

# BAZI AHŞAP VERNİKLERİN FARKLI AĞAÇ MALZEME YÜZEYLERİNDEKİ YAPIŞMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet BUDAKÇI\* ve Abdullah SÖNMEZ\*\*

\*Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Düzce Üniversitesi, 81260, Konuralp Yerleşkesi, Düzce

\*\*Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, Teknik Eğitim Fakültesi, Gazi Üniversitesi, 06500-Beşevler, Ankara  
[mehmetbudakci@duzce.edu.tr](mailto:mehmetbudakci@duzce.edu.tr), [asonmez@gazi.edu.tr](mailto:asonmez@gazi.edu.tr)

(Geliş/Received: 12.02.2009 ; Kabul/Accepted: 22.07.2009)

## ÖZET

Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) yüzeylerine farklı katman kalınlığında selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler uygulanmıştır. Ağaç türü ve katman kalınlığının verniklerin yapışma direncine etkisi ASTM-D 4541'e göre çekme testi (pull-off test) ile belirlenmiştir. Araştırma sonuçları, ağaç malzeme yüzeylerine uygulanan farklı vernik katmanlarının yüzeye yapışma direnci üzerinde, ağaç türü ve vernik çeşidi etkisinin önemli, katman kalınlığı etkisinin ise önemsiz olduğunu göstermiştir. Çalışmada yapraklı ağaç odunlarında daha yüksek, iğne yapraklı ağaç odunlarında daha düşük yapışma direnci değerleri tespit edildiği, vernik çeşidi düzeyinde en yüksek yapışma direncinin poliüretan ve akrilik verniklerde elde edildiği belirlenmiştir. Ayrıca katmanlararası yapışma direnci incelenmesinde ağaç malzeme-dolgu verniği ara kesitinde en fazla yapışma başarısızlığının olduğu, dolgu katı üzerine oluşturulmuş olan son kat vernik katmanlarının yapışma direnci üzerinde etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Adezyon, adezyon test cihazları, çekme testi, boya ve vernikler, ağaç malzeme.

## DETERMINING ADHESION STRENGTH OF SOME WOOD VARNISHES ON DIFFERENT WOOD SURFACES

### ABSTRACT

In this study, different thickness varnish layers were applied by using cellulosic, polyurethane, acrylic and water based varnishes on pine (*Pinus sylvestris* L.), fir (*Abies Bornmülleriana* Mattf), Eastern beech (*Fagus orientalis* L.), and oak (*Quercus petraea* L.) wood surfaces. Effects of wood species and different thickness varnish layers on adhesion strength of varnish films were determined with a pull-off test according to the ASTM-D 4541. Results of the study indicated that the effect of wood species and varnish type are significant in adhesion, while the effect of layer thickness is not significant. In addition, it was deduced that the strength of adhesion is higher in hardwoods than softwoods. The highest strength was measured with acrylic and polyurethane varnishes. Tests also showed that failures mostly occur on the interface of first coat (filling coat) and the wood surface. Thus, it can be concluded that the final coat (top coat) does not have any effect on the strength of adhesion.

**Keywords:** Adhesion, adhesion testers, pull-off test, paint and varnishes, wood material.

### 1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ağaç malzeme harici etkilere karşı kendisini koruyacak doğal dayanıklılığa sahip olmasına rağmen biyolojik, fiziksel, kimyasal ve mekanik etkilere karşı korunmasız olarak uzun süre dayanıklı kalmaz. Bu yüzden tekniğine uygun kullanım, emprenye ve uygun

koruyucu katmanlar ile daha dirençli bir hale getirilmektedir [1, 2]. Ancak koruyucu katmanlardan istenilen performans her zaman elde edilememektedir. Özellikle koruyucu katmanın uzun ömürlü olabilmesi için adezyon ve kohezyon dengede tutulmalıdır. Üreticilerin koruyucu katman formülasyonlarında yaptıkları hatalar nedeniyle bu denge üretim aşamasında

bozulabilir. Kullanıcılar tarafından gereksiz kalınlaştırılan katmanlarda kohezyonun fazla artışı sonucu yüzey gerilimi katsayısı yükselir. Bu ise, zamanla katmanda çatlamalara yol açtığı gibi adezyonu da azaltır [3-7].

Adezyon koruyucu katmanların uzun süre dayanıklılık performansını belirlemedeki en karmaşık parametrelerden birisidir [8,9]. Literatürde ağaç malzeme yüzeyleri ile koruyucu katmanlar arasındaki genel adezyon mekanizmaları değişik çalışmalarla incelenmiş, tipik adezyon mekanizmalarının kimyasal, mekanik, elektrostatik (spesifik) ve asit-baz adezyon olduğu belirtilmiştir [3,4, 10-16]. Ayrıca adezyon direncinin farklı yöntemler kullanılarak belirlendiği ancak bunların içerisinde en yaygın kullanılanlarının çekme testi (pull-off test) ile çapraz kesim testinin (cross-cut test) olduğu bildirilmiştir [13, 17, 18]. Farklı bir çalışmada, vernikler ile uygulandıkları malzemenin molekülleri arasında çekim kuvvetlerinin olduğu, aynı veya farklı atomların molekülleri arasında elektron paylaşımının sonucu olarak görülen I. Valans kuvvetlerinin, polariteye bağlı olarak moleküler yapıda elektrostatik aktif bölgeler arasında gerçekleşen II. Valans kuvvetlerinden daha güçlü olduğu belirtilmiştir [6,19]. Koruyucu katmanların kullanım esnasında, aşınma, çizilme, kesilme ya da kazınma, alt tabakanın çürümesi, çarpma, vurma, darbe, vb. etkilerle yüzeyden kaldırılmaya zorlandıkları, bozulmanın genellikle parçanın ortasında değil, kenarlarında başladığı bildirilmiştir [5]. Polimer esaslı verniklerde katman kalınlığı artışının yüzeye yapışma direncini artırıcı etki yaptığı [20], değişik ağaç türleri üzerine farklı yöntemlerle uygulanan farklı tipteki su bazlı verniklerin, sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu belirtilmiştir [21]. Yüksek bir adezyon için ağaç malzeme yüzey pürüzlülüğünün en aza indirilmesinin ve koruyucu katman ile ağaç malzeme birleşme ara kesitindeki havanın, yapışma yüzeyinden uzaklaştırılmasının gerekli olduğu bildirilmiştir [19,22,23]. Değişik bir çalışmada, soğuk haddelenmiş çelik üzerine sürülen alkid, vinil, epoksi ve poliüretan boya katmanlarına uygulanan çekme testinde, en son yük ve en son gerilme değerlerinin yüzeye yapıştırılan çekme silindirin yapışma alanına bağlı olduğu vurgulanmıştır [24]. Farklı çalışmalarda, poliüretan vernikte adezyonun, poliester vernikte kohezyonun, sentetik vernikte ise esnekliğin en iyi sonucu verdiği [25], açık hava iklim şartlarında bırakılmış sarıçam odununda poliüretan verniğin en yüksek yapışma direncini gösterdiği, yapışma direncinde kimyasal madde ve mevsimlerin etkisinin önemli, ağaç türü etkisinin ise önemsiz olduğu bildirilmiştir [26]. Değişik ağaç türleri üzerine uygulanan tahta koruyucunun sentetik boya ve vernik katmanlarının yapışma direncini azaltıcı etkide bulunduğu belirtilmiştir [27]. Düşük emisyonlu üst yüzey gereçlerinin adezyonunun, ladin odununda sarıçamdan daha iyi olduğu, ilkbahar odunu adezyonunun yaz odunundan belirgin

şekilde yüksek olduğu, ladin ve sarıçam odunlarında teğet yüzeylerin daha düşük temas açısına sahip oldukları ifade edilmiştir [11].

Bu bilgiler ışığında çalışmanın amacı, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) odunları üzerine farklı katman kalınlığında uygulanan selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernik katmanlarının yapışma direncini belirlemektir.

## 2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

### 2.1. Ağaç Malzeme (Wood Material)

Örneklerin hazırlanmasında Türkiye’de mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus petraea* L.) tercih edilmiştir. Örnekler, tesadüfi seçilen 1. sınıf ağaç malzemen, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız renk ve yoğunluk farkı olmayan, yıllık halkaları yüzeylere dik gelecek şekilde ve diri odun kısımlarından TS 2470’ esaslarına göre hazırlanmıştır [28]. Hava kurusu rutubetteki örnekler, 110×110×12 mm ölçüsünde taslak olarak kesilmiş ve iç ortam şartlarında kullanılan mobilyalardaki rutubet değerini elde etmek için sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 50±5 olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir [29]. Örneklerin ortalama rutubeti rasgele seçilen 10 örnekte % 9±0,5 olarak belirlenmiştir. Bu durumda taslaklar 100×100× 10 mm ölçülerine getirildikten sonra, önce 80 nolu, sonra 100 nolu zımpara ile perdahlanmıştır. Zımparalanan yüzeyler verniklenmeden önce yumuşak kıllı bir fırça ve vakum kullanılarak tozdan arındırılmıştır. Ağaç türü, vernik çeşidi ve katman kalınlığı faktörleri için 10’ar adet olmak üzere 4x4x2x10 deneme desenine göre 320 adet örnek hazırlanmıştır.

### 2.2. Vernikler (Varnishes)

Örneklerinin verniklenmesinde selülozik, poliüretan, akrilik ve su bazlı vernikler kullanılmış, verniklerin uygulama şartlarına hazır hale getirilmesi, katman performansını olumsuz yönde etkilemeyecek şekilde, üretici firmaların önerileri doğrultusunda ve ASTM-D 3023 esaslarına uygun olarak yapılmıştır [30]. Verniklerin bazı özellikleri ve uygulama parametreleri Tablo 1’de verilmiştir.

Örnek yüzeylerine vernikler, oda sıcaklığında (~20 °C) dolgu verniği üzerine 1 ve 2 kat son kat olarak püskürtme tabancası ile uygulanmış ve uygulanacak miktar ±0.01 g hassasiyetli analitik terazi ile tartılarak belirlenmiştir. Örnekler kuruma

**Tablo 1.** Verniklerin bazı özellikleri ve uygulama parametreleri [31] (Some properties of varnishes and application parameters)

Vernik çeşidi	pH derecesi	Yoğunluk (g / m <sup>3</sup> )	Uygulama viskozitesi (sn DIN Cup/4mm)	Uygulanacak vernik miktarı (g / m <sup>2</sup> )	Tabanca uç açıklığı	Hava basıncı (bar)	Katı madde miktarı % (Ağırlıkça)
Selülozik Dolgu	2,9	0,955	20	125	1,8	3	32
Selülozik Son kat	3,4	0,99	20	125	1,8	3	31
Poliüretan Dolgu	5,95	0,98	18	125	1,8	2	48
Poliüretan Son kat	4,01	0,99	18	125	1,8	2	44
Akrilik Dolgu	4,3	0,95	18	125	1,8	2	42
Akrilik Son kat	4,6	0,97	18	125	1,8	2	44
Su Bazlı Primer	9,17	1,014	18	100	1,3	1	14,20
Su Bazlı Dolgu	9,30	1,015	18	67	1,3	1	34,13
Su Bazlı Son kat	8,71	1,031	18	67	1,3	1	31,83

için 20±2<sup>0</sup>C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nemdeki laboratuvar şartlarında kurumaya bırakılmıştır.

### 2.3. Yapışma Direnci (Çekme) Testi (Adhesion Strength (Pull-Off) Test)

Kurutulan örnekler, ASTM D-4541 esaslarına uygun olarak 23±2<sup>0</sup>C sıcaklık ve % 50±5 bağıl nemdeki iklimlendirme dolabında 24 saat süre ile kondisyonlanarak denemelere hazır hale getirilmiştir [32]. İklimlendirilen örnek yüzeylerine Ø 20 mm' lik çelik deney silindirleri, kalıp yardımı ile normal oda sıcaklığında (~20°C) yapıştırılmıştır. Denemelerde, ASTM D-4541'e göre çift bileşenli epoksi reçineli koruyucu katmanlar üzerinde çözücü etkisi olmayan ve yüksek yapışma gücüne sahip yapıştırıcı 150 ± 10 g/m<sup>2</sup> hesabı ile kullanılmıştır. Örneklerin yapışma direnci ASTM D-4541 esaslarına göre adezyon deney cihazı ile belirlenmiştir [3,31].

Yapışma direnci (X), megapaskal (MPa\*) olarak; \*MPa = 1 N/mm<sup>2</sup>

$$X = 4F / \pi \cdot d^2 \quad (1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır [32]. Burada;

F= Kopma anındaki kuvvet, (Newton)  
d= Deney silindirinin çapı, (mm) dir.

### 2.4. İstatistiksel Değerlendirme (Statistical Evaluation)

İstatistiksel değerlendirmeler için MSTATC istatistik paket programı kullanılmış, çoklu varyans analizi "ANOVA" testleri sonucunda faktör etkileri tespit edilmiştir. Faktör etkilerinin α=0,05 hata payı ile anlamlı olduğu durumlarda Duncan testi ile ikili karşı-

laştırılmalar yapılmıştır. LSD (En küçük önemli fark) kritik değerleri kullanılarak yapılan testlere göre bu farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı belirlenmeye çalışılmıştır.

### 3. BULGULAR (FINDINGS)

Koruyucu katmanların yapışma direncini belirlemek amacıyla yapılan yapışma direnci ölçümlerinin aritmetik ortalamaları Tablo 2'de verilmiştir.

Buna göre yapışma direnci değerleri, ağaç türü vernik çeşidi ve katman kalınlıklarına göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Değişik ağaç türleri üzerinde farklı kalınlıklarda oluşturulan vernik katmanlarının yapışma direnci değeri, katman kalınlığı (C) faktörü dışında, α=0,05 yanılma olasılığı ile anlamlı çıkmıştır.

LSD kritik değerleri kullanılarak ağaç türü, vernik çeşidi ve katman kalınlığı düzeyinde yapılan Duncan testi tekli karşılaştırma sonuçları Tablo 4'de, bunlara ait grafik ise Şekil 1' de gösterilmiştir.

Ağaç türü düzeyinde yapılan karşılaştırmada, yapışma direnci değeri en yüksek kayında, en düşük göknarda belirlenmiş, vernik çeşidi düzeyindeki karşılaştırmada ise en yüksek poliüretanda, en düşük selülozikte elde edilmiştir. Katman kalınlığı düzeyinde yapılan karşılaştırmada, varyans analizi sonucuna uygun olarak katman kalınlığı farklılaştırılmasının yapışma direnci değerine etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

LSD ± 0,2218 kritik değeri kullanılarak ağaç türü-

**Tablo 2.** Yapışma direnci değeri aritmetik ortalamaları (MPa) (Means of adhesion strength value)

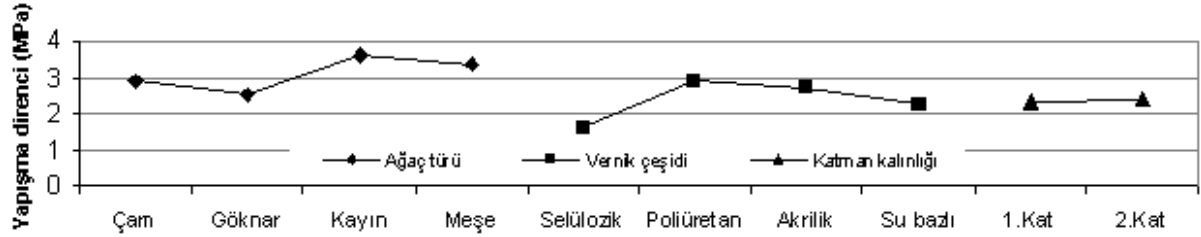
Faktör ABC*	Selülozik		Poliüretan		Akrilik		Su bazlı	
	1 Kat**	2 Kat	1 Kat	2 Kat	1 Kat	2 Kat	1 Kat	2 Kat
Çam	2,168	2,283	3,627	3,108	3,197	3,092	3,003	2,767
Göknar	1,926	2,079	2,898	2,926	2,786	2,519	2,541	2,276
Kayın	1,949	2,490	4,003	4,856	4,420	4,066	3,891	3,398
Meşe	2,105	2,436	3,761	4,541	4,165	3,598	3,079	3,089

\*A: Ağaç türü, B: Vernik çeşidi, C: Katman kalınlığı \*\* : Dolgu + 1 Kat son kat

**Tablo 3.** Yapışma direnci değeri varyans analizi sonuçları (Variance analysis results of adhesion strength value)

Faktörler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	P $\alpha=0.05$
Ağaç Türü (A)	3	58,527	19,509	153,2082	0,0000*
Vernik Çeşidi(B)	3	110,321	36,774	288,7936	0,0000*
Etkileşim (AB)	9	17,425	1,936	15,2044	0,0000*
Katman Kalınlığı (C)	1	0,000	0,000	0,0001	ns
Etkileşim (AC)	3	1,859	0,620	4,8668	0,0026*
Etkileşim (BC)	3	6,560	2,187	17,1736	0,0000*
Etkileşim (ABC)	9	7,071	0,786	6,1700	0,0000*
Hata	288	36,673	0,127		
Toplam	319	238,436			

\*: anlamlı ns: önemsiz.

**Şekil 1.** Ağaç türü, vernik çeşidi ve katman kalınlığı tekli karşılaştırma sonuçları (Wood type, varnish type and layer thickness, single comparison results)

vernik çeşidi düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonucu Tablo 5’de, buna ait grafik ise Şekil 2’ de gösterilmiştir.

**Tablo 4.** Ağaç türü, vernik çeşidi ve katman kalınlığı tekli karşılaştırