005$  mm çapında iki bilye ile salınım yapan pandül sakınımlarına göre katman sertliklerini belirler. Salınım sayısının fazla olduğu yüzeyler sert, az olduğu yüzeyler ise daha düşük sertliktedir. Çalışmada kullanılan pandüllü sertlik cihazı ve deney yapılışı Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Pandüllü sertlik cihazı ve sertlik deneyi

### 2.2.4. İstatistik değerlendirme

Yapılan çalışmada verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için SPSS paket programından faydalanılmıştır. Çalışmada faktörlerin elde edilen sonuçlar üzerinde anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için varyans analizine, anlamlı bulunan faktörler üzerinde farklılığın boyutunu belirleyebilmek için de Duncan testine başvurulmuştur.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1. Toplam renk değişimi

Akçaağaç, okaliptüs ve meşe yüzey kaplamalarında çalışma kapsamında elde edilen  $\Delta E^*$  ilişkin basit varyans analizi (BVA) sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 3. Ağaç türleri  $\Delta E^*$  ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Kaplama türü	Varyasyon	Kareler toplamı	Serbestlik katsayısı	Kareler ortalaması	F	Önem
Akçaağaç	Gruplar arası	2007.984	3	669.328	791.382	0.000*
	Gruplar arası	16.915	20	0.846		
	Toplam	2024.899	23			
Okaliptüs	Gruplar arası	2422.967	3	807.656	174.385	0.000

	Gruplar arası	92.629	20	4.631		
	Toplam	2515.597	23			
Meşe	Gruplar arası	278.240	3	92.747	29.833	0.000
	Gruplar arası	62.178	20	3.109		
	Toplam	340.418	23			

Basit varyans analizi sonuçlarına göre kaplama türleri  $\Delta E^*$  arasında  $P \leq 0.05$  düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Farklılıkların daha iyi anlaşılabilmesi için  $\Delta E^*$  değerleri ve duncan testi sonuçları Çizelge 4’de verilmiştir.

**Çizelge 4.** Ağaç türü faktörü  $\Delta E^*$  değerlerine ilişkin ortalamalar ve Duncan testi sonuçları

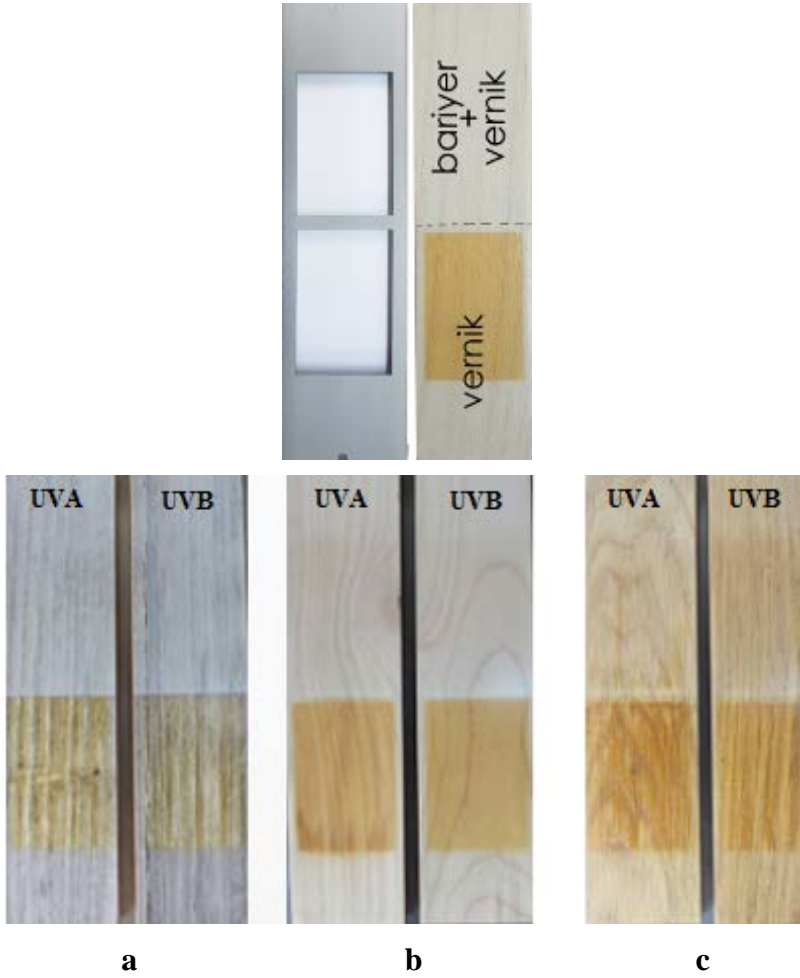
Ağaç türü	Panel grubu	Örnek sayısı (adet)	$\Delta E^*$	Standart sapma(SS)	Homojenlik grubu(HG)
Akçaağaç	UVBNSBV	6	19.98	0.89	c
	UVBMSBV	6	2.04	1.07	a
	UVANSBV	6	21.88	0.85	d
	UVAMSBV	6	3.39	0.83	b
Okalıptüs	UVBNSBV	6	22.85	1.89	b
	UVBMSBV	6	2.45	1.39	a
	UVANSBV	6	22.24	3.2	b
	UVAMSBV	6	2.45	1.53	b
Meşe	UVBNSBV	6	7.76	1.24	b
	UVBMSBV	6	3.65	1.85	a
	UVANSBV	6	12.18	2.07	c
	UVAMSBV	6	4.22	1.77	a

Toplam renk değişimi sonuçlarına göre tüm kaplama türlerinde en küçük  $\Delta E^*$  değeri Akçaağaç’ta 2.04 olarak UVBMSBV grubunda, en yüksek ise Okalıptüs’ta 22.85 olarak UVBNSBV grubunda olduğu belirlenmiştir. Okalıptüs kontrol grupları hariç diğer tüm kaplama türleri içerisinde UVB lambaları ile elde edilen  $\Delta E^*$  değerleri UVA lambaları ile elde edilen  $\Delta E$  değerlerinden daha küçük gerçekleşmiştir. Literatürde çeşitli vernik türleri ile kaplanmış ağaç malzemelerin QUV sonrası  $\Delta E^*$  sonuçları üzerine yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bunlardan birinde çeşitli vernik türleri uygulanan kayın ağacında QUV sonrası  $\Delta E^*$  değerleri araştırılmış;  $\Delta E^*$  değişimin poliüretan, selülozik ve SBV’de sırası ile olmak üzere 13.4, 18.3 ve 15.2 olduğu ifade edilmiştir (Yalçın ve ark., 2017). Bir diğer çalışmada çeşitli ağaç türleri SBV’ler kaplandıktan sonra 600 saatlik QUV yapılmış; çalışma sonuçlarına göre  $\Delta E^*$ ’nin, *Juglans regia* ve *Fraxinus excelsior*’da verniklenmemiş ve verniklenmiş örneklerde sırası ile olmak üzere 13.78, 12.73; 14.37, 3.73 olduğu bildirilmiştir (Mitani ve ark., 2019). Öte yandan meşe ağacının sekiz farklı şekilde kaplanmış olduğu bir

çalışmada 6 haftalık QUV sonrasında ölçülen  $\Delta E^*$  değerleri yaklaşık olarak en küçük 3, en yüksek 13 olarak bulunmuştur (Oberhofnerová ve ark., 2019).

Hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında gerek istatistik sonuçlar gerek ise çalışma örneklerinin görünüşü MSBV sistemi ile NSBV sistemi arasındaki farkı açıkça ortaya koymaktadır. Şekil 5’de her üç ağaç türü kaplamalarında 144 saat hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında NSBV vernik uygulanmış bölgede açık bir renk değişimi gözlenmekte olmasına rağmen, MSBV vernik uygulanan kısımda değişimin oldukça az olduğu görülmektedir. Elde edilen sonuç pratik bakımından önemli bulunmaktadır. Benzer şekilde dış hava koşullarında renk stabilitesinin uzun vadede pigment içeren yüzey filmi ile elde edilebileceği, öte yandan şeffaf katmanlarda ise en iyi sonucun akrilik ve ondan biraz daha az olmak üzere alkid esaslı olanlarda elde edildiği vurgulanmıştır (Šimunková ve ark., 2019). Bu bakımdan çalışma sonuçları ayrı bir öneme sahiptir.

Hızlandırılmış yaşlandırma sonrasında test örneklerinin görünüşü Şekil 5’de verilmiştir.



**Şekil 5.** Yaşlandırma sonrasında test örneklerinin görünüşü (a.Okaliptüs, b.Akçağaç, c.Meşe; Bariyer + vernik: MBSV; Vernik: NBSV).

### 3.2. Pandüllü sertlik

Pandüllü sertlik değerlerine ilişkin yapılan BVA sonuçları Çizelge 5’de verilmiştir.

**Çizelge 5.** Pandüllü sertlik değerlerine ilişkin BVA sonuçları

	<b>Faktör</b>	<b>Kareler toplamı</b>	<b>Serbestlik katsayısı</b>	<b>Kareler ortalaması</b>	<b>F</b>	<b>Önem</b>
<b>Vernik türü</b>	Gruplar arası	1303.819	3	434.606	3.620	0.017*
	Gruplar arası	8163.833	68	120.056		
	Toplam	9467.653	71			
<b>Ağaç türü</b>	Gruplar arası	1398.361	2	699.181	5.979	0.004
	Gruplar arası	8069.292	69	116.946		
	Toplam	9467.653	71			
<b>Ağaç türü vernik</b>	Gruplar arası	5336.319	23	232.014	2.696	0.002
	Gruplar arası	4131.333	48	86.069		
	Toplam	9467.653	71			

\*p≤0.05

Basit varyans analizi sonuçlarına göre kaplama türleri PS değerleri arasında P≤0.05 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıkların bulunduğu belirlenmiştir. Vernik ve ağaç türüne göre PS değerleri ve Duncan testi sonuçları Çizelge 6’da verilmiştir.

**Çizelge 6.** Vernik ve ağaç türü faktörleri PS değerlerine ilişkin ortalamalar ve Duncan test sonuçları

<b>Vernik türü</b>	<b>PS</b>	<b>SS</b>	<b>HG</b>	<b>Ağaç türü</b>	<b>PS</b>	<b>SS</b>	<b>HG</b>
NSBV	86.33	12.50	a	Okalıptüs	88.20	10.304	a
NSBV + QUV	96.55	12.62	b	Akçaağaç	93.83	10.511	ab
MSBV + QUV	96.22	8.95	b	Meşe	99.00	11.583	b
MSBV	95.61	9.17	b				

Kaplama türü vernik etkileşimi varyasyonlarına göre PS değerlerine ilişkin ortalamalar ve Duncan testi sonuçları Çizelge 7’de verilmiştir.

**Çizelge 7.** Ağaç türü vernik etkileşimi PS değerlerine ilişkin ortalamalar ve Duncan testi sonuçları

<b>Ağaç türü vernik</b>	<b>Homojenlik grupları</b>			
	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>
Okalıptüs + MSBV	87.33	87.33		
Akçaağaç + NSBV	87.33	87.33		
Okalıptüs + MSBV + UVB	88.33	88.33		
Okalıptüs + NSBV + UVB	89.00	89.00	89.00	
Okalıptüs + NSBV + UVA	89.33	89.33	89.33	
Akçaağaç + MSBV + UVB	89.33	89.33	89.33	
Meşe + NSBV + UVA	90.00	90.00	90.00	
Akçaağaç + MSBV	92.66	92.66	92.66	92.66
Okalıptüs + NSBV	93.66	93.66	93.66	93.66

Meşe + NSBV	93.66	93.66	93.66	93.66
Okalıptüs + MSBV + UVA	94.33	94.33	94.33	94.33
Okalıptüs + MSBV	95.00	95.00	95.00	95.00
Akçaağaç + NSBV + UVA	96.66	96.66	96.66	96.66
Meşe + MSBV + UVA	98.00	98.00	98.00	98.00
Akçaağaç + MSBV + UVA		100.00	100.00	100.00
Meşe + MSBV		103.33	103.33	103.33
Akçaağaç + NSBV + UVB		104.66	104.66	104.66
Meşe + MSBV + UVB			107.33	107.33
<b>Önem</b>	0.051	0.067	0.052	0.069

Tablo 7'ye göre PS değeri en yüksek Meşe + MSBV + UVB varyasyonunda 107.33, en düşük Okalıptüs + MSBV ile Akçaağaç + NSBV varyasyonlarında 87.33 olarak belirlenmiştir.

Literatürde yapılmış çalışmalar incelendiğinde çalışmada bulunan PS değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayata (2014), ağaç türü düzeyinde PS değeri en yüksek meşede 71.09, en düşük sarıçamda 59.65 olarak; ısı işlem düzeyinde 190°C ve 2 saatte 68.02, en düşük 212°C ve 2 saatte 63.96 olduğunu ifade etmektedir. Aynı çalışmasında yaşlandırma etkisi ile katman sertliğinde artış olduğunu ifade etmektedir. Benzer şekilde Çakıcıer (2007) çalışmasında, yaşlandırma etkisi ile katman sertliğinde artış olduğunu belirtmektedir.

#### 4. Sonuçlar

Çalışma sonuçları, bütün ağaç türleri ve farklı yaşlandırma programlarında toplam renk değişiminin en az olduğu örneklerin modifiye su bazlı vernik uygulanmış panellerde meydana geldiğini göstermektedir. Bu bakımdan renk değişimine karşı modifiye su bazlı verniklerin daha iyi performans ortaya koyabilecekleri ifade edilebilir. Öte yandan pandüllü sertlik değerlerinde ağaç türü, yaşlandırma ve vernik çeşidi bakımından sonuçların birbiri ile daha yakın değerler aldığı görülmektedir.

Günümüz teknolojisinde yapısal olarak kendini UV ışınlarından koruyan vernikler ile sıklıkla karşılaşmaktayız. Bu vernikler UV ışınlarına karşı dayanıklı olsa bile ahşabın yapısını renk değişimine karşı koruyamamaktadırlar.

Buna karşın; endüstriyel anlamda yeni bir seçenek olan renk bariyeri resimlerden görüldüğü üzer ağaç kaplamalardaki renk değişimini çok önemli oranda azaltmıştır. Bu durum endüstriyel uygulamalar için oldukça önemlidir. Estetik yönü ön planda ve kalite beklentisi yüksek mobilyaların renk değişimini en aza indirmek renk bariyeri ile mümkün

görülmektedir. Ayrıca ağaç malzemeden üretilmiş dış hava koşullarında kullanılacak olan mobilyaların kullanım ömrünü uzatma olanağı sunduğuna dikkat edilmelidir.

**İlave Bilgi:** Bu Çalışma 5-6 Nisan 2019 tarihinde İZMİR’de düzenlenen Erasmus Uluslararası Akademik Araştırmalar Sempozyumu’nda “Ahşap Kaplamada Vernik Filmi Sertliği Üzerine Su Bazlı Renk Bariyerinin Etkisi” bildiri olarak sunulmuştur. Bildiri özeti Sempozyum Sunumlar Özet Kitabı Nisan 2019’da yapılan 1. Baskısında yer almıştır (ISBN: 978-605-7602-36-7).

**Teşekkür:** Yazarlar çalışmaya katkılarından dolayı üst yüzey işlem malzemelerinin temini ve uygulanması, hızlandırılmış yaşlandırma işleminin yapılması aşamalarını üstlenen ve çalışmayı destekleyen Dual Boya - Dual Boya Vernik San. Ve Tic.Ltd.Şti.’ne teşekkür etmektedir.

## Kaynaklar

- Anonim, (2020a). <https://measurewhatyousee.com/2016/05/21/free-byk-gardner-color-webinar/>.
- Anonim, (2020b). <https://knowledge.ulprospector.com/10780/pc-the-cielab-lab-system-the-method-to-quantify-colors-of-coatings/>.
- Arpacı, Ş. S. ve Tomak, E. D. (2020), Yaşlandırma testlerinin ahşap malzemenin özelliklerine etkisi, derleme makale, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22 (2): 654-673, 15 Ağustos/August, 2020, DOI: 10.24011/barofd.658875.
- ASTM D 4366-95 (1984). Standard test methods for hardness of organic coatings by pendulum test, ASTM, Philadelphia, PA.
- ASTM G154 (2006). Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials, *American Society for Testing and Materials International*, Philadelphia, PA.
- Ayata, Ü. (2014), *Isıl işlem görmüş (ThermoWood) bazı ağaç türlerinde kullanılan su bazlı vernik katmanlarının hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine karşı direncinin belirlenmesi*, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.
- Aytin, A. (2013). *Yabani kiraz (Cerasus Avium (L.) Monench) odununun fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine yüksek sıcaklık uygulamasının etkisi*, Doktora tezi, Düzce.

