

## **THERMOWOOD METODUNA GÖRE ISIL İŞLEM GÖRMÜŞ VE SU-BAZLI TEK/ÇİFT BİLEŞENLİ VERNİK UYGULANMIŞ BAZI AĞAÇ TÜRLERİNDE HIZLANDIRILMIŞ UV YAŞLANDIRMANIN ÇİZİLME DİRENCİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Ümit AYATA<sup>1</sup> Nevzat ÇAKICIER<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Atatürk Üniversitesi, Oltu Meslek Yüksekokulu, Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı,  
Oltu/Erzurum, TÜRKİYE

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

[nevzatcakicier@duzce.edu.tr](mailto:nevzatcakicier@duzce.edu.tr)

**Özet-** Bu çalışmanın amacı, ThermoWood metoduna göre ısı işlem görmüş ve su-bazlı tek ve çift bileşenli vernik uygulanmış bazı ağaç türlerinde hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisinde çizilme testini belirlemektir. Bu amaçla sarıçam, sapsız meşe ve doğu kayını odunlarından hazırlanan örnekler, ThermoWood metoduna göre 190°C’de 2 saat ve 212°C’de 1 ve 2 saat süreler ile ısı işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra malzeme yüzeylerine su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler uygulanmıştır. Elde edilen malzemeler, hızlandırılmış yaşlandırma cihazında; 144, 288 ve 432 saat süre boyunca UV ışığına maruz bırakılmıştır. Yaşlandırma periyotları sonlarında çizilme testleri yapılmıştır. Sonuçlara göre; ısı işlem görmüş ve su bazlı tek ile çift bileşenli vernik tabakalarında çizilme değerleri artmıştır.

**Anahtar Kelimeler-** Çizilme, ThermoWood, Su bazlı vernik, Isıl işlem

## **DETERMINATION OF SCRATCH TEST ON ACCELERATED UV AGING AFFECTING OF SINGLE/DOUBLE COMPONENT WATER BASED VARNISH APPLIANCES AND ACCORDING TO THERMOWOOD HEAT TREATED SOME WOOD TYPES**

**Abstract-** In this work, determination of the scratch test on the effects of UV aging on according to the ThermoWood method heat treated and water-based single and two component varnish applied some tree wood. In this study, wood specimens prepared from scotch pine, oak and beech wood species were heat treated according to ThermoWood method at 190°C for 2 hours and 212°C for 1 to 2 hours. Following the heat treatment one and two component water-based varnishes were applied. Specimens were exposed to accelerated weathering tester for scratch were done. According to the results, scratch values of water – based single/double component varnish layers on heat – treated wood increased.

**Key Words-** Scratch, ThermoWood, Water based varnish, Heat treatment

*Bu makale, 4. Uluslararası Mobilya ve Dekorasyon Kongresi'nde sunulmuş ve İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi'nde yayınlanmak üzere seçilmiştir.*

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ağaç malzemenin kullanım yerinde korunmasının gerekliliği asırlar önce kabul edilmiş olup çeşitli önlemlerin varlığı bilimsel literatürlerde [4, 15, 16] çokça telaffuz edilmiştir. Ahşap malzemenin kullanım yerinde ömrünü uzatan önlemler başta insan sağlığı olmak üzere maliyet uygulamaları da dikkate alınarak devamlı bir gelişim göstermektedir [12]. Bu çalışmalara ait bir uygulama olarak bilinen ısıtma işlemi 1990'lı yıllardan itibaren tüm dünyada geniş bir uygulama alanı bulmuştur. Gerek iç gerek ise dış mekânda kullanılan ahşaba boyutsal stabilite bakımından üstün nitelikler kazandırmasına rağmen dış ortamda oluşan çeşitli çevre faktörlerinin (rutubet, yağış, güneş, vs.) ahşapta zararlara neden olması sebebi ile üstyüzey işlemlerine gereksinim duyulmaktadır [12].

Ağaç malzeme sahip olduğu anatomik ve kimyasal yapısı nedeni ile bazı dış etkilere karşı yeterli dirence ve doğal dayanıklılığa sahip olsa da, dış hava etkilerine uzun süre dayanamaz. Bu nedenle ağaç malzeme, çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmekte, kullanım yerine uygun çeşitli koruyucu ve katman yapıcı maddelerle üst yüzey işlemleri yapılmakta veya kimyasal olmayan konstrüktif önlemlerle (doğal, biyolojik ve alternatif odun koruması) korunabilmektedir [17]. Koruyucu katman; mobilya ve dekorasyon elemanlarını fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler ile açık hava şartları ve biyolojik zararlılar gibi etkenlere karşı korumak amacıyla katman yapma özelliğindeki malzemeler kullanılarak; ağaç malzeme yüzeylerinin kaplanması şeklinde hazırlanır ve uygulanır [18]. Su bazlı vernikler (tek ve çift bileşenli) mobilya imalatında geniş bir kullanım alanına sahip olup farklı malzemelere uygulanabilirliği yönündeki çalışmalar günümüzde de devam etmektedir [12].

Ahşap malzemeye uygulanan üst yüzey işlemlerinin yaşlanma zamanına bağlı olarak gördüğü tahribat derecesi uygulamanın kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yaşlanmaya bağlı olarak ağaç malzeme yüzeyindeki bozunmaların vernik katmanına olan etkileri, ağaç malzemenin doğal dış ortama bırakılarak farklı yaşlanma süreçlerinde vernik katmanında oluşan bozunmaların belirli aralıklarla ölçülmesiyle elde edilmektedir. Bozunma mekanizmasının zamana bırakılarak doğal yaşlanma etkilerinin belirlenmesi işleminin uzun yıllar alması, üretim sürecinin yavaşlaması ve maliyetin artması vernik ve boya imalatçılarının endüstride rekabet şanslarını en aza indirmektedir. Günümüzde hızla gelişen yapay yaşlandırma teknikleri (UV ışınları ile yapılan yaşlandırma vb.) sayesinde doğal yaşlandırmada karşılaşılan bu zorluklar ortadan kalkmıştır [14].

Bu çalışmanın amacı; ThermoWood metoduna göre 190°C'de 2 saat ile 212°C'de 1 ve 2 saat süreler ve sıcaklıklarda ısıtma işlemi görmüş ve endüstriyel uygulamalara uygun olarak firma önerileri doğrultusunda su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklenmiş sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) odunlarından elde edilen vernikli malzemelerin hızlandırılmış QUV yaşlandırma cihazında 144, 288 ve 432 saat süreleri boyunca UV ışınlarına maruz bırakılarak, yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma sonlarında yapılan çizilme testleri için oluşan değişikliklerin hangi aşamalarda başladığına ilişkin tespitler yapmaktır.

## 2. YÖNTEM (METHOD)

### 2.1. Örnek ağaçların elde edilmesi (Obtaining sample woods)

Örneklerin hazırlanmasında ülkemizde ticari öneme sahip olan, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* L.) türleri tercih edilmiştir. Çalışmada kullanılan ağaç türleri; Düzce'de bulunan Güven Orman Ürünleri A.Ş.'den rastgele seçim yöntemine göre 510 x 110 x 20 mm boyutlarında temin edilmiştir. Ağaç malzemenin

budaksız, ardaksız, büyüme kusurları bulunmayan, düzgün lifli, öz ve diri odun kısımları karışık bir halde alınmasına özen gösterilmiştir [12].

### **2.1.1. Deney örneklerinin hazırlanması (Preparation of experimental examples)**

Keresteler daha sonra Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne ait laboratuvarında, ortalama  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\%65\pm 5$  bağıl nemli [10] iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek rutubetlerinin  $\%12$ 'ye gelmesi sağlanmıştır [19].

### **2.2. Isıl İşlem Uygulaması**

Bu araştırmada kullanılan ahşap örnekler ThermoWood ısıl işlem metodu ile çalışan Nova Orman Ürünleri San. Tic. A.Ş.'nin Bolu-Gerede de bulunan ThermoWood Kereste Üretim Fabrikası'nda ısıl işleme tabi tutulmuşlardır. Sarıçam, kayın ve meşe örnekler fabrikada bulunan bilgisayar kontrollü test fırınında,  $190^{\circ}\text{C}$ 'de 2 saat ve  $212^{\circ}\text{C}$ 'de 1 ve 2 saat periyotlarında ThermoWood yönteminde belirtilen esaslara uygun olarak ısıl işleme tabi tutulmuştur [13]. Isıl işlem görmüş keresteler Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde TS 642 ISO 554 [10] standardına göre ortalama  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\%65\pm 5$  bağıl nemli iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletildikten sonra deneysel çalışmalara geçilmiştir. Daha sonra test örnekleri endüstriyel uygulamalara uygun olarak kalibre zımpara makinesinde önce 100, 120 ve daha sonra 180 nolu zımpara ile zımparalanmıştır [12].

### **2.2. Su-Bazlı Verniklerin Uygulanması (Application of water-based varnishes)**

#### **2.2.1. Astar Vernik Uygulaması (Primer varnish application)**

Vernikleme öncesi  $500 \times 100 \times 14$  mm temiz ölçüsüne getirilen örnekler 180 nolu zımpara ile tekrar zımparalanmıştır. Isıl işlem görmüş sarıçam, kayın ve meşe keresteleri; DUAL BOYA Firmasından temin edilen ve firma önerilerine göre uygulamaya hazır hale getirilen AQUACOL FX 6150 kodlu biyosit ve lignin koruyucu içeren renksiz astar ile 10 sn'lik daldırma periyoduna göre iki kat olarak uygulanmıştır. Katlar arasında  $20^{\circ}\text{C}$  ortam sıcaklığında 3 saat beklendikten sonra kuruyan vernik filmi 400 nolu su zımparası ile zımparalanmış ve tozlar temizlendikten sonra ikinci kat uygulaması yapılmıştır. Tam kuruması sağlanan astar katı, 400 numara zımpara ile zımparalanarak tozlar temizlendikten sonra su bazlı tek ve çift bileşenli son kat vernik uygulamalarına geçilmiştir [12].

#### **2.2.2. Su-bazlı tek bileşenli vernik uygulaması (Water-based single component varnish application)**

Son kat su bazlı tek bileşenli vernik uygulamasında Dual Boya Firmasının AQUACOL FX 7680/00 Dış Mekân renksiz son kat verniği kullanılmıştır. Endüstriyel uygulamalara uygun olarak Tablo 1'de verilen miktarlarda tatbik edilmiştir. Uygulamada tabanca uç açıklığı 2.0 mm olan üstten hazneli püskürtme tabancası kullanılmıştır. Püskürtme tabancası ile endüstriyel yüzey uygulaması yönelik olarak numune yüzeyine dik ve uzaklığı 20-25 cm olacak şekilde paralel hareket ettirilerek, her katta önce liflere dik sonra liflere paralel olmak üzere çapraz kat yapılmıştır. Uygulamadaki hava basıncı 2 bar olarak seçilmiştir. Vernik uygulamasında birinci kat uygulandıktan sonra  $20^{\circ}\text{C}$  ortam sıcaklığında 3 saat beklenmiş ve kurutulmuş katman 400 nolu su zımparası ile zımparalandıktan sonra ikinci kat uygulanmıştır. Uygulama sırasında Tablo 6'da verilen verniklere ait katı madde miktarlarının oranlarına göre film katman kalınlıklarının birbirine eşit olmasına özen gösterilmiştir. Üretici firma tarafından takım halinde temin edilen su-bazlı tek bileşenli verniğin bazı teknik özellikleri Tablo 6'da verilmiştir [12].

**Tablo 1. Tek bileşenli vernik uygulaması (Single component varnish application)**

<b>FX 6150 UV Koruyucu Astar</b>	<b>1. kat</b>	130 g/m <sup>2</sup>	25 g/m <sup>2</sup>
Daldırma yöntemi katı Madde (%19.45)	<b>2. kat</b>	70 g/m <sup>2</sup>	13 g/m <sup>2</sup>
<b>FX 7680 Son Kat Vernik</b>	<b>1. kat</b>	140 g/m <sup>2</sup>	61 g/m <sup>2</sup>
Pistole ile yöntemi katı Madde (%43.26)	<b>2. kat</b>	140 g/m <sup>2</sup>	61 g/m <sup>2</sup>
	<b>Toplam Katı Madde</b>	160 g/m <sup>2</sup>	

### 2.2.3. Su-bazlı çift bileşenli vernik uygulaması (Water-based double component varnish application)

Son kat su bazlı çift bileşenli vernik uygulamasında Dual Boya Firmasının AQUACOOOL 0820/00 Dış Mekân renksiz son kat verniği (vernük + AQUACOOOL AX 0115 sertleştirici (%25) + su (%10)) kullanılmıştır. Endüstriyel uygulamalara uygun olarak Tablo 2’de verilen miktarlarda tatbik edilmiştir. Uygulamada tabanca uç açıklığı 2.0 mm olan üstten hazneli püskürtme tabancası kullanılmıştır. Püskürtme tabancası ile endüstriyel yüzey uygulamasına göre numune yüzeyine dik ve uzaklığı 20-25 cm olacak şekilde paralel hareket ettirilerek, her katta önce liflere dik sonra liflere paralel olmak üzere çapraz kat uygulaması yapılmıştır. Uygulamadaki hava basıncı 2 bar olarak seçilmiştir. Vernük uygulamasında birinci kat uygulandıktan sonra 20°C ortam sıcaklığında 3 saat beklenmiş ve kurutulmuş katman 400 nolu su zımparası ile hafifçe zımparalandıktan sonra ikinci kat uygulanmıştır. İkinci kat uygulamasından sonra 20°C ortam sıcaklığında 3 saat beklenmiş ve kurutulmuş katman 400 nolu su zımparası ile hafifçe zımparalandıktan sonra üçüncü kat uygulanmıştır. Uygulama sırasında Tablo 6’da verilen vernüklere ait katı madde miktarlarının oranlarına göre film katman kalınlıklarının birbirine eşit olmasına özen gösterilmiştir [12].

**Tablo 2. Çift bileşenli vernik uygulaması (Double component varnish application) [12]**

<b>FX 6150 UV Koruyucu Astar</b> Daldırma yöntemi katı madde %19.45	<b>1. kat</b>	130 g/m <sup>2</sup>	25 g/m <sup>2</sup>
	<b>2. kat</b>	70 g/m <sup>2</sup>	13 g/m <sup>2</sup>
<b>FX 0820 2K Son Kat Vernik</b> Pistole ile yöntemi karışım Katı Madde %37.78	<b>1. kat</b>	105 g/m <sup>2</sup>	40 g/m <sup>2</sup>
	<b>2. kat</b>	105 g/m <sup>2</sup>	40 g/m <sup>2</sup>
	<b>3. kat</b>	105 g/m <sup>2</sup>	40 g/m <sup>2</sup>
	<b>Toplam Katı Madde</b>	158 g/m <sup>2</sup>	

Üretici firma tarafından takım halinde temin edilen su-bazlı çift bileşenli verniğin bazı teknik özellikleri Tablo 3’de verilmiştir [12].

**Tablo 3. Uygulanan vernükler hakkında üretici firma bilgileri (Manufacturer's information about applied varnishes) [12]**

Vernük Türleri	Bileşeni	Yoğunluk	pH	Katı Madde	Uygulama Metodu	Viskozite	Uygulanan Miktar (g/m <sup>2</sup> )
FX 6150 UV Koruyucu Astar	Akrilik Reçine, Biyosit ve UV koruyucu	1.02	9.2	%19±2	Tercihen daldırma yöntemi, rulo, fırça, bez, sünger	DIN 4 kabında 20°C’de 11 saniye	Tek katta 100
FX 7680 Dış Mekân Parlak Vernük	Akrilik Ve Alifatik PU Reçine	1.05	9.3	%42±2	Pistole, fırça	DIN 6 kabında 20°C’de 45-55 saniye	100-140
FX 0820 Dış Mekân Parlak Vernük 2K	Alifatik PU Dispersiyon	1.03	8.5	%32±2	Pistole, Basıncılı Pompa	DIN 4 kabında 20°C’de 35-45 Saniye (AX 015 Sertleştirici katılmış hali ile)	60-100
AX 0115 Sertleştirici	Suda çözünen Alifatik Poliizosiyanat	-	-	%66-72	-	-	-

### 2.3. Hızlandırılmış UV yaşlandırma uygulaması öncesi deney örneklerinin hazırlanması (Preparation of experimental examples before accelerated UV aging application)

Isıl işlem görmüş ve su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler ile verniklenmiş 500x100x14 mm boyutlarındaki örnekler, yaşlandırma cihazına ait panel tutuculara uygun olarak, 120x80x14 mm boyutlarında kesildikten sonra elde edilen malzemelerin vernik bulunmayan açık kenarları, yaşlandırma uygulamaları sırasında herhangi bir olumsuz etkilere maruz kalmaması için aynı tür vernik ile verniklenerek yaşlandırma işlemlerine hazır hale getirilmiştir [12].

### 2.4. Hızlandırılmış UV yaşlandırma uygulaması (Accelerated UV aging application)

Sarıçam, kayın ve meşe odunlarına ait deney örneklerine, su bazlı tek ve çift bileşenli vernikler uygulandıktan sonra İklimlendirme Laboratuvarı'nda %12 rutubet için  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\%65\pm 3$  bağıl nem şartlarında üç hafta süreyle kurumaya bırakılmıştır. Daha sonra vernikli malzemeler; ASTM G 154-06 [3] standardına (15 dakika su sprej, 8 saat UV) ait yaşlandırma ortam koşullarının modifiye edilmesiyle hazırlanmış (0.67 ışık şiddeti, 18 dakika su sprej, 2 saat UV ve  $50^{\circ}\text{C}$  ortam sıcaklığı) ve UV-A 340 floresan lambalarının bulunduğu QUV accelerated weathering tester cihazında; 144, 288 ve 432 saat süre boyunca UV yaşlandırma etkilerine maruz bırakılmıştır. UV yaşlandırma uygulamasına tabi tutulan bütün örneklerin yaşlandırma öncesi ve yaşlandırma periyotları sonralarında çizilme direncine ait ölçümler belirlenmiştir [12].



Şekil 1. QUV hızlandırılmış yaşlandırma cihazı (QUV accelerated weathering tester) [12]

Isıl işlem görmüş ve su bazlı vernik uygulanmış, sarıçam, kayın ve meşe türlerine ait test örneklerinde yaşlandırma uygulamasına ait deneme deseni Tablo 4'de verilmiştir [12].

Tablo 4. Yaşlandırma uygulamasına ait deneme deseni (Experimental design for aging application) [12]

Ağaç Türü	ThermoWood		Vernik Çeşidi		Yaşlandırma Periyodu		
	Sıcaklık	Süre					
Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)	190°C	2 Saat	2 Kat Astar + Su Bazlı Tek Bileşenli Vernik (2 Kat Sonkat)	2 Kat Astar + Su Bazlı Çift Bileşenli Vernik (3 Kat Sonkat)	144 Saat	288 Saat	432 Saat
	212°C	1 Saat					
	212°C	2 Saat					
Doğu kayını ( <i>Fagus orientalis</i> L.)	190°C	2 Saat					
	212°C	1 Saat					
	212°C	2 Saat					
Sapsız meşe ( <i>Quercus petraea</i> L.)	190°C	2 Saat					
	212°C	1 Saat					
	212°C	2 Saat					

## 2.5. Deneme Metodları (Trial methods)

### 2.5.1. Katı Madde Tayini (Solid Material Test)

Katı madde tayininin amacı; eşit kalınlıkta katman hazırlayabilmek için vernik veya boyanın katman yapma özelliğini tespit etmektir. Bunun için; ASTM D 1644-01 [1] esaslarına uyularak; vernikler, darası önceden alınan Ø 75±5 mm'lik konkav saat camına 2±0.2 g olacak şekilde damlalık ile konulmuş, daha sonra etüvde 60°C'de ağırlıkça sabit hale gelene kadar bekletilmiştir. Bu süre sonunda çözücüler tamamen buharlaştırılarak yeniden tartımları yapılmıştır. Katı madde miktarları aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$K_m = [(V_u - \text{Ç}_b) / V_u] \times 100 \quad (1.)$$

$$V_u = G - D, \text{Ç}_b = G - E \quad (2.)$$

Burada;

$V_u$  = Uygulanan vernik (g),

$\text{Ç}_b$  = Buharlaşan çözücü (g),

$K_m$  = Katı madde (%)

$G$  = Yaş ağırlık (g),

$D$  = Dara (g),

$E$  = Kuru ağırlık (g)

### 2.5.2. Emprenye retensiyon oranlarının belirlenmesi (Determination of impregnated retention ratios)

Firma önerilerine göre uygulamaya hazır hale getirilen AQUACOOOL FX 6150 kodlu renksiz astar verniğinin uygulanmasında kısa süreli emprenye daldırma metodu kullanılmış olup, deney numuneleri 10 saniye süre ile emprenye maddesi içerisinde 2 defa bırakılmıştır. Emprenye edilen örneklerin absorbe ettikleri çözelti miktarları ve net kuru madde miktarları TS 5723 [9] standardında belirtilen yol takip edilerek aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır [4].

$$\text{Retensiyon} = \frac{G \times C}{V} \times 10 \text{ kg/m}^3 \quad (3.)$$

Eşitlikte;

$G$  = Örnek tarafından absorbe edilen çözelti miktarı ( $m_1 - m_0$ ) (g)

$m_0$  = Emprenye öncesi ağırlık (g)

$m_1$  = Emprenye sonrası yaş ağırlık (g)

$C$  = Çözelti konsantrasyonu

$V$  = Odun örneğinin hacmi ( $\text{cm}^3$ )'dir.

$$\text{Retensiyon} = \frac{M_{oes} - M_{oeö}}{M_{oeö}} \times 100 \quad (4.)$$

Eşitlikte;

$M_{oes}$  = Emprenye sonrası numunenin tam kuru ağırlığı (g)

$M_{oeö}$  = Emprenye öncesi numunenin tam kuru ağırlığı (g)

$C$  = Çözelti konsantrasyonu (%).

### 2.5.3. Kuru film kalınlıklarının belirlenmesi (Determination of dry film thicknesses)

Çalışmada kullanılan verniklerin kuru film katman kalınlıkları Şekil 2'de gösterilen PosiTector 200 cihazında ASTM D 6132 [2] standardında belirtilen esaslara uyularak belirlenmiştir [12].



Şekil 2. PosiTector 200 cihazı (PosiTector 200 device) [12]

Çeşitli mikron kalınlıklarına sahip film tabakaları ile kalibrasyonu sağlanan cihazın probu, vernikli ahşap malzeme üzerine damlatılan jel (DeFelsko marka – Ultrasonic couplant)'in üstüne gelecek şekilde bastırılmaktadır. Cihaz ultrasonik olarak çoklu sinyal gönderdikten hemen sonra tarama yapması ile otomatik olarak mikron kalınlığına ait değer ekranda okunmaktadır (Şekil 2) [12].

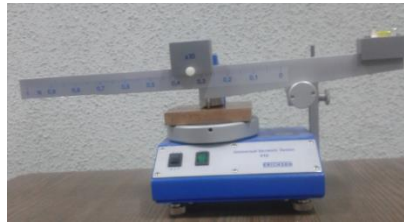
#### 2.5.4. Çizilme direncinin belirlenmesi (Determination of scratch resistance)

Çizilme direncinin belirlenmesi için her bir vernik çeşidine ait 120x80x14 mm boyutlarındaki örnekten yararlanılmış ve deneyler EN 15186 [6] esaslarına uygun olarak yapılmıştır. Örneklerin ortalarına 6.5 mm çapında matkapla delik açılarak çizilme direnci deney aletine yerleştirilmektedir (Şekil 3). Önce 5 N'luk bir kuvvetle örnek bir tur döndürülmekte kesintisiz bir çizgi oluşmamış ise, kesintisiz bir çizgi oluşuncaya kadar 0.5 N'luk kademelerle kuvvet artırılmaktadır.

5 N'luk kuvvet uygulamasında kesintisiz çizgi oluşursa, 2 N'a kadar 0.5 N'luk, 1 N'a kadar 0.25 N'luk ve 1 N'un altında 0.1 N'luk kademelerle kuvvet azaltılarak işlem sürdürülmektedir. Daire şeklinde meydana gelen sürekli çizgilerde kesintiler oluşmaya başlayınca denemeye son verilmektedir ve uygulama kuvvetlerine göre Tablo 5'den yararlanılarak çizilme direnci sınıfları belirlenmektedir. Deney örnekleri üzerinde iğne ile oluşturulan dairesel çizgilerin arasında en az 1 mm uzaklık olmasına rağmen özen gösterilmektedir.

Tablo 5. Çizilme direnci sınıfları (Scratch resistance classes)

Yüzey Sınıfı	Ortalama Kuvvet (N)
1. sınıf	4.0'den büyük
2. sınıf	2.1-4.0
3. sınıf	1.6-2.0
4. sınıf	1.1-1.5
5. sınıf	0.5-1.0
6. sınıf	0.5'ten küçük



Şekil 3. Çizilme direnci deney aleti (Scratch resistance test instrument) [12]

#### 2.5.5. Verilerin değerlendirilmesi (Evaluation of data)

İstatistiksel analiz sonuçları, kontrol örnekleri (yaşlandırma öncesi) ile yaşlandırma uygulaması sonrasında tahribatların olduğu örneklerin karşılaştırılması sonucu ile belirlenmiştir. İstatistiksel

değerlendirmeler için MSTATC istatistik paket programından faydalanılmıştır. Çoklu varyans analizi “ANOVA” testleri, Duncan testi ve LSD (en küçük önemli fark) kritik değerleri belirlenmiştir.

### 3. BULGULAR (FINDINGS)

#### 3.1. Katı madde oranlarının belirlenmesi (Determination of solids ratios)

Çalışmada kullanılan verniklerin katı madde miktarlarına ilişkin sonuçları Tablo 6’da verilmiştir. En yüksek katı madde oranı; su bazlı tek bileşenli vernikte (43.26), en düşük ise emprenye renksiz dolgu verniği FX 6150’de (19.45) elde edilmiştir.

**Tablo 6.** Kullanılan verniklerin katı madde miktarları (%) (Amounts of solids in used varnishes (%))

Vernik Çeşidi	Katı Madde Oranı (%)
Emprenye Dolgu Renksiz FX 6150 UV	19.45
Su Bazlı Tek Bileşenli Vernik (FX 7680)	43.26
Su Bazlı Çift Bileşenli Vernik (FX 0820 2K + AX 0115 Hardener)	37.78

#### 3.2. Emprenye retensiyon oranlarının belirlenmesine ilişkin bulgular ve tartışma (Findings and discussion on determination of impregnated retention ratios)

ThermoWood metoduna göre ısı işlem görmüş sarıçam, kayın ve meşe odunlarının retensiyon oranları Tablo 7’de verilmiştir. Isıl işlem görmüş ağaç malzemelere uygulanan 2 defa 10 saniyelik emprenye işleminin sonunda; en yüksek net kuru madde miktarı ve retensiyon oranı; 212°C’de 2 saat ısı işlem görmüş sarıçam örneğinde, en düşük ise 190°C’de 2 saat ısı işlem görmüş kayın örneğinde elde edilmiştir. Isıl işlem süresi ve sıcaklığın artmasına paralel olarak net kuru madde miktarı ve % retensiyon miktarının arttığı tespit edilmiştir.

**Tablo 7.** ThermoWood metoduna göre ısı işlem görmüş ağaç türlerine ait net kuru madde miktarları ve % retensiyon oranları (Net dry matter amounts and percent retention ratios of heat treated wood species according to ThermoWood method)

Isıl İşlem		Net Kuru Madde Miktarı (kg/m <sup>3</sup> )			% Retensiyon		
Sıcaklık	Süre	Sarıçam	Kayın	Meşe	Sarıçam	Kayın	Meşe
190°C	2 saat	9.8089	6.2698	6.5139	10.34	4.09	4.57
212°C	1 saat	12.2580	6.8494	6.6969	11.86	4.94	5.20
212°C	2 saat	12.9515	7.5817	6.8342	14.05	5.41	5.25

#### 3.3. Kuru Film Kalınlıklarına İlişkin Bulgular Ve Tartışma (Findings and discussion on dry film thickness)

Su bazlı tek ve çift bileşenli verniklerin kuru film kalınlıklarına ilişkin ölçüm sonuçları Tablo 8’de verilmiştir. Katman kalınlığı en yüksek 212°C’de 2 saat ısı işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş meşede, en düşük 212°C’de 1 saat ısı işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş kayında elde edilmiştir.

**Tablo 8.** Kuru film kalınlıkları (Dry film thicknesses)

Isıl İşlem	Vernik Çeşidi	Katman Kalınlığı (µm)		
		Sarıçam	Kayın	Meşe
190°C - 2 saat	Tek Bileşenli	139.80	137.00	142.00
	Çift Bileşenli	155.00	152.00	153.80
212°C - 1 saat	Tek Bileşenli	140.80	136.40	147.00
	Çift Bileşenli	155.40	151.80	156.60
212°C - 2 saat	Tek Bileşenli	144.00	139.00	148.60
	Çift Bileşenli	154.60	152.40	158.20



### 3.4. Çizilme direnci değerlerine ait bulgular (Findings of scratch resistance values)

Farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Çoklu Varyans analizi (Anova) yapılmış ve sonuçları Tablo 9’da verilmiştir. Varyans analiz sonucuna göre, vernik çeşidi faktörü, ağaç türü - vernik çeşidi etkileşimi, ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşim ve ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi etkileşimi önemsiz, ağaç türü, ısıl işlem, yaşlandırma periyodu faktörleri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı çıkmıştır ( $\alpha=0.05$ ).

**Tablo 9.** Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodunun çizilme direnci ölçümlerine ilişkin varyans analizi sonuçları (Results of variance analysis of wood type, heat treatment, varnish type on scratch resistance measurements of aging period)

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P, $\alpha=0,05$
Ağaç Türü (A)	2	76.849	38.424	3971.1429	0.0000*
Isıl işlem (B)	2	0.811	0.406	41.9330	0.0000
Etkileşim (AB)	4	0.128	0.032	3.2990	0.0128
Vernik Çeşidi (C)	1	0.009	0.009	0.9378	ns**
Etkileşim (AC)	2	0.008	0.004	0.4354	ns
Etkileşim (BC)	2	0.011	0.006	0.5933	ns
Etkileşim (ABC)	4	0.031	0.008	0.8014	ns
Yaşlandırma Periyodu (D)	3	26.558	8.853	914.9217	0.0000
Etkileşim (AD)	6	5.107	0.851	87.9601	0.0000
Etkileşim (BD)	6	0.666	0.111	11.4769	0.0000
Etkileşim (ABD)	12	4.979	0.415	42.8812	0.0000
Etkileşim (CD)	3	1.468	0.489	50.5837	0.0000
Etkileşim (ACD)	6	2.389	0.398	41.1435	0.0000
Etkileşim (BCD)	6	0.534	0.089	9.2057	0.0000
Etkileşim (ABCD)	12	1.425	0.119	12.2751	0.0000
Hata	144	1.393	0.010		
Toplam	215	122.368			

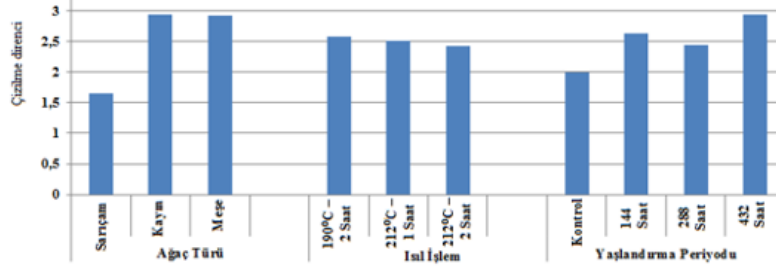
\*: Anlamlı ( $\alpha = 0.05$ 'e göre), ns\*\*: Önemsiz

Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 10’da verilmiş, buna ait grafik Şekil 4’de gösterilmiştir. Tablo 10’a göre ağaç türü düzeyinde çizilme direnci en yüksek kayında ve meşede, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Isıl işlem düzeyinde, çizilme direnci değeri en yüksek 190°C’de 2 saatte, en düşük 212°C’de 2 saatte elde edilmiştir. Yaşlandırma periyodu düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz kalmış örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir.

**Tablo 10.** Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyodu değişkenlerinde çizilme direncine ait Duncan testi sonuçları (Duncan test results of scratch resistance in wood type, heat treatment, varnish type and aging period variables)

Faktör	$\bar{X}$	HG	
Ağaç Türü	Sarıçam	1.66	B
	Kayın	2.94	A*
	Meşe	2.92	A
Isıl İşlem	190°C – 2 Saat	2.58	A*
	212°C – 1 Saat	2.51	B
	212°C – 2 Saat	2.43	C
Yaşlandırma Periyodu	Kontrol	1.99	D
	144 Saat	2.64	B
	288 Saat	2.45	C
	432 Saat	2.95	A*

$\bar{X}$  : Aritmetik ortalama, HG: Homojenlik grubu, \*: En yüksek çizilme direnci değerini ifade etmektedir.



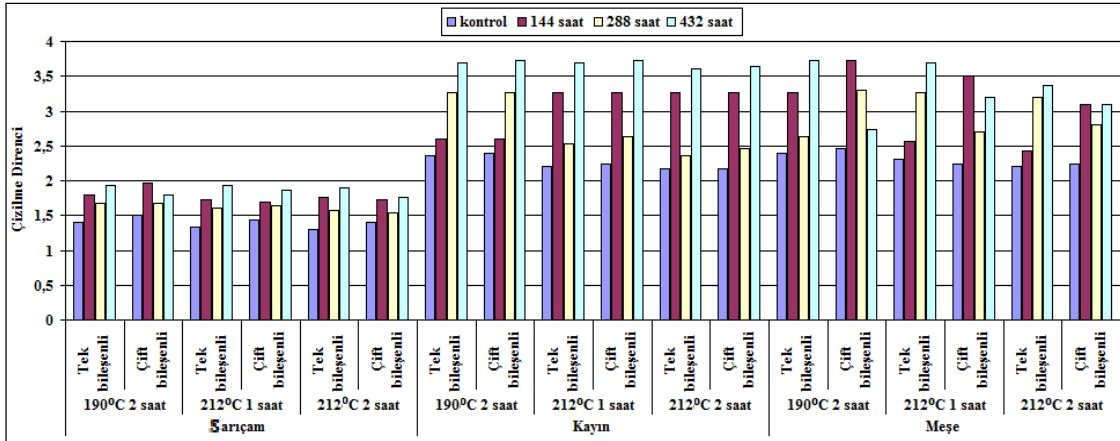
**Şekil 4.** Ağaç türü, ısıl işlem, vernik çeşidi ve yaşlandırma periyoduna ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (Comparison results of scratch resistance values for wood type, heat treatment, varnish type and aging period)

Tekli, ikili ve üçlü karşılaştırmaların sonuçlarını topluca görmek amacıyla, ağaç türü – ısıl işlem – vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Tablo 11’de verilmiş, buna ait grafik Şekil 5’de gösterilmiştir.

**Tablo 11.** Ağaç türü - ısıl işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu dörtlü etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin Duncan testi sonuçları (Duncan test results of scratch resistance values of wood type - heat treatment - varnish type - aging period quaternary interaction)

Ağaç Türü	Isıl İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	$\bar{x}$	HG	Ağaç Türü	Isıl İşlem	Vernik Çeşidi	Yaş. Per.	$\bar{x}$	HG
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3.73	A	Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2.40	MNO
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	3.73	A	Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2.40	MNO
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3.73	A	Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2.37	NOP
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	3.73	A	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	2.37	NOP
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3.70	A	Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2.30	OPQ
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	3.70	A	Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2.23	PQ
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	3.70	A	Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2.23	PQ
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3.63	AB	Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2.23	PQ
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3.60	AB	Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2.20	Q
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	3.50	BC	Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2.20	Q
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	3.37	CD	Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	2.17	Q
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	3.30	DE	Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2.17	Q
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	3.27	DE	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1.97	R
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	3.27	DE	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1.93	RS
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	3.27	DE	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	432 saat	1.93	RS
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	3.27	DE	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	432 saat	1.90	RST
Kayın	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	3.27	DE	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	1.87	RSTU
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	3.27	DE	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1.80	STUV
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	3.27	DE	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1.80	STUV
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	3.27	DE	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	1.77	TUVW
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	432 saat	3.20	EF	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	1.77	TUVW
Meşe	212°C	Tek bileşenli	288	3.20	EF	Sarıçam	212°C	Tek bileşenli	144	1.73	UVWX

	2 saat		saat				1 saat		saat		
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	3.10	F	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	1.73	UVWX
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	3.10	F	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	144 saat	1.70	VWXY
Meşe	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	2.80	G	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1.67	VWXYZ
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	432 saat	2.73	GH	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1.67	VWXYZ
Meşe	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	2.70	GHI	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	1.63	WXYZ[
Kayın	212°C 1 saat	Çift bileşenli	288 saat	2.63	HJ	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	1.60	XYZ[
Meşe	190°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	2.63	HJ	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	288 saat	1.57	YZ[\
Kayın	190°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2.60	HIJK	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	1.53	Z[\]
Kayın	190°C 2 saat	Çift bileşenli	144 saat	2.60	HIJK	Sarıçam	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1.50	[\]
Meşe	212°C 1 saat	Tek bileşenli	144 saat	2.57	IJKL	Sarıçam	212°C 1 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1.43	\]^
Kayın	212°C 1 saat	Tek bileşenli	288 saat	2.53	JKLM	Sarıçam	190°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1.40	]^
Kayın	212°C 2 saat	Çift bileşenli	288 saat	2.47	KLMN	Sarıçam	212°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	1.40	]^
Meşe	190°C 2 saat	Çift bileşenli	Kontrol	2.47	KLMN	Sarıçam	212°C 1 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1.33	^
Meşe	212°C 2 saat	Tek bileşenli	144 saat	2.43	LMNO	Sarıçam	212°C 2 saat	Tek bileşenli	Kontrol	1.30	^
LSD ± 0.1614											
$\bar{X}$ : Aritmetik ortalama, <i>HG</i> : Homojenlik grubu											



**Şekil 5.** Ağaç türü - ısı işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimine ait çizilme direnci değerlerinin karşılaştırma sonuçları (Comparison results of scratch resistance values of wood type - heat treatment - varnish type - aging period interaction)

Tablo 11'e göre ağaç türü - ısı işlem - vernik çeşidi - yaşlandırma periyodu etkileşimi düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek, 190°C'de 2 saat ve 212°C'de 1 saat süre ile ısı işlem görmüş çift bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz bırakılmış kayında, 190°C'de 2 saat süre ile ısı işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş 432 saatlik UV yaşlandırmaya maruz bırakılmış meşede, 190°C'de 2 saat süre ile ısı işlem görmüş ve çift bileşenli vernik ile verniklenmiş 144 saatlik UV yaşlandırmaya maruz bırakılmış meşede elde edilmiştir. En düşük çizilme direnci değeri 212°C'de 1 ve 2 saat süre ile ısı işlem görmüş ve tek bileşenli vernik ile verniklenmiş sarıçam kontrol örneklerde elde edilmiştir.

#### 4. SONUÇ VE TARTIŞMA (CONCLUSION AND DISCUSSION)

Araştırma sonuçlarına göre, ağaç türü düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek kayında ve meşede, en düşük sarıçamda tespit edilmiştir. Bu çalışmada değişik tür ağaç malzemelere uygulanan ısı işlemlerde yüksek sıcaklığın ağaç malzemedeki önemli değişikliklere yol açtığı, bunun da vernik katmanının sertliğini ve çizilme direncini arttırdığı ileri sürülebilir.

Isıl işlem düzeyinde, çizilme direnci değeri en yüksek 190°C’de 2 saatte, en düşük 212°C’de 2 saatte elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre, ısıl işlemde uygulanan yüksek sıcaklık işlemin başlangıç periyotlarında vernik katmanlarının çizilme direncini artırıcı, işlemin ilerleyen periyotlarında ise azaltıcı etkide bulunmuştur. Çizilme direnci katman sertliğinin önemli bir göstergesidir.

Yaşlandırma periyodu düzeyinde çizilme direnci değeri en yüksek 432 saatlik UV yaşlandırma örneklerinde, en düşük kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Buna göre, uzun süreli UV-A lambası ile yapılan yaşlandırma periyodunun vernik katmanlarının çizilme direncini yaşlandırmanın ilk periyodu olan 144 saatlik uygulamada arttırdığı, 288 saatlik periyotta azalttığı ve 432 saatlik periyotta ise arttırdığı tespit edilmiştir. Uzun süreli yaşlandırma işleminde UV radyasyonunun vernik katmanlarında yüzey gerilimi arttırdığı, bunun da katman sertliği ve çizilme direnci değerlerinde artışa neden olduğu söylenebilir.

Yapılan bir çalışmada çalışmada, sarıçam malzeme yüzeylerine uygulanan su bazlı verniklerin düşük sertlik değerleri verdiği bildirilmiştir. Bu durumun, verniklerin küçük ve hafif molekül yapıları, ağaç malzeme boşluklarına daha fazla nüfuz etmeleri ve ince vernik katmanı oluşturmaları nedeniyle yoğunluğu düşük ağaç malzeme yüzeylerinde daha düşük sertlikte katman oluşturmalarından kaynaklandığı ifade edilmiştir [8]. Yapılan başka bir çalışmada ise, vernik/ boyaların çizilme dirençlerinin yapılarına bağlı olduğu, yüzeyde oluşturdukları katmanın yapısı ne kadar sıkı ise çizilme dirençlerinin de o kadar iyi olacağı ve zor çizileceği belirtilmiştir [7]. Su bazlı verniklerin katı madde oranlarının düşük olması sebebiyle ahşap yüzeyde oldukça ince film katmanı verdiği belirtilmiştir [5]. Ayrıca su bazlı verniklerin mekanik etkilere dayanıksız olduğu bildirilmiştir [11].

Çalışmada, kayın ve meşe numunelerde; 190°C’de 2 saat, 212°C’de 1 ve 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve su bazlı tek ve çift bileşenli vernik uygulanmış bütün test panellerinin kontrol periyodunda çizilme direnci değerlerinin 2. sınıf olduğu tespit edilmiş, 144 saat, 288 saat ve 432 saat periyotlarının sonrasında da sonucun değişmediği gözlenmiştir. Sarıçam numunelerde, 190°C’de 2 saat, 212°C’de 1 ve 2 saat süre ile ısıl işlem görmüş ve su bazlı tek ve çift bileşenli vernik uygulanmış örneklerin kontrol periyodunda 4. sınıf, UV yaşlandırmanın etkisiyle 144 saat, 288 saat ve 432 saat sonrasında ise 3. sınıf gruba girdikleri belirlenmiştir.

#### Teşekkür (Acknowledgement)

Isıl işlem uygulamaları için NOVA ThermoWood Fabrikası’na (Bolu-Gerede, Türkiye) ve su bazlı verniklerin uygulaması ve verniklerin temini için DUAL BOYA Firması’na (İstanbul, Türkiye) teşekkür ederiz.

Bu çalışma “Isıl işlem görmüş (ThermoWood) bazı ağaç türlerinde kullanılan su-bazlı vernik katmanlarının hızlandırılmış UV yaşlandırma etkisine karşı direncinin belirlenmesi” başlıklı doktora tezinden üretilmiş ve Düzce Üniversitesi BAP-2012.02.HD.078 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir.

## 5. KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1]. ASTM D 1644-01, (2006). Standard Test Methods for Nonvolatile Content of Varnishes. American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, Pennsylvania, USA.
- [2]. ASTM D 6132, (2008). Standard test method for nondestructive measurement of dry film thickness of applied organic coatings using an ultrasonic gage.
- [3]. ASTM G 154-06, (2006). Standard practice for operating fluorescent light apparatus for UV exposure of nonmetallic materials, ASTM, USA, 2-8.
- [4]. Bozkurt, Y., Göker, Y., Erdin, N., (1993). Emprenye Tekniği, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 3779(425), 125 ve 429.
- [5]. Budakçı, M., (2003). Pnömatik adezyon deney cihazı tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerinde denenmesi, G.Ü., Doktora Tezi, Ankara.
- [6]. EN 15186, (2012). Furniture - assessment of the surface resistance to scratching.
- [7]. Özdemir, T., (2003). Türkiye’de yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, K.T.Ü., Doktora Tezi, Trabzon.
- [8]. Sönmez, A., Budakçı, M., Yakın, M., (2004). Ağaç malzemede su çözücülü vernik uygulamalarının sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncine etkileri, Politeknik Dergisi, 7(3), 229-235.
- [9]. TS 5723, (1988). Ahşap koruma-emprenye maddesi nüfuz derinliğinin tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- [10]. TS 642 ISO 554, (1997). Kondisyonlama ve /veya Deney için Standart Atmosferler-Özellikler, T.S.E., Ankara.
- [11]. Yakın, M., (2001). Su bazlı verniklerde sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma mukavemetinin tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- [12]. 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, Orman Endüstri Mühendisliği, Doktora Tezi, Düzce.
- [13]. Anonymous, (2003). ThermoWood® Handbook, Finnish ThermoWood Association, Helsinki, Finland.
- [14]. Çakıcıer, N., (2007). Ağaç malzeme yüzey işleme katmanlarında yaşlanma sonucu belirlenen değişiklikler, İstanbul Üniversitesi, Doktora Tezi, İstanbul.
- [15]. Kurtoğlu, A., (2000). Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler, Cilt I, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., İstanbul.
- [16]. Korkut, S., ve Kocaefe, D., (2009). Isıl işlemin odun özellikleri üzerine etkisi, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 5(2), 11-34.
- [17]. Kurtoğlu, A., (1984). Ağaç Malzemenin Kimyasal Olmayan Yolla Korunması Olanakları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Sayı 4, Cilt 34, İstanbul.
- [18]. Sönmez, A., (2000). Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri 1, Hazırlık ve Renklendirme, Ders Kitabı, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 3-26.
- [19]. TS 2471, (2005). Odunda, fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.