- Budakçı, M., Akkuş, M. ve Budakçı, A. (2011). *Su bazlı boya ve verniklerin türkiye'deki üretimi ve kullanımı*, 6. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS'11), Elazığ, Türkiye.
- Çakıcıer, N. (2007). *Ağaç malzeme yüzey işleme katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, (2007).
- Çakıcıer, N., Korkut, S., Sevim Korkut, D., Kurtoğlu, A. ve Sönmez, A. (2011). Effects of QUV accelerated aging on surface hardness, surface roughness, glossiness, and color difference for some wood species, *International Journal of the Physical Sciences*, Vol. 6(8), pp. 1929-1939, 18 April, 2011.
- Evans, P.D., Haase, J. G., Shakri, A., Seman, B.M. ve Kiguchi M. (2015). The search for durable exterior clear coatings for wood coatings, 5, 830-864; doi:10.3390/coatings5040830
- ISO 7724-2 (1984). Paints and varnishes-colorimetry-part 2: colour measurement. ISO standart.
- ISO 7724-3 (1984). Paints and varnishes-colorimetry-part 3: Calculation of colour differences. ISO standart.
- Kılıç, A. ve Hafizoğlu, H. (2007). Açık hava koşullarının ağaç malzemenin kimyasal yapısında meydana getirdiği değişimler ve alınacak önlemler, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2007, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 175-183.
- Kurtoğlu, A. (2000). *Ağaç malzeme üst yüzey işlemleri ders kitabı*, 1.Cilt", İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Üniversite Yayın No: 4262, Fakülte Yayın No: 463. ISBN 975-404-590-9, İstanbul.
- Mitani, A., Ntalos, G., Koutsianitis, D. ve Ninikas, K. (2019). Aging effect of some varnish coated wood species on color difference and surface roughness, *Pro Ligno*, Vol. 15 No 4, pp. 173-178.
- Oberhofnerová, E., Šimůnková, K., Dvořák, O., Štěrbová, I., Hiziroğlu, S., Šedivka P. ve Pánek, M. (2019). Comparison of Exterior Coatings Applied to Oak Wood as a Function of Natural and Artificial Weathering Exposure, *Coatings*, 2019, 9(12), 864; <https://doi.org/10.3390/coatings9120864>.
- Özgenç, Ö. (2015). Dış ortam koşullarında bazı poliüretan esaslı üst yüzey sistemlerinin odun yüzeyini koruma performansı, *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698, Yıl: 2015, Cilt: 16, Sayı:1, Sayfa: 65-71.

- Sandoval-Torres, S., Jomaa W., Marc F., Puiggali J-R. (2010), Causes of color changes in wood during drying, *Forestry Studies in China*, Vol.12. No.4.
- Šimunková, K., Oberhofnerová E., Reinprecht L., Pánek M., Podlena M., Štěrbová I. ve (2019), “Durability of selected transparent and semi-transparent coatings on siberian and european larch during artificial weathering, *Coatings*, 9, 39; doi:10.3390/coatings9010039.
- Türkoğlu, T., Kabasakal, Y., Baysal, E., Gündüz, A., Küçüktüvek, M., Bayraktar, K.D., Toker, H. ve Peker, H. (2017). Surface characteristics of heated and varnished oriental beech after accelerated weathering, *Wood Research*, 62 (6): 2017 961-972.
- Yalçın, M., Pelit, H., Akçay, Ç. ve Çakıcıer N. (2017). Surface properties of tannin-impregnated and varnished beech wood after exposure to accelerated weathering, *Coloration Technoogy*, Volume 133, Issue 4 Pages: 271-346. <https://doi.org/10.1111/cote.12287>.
- Yalınkılıç, C. ve Sönmez, A. (2015). Effects of water-soluble varnishes on red color tone in wood material colored with water-soluble wood stains, *Turkish Journal of Forestry Türkiye Ormancılık Dergisi*, 2015, 16(2): 152-158.
- Yeşil, Y. (2010). *Melanj elyaf karışımlarında renk değerlerinin yeni bir algoritma geliştirilerek tahmin edilmesi*. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi. Adana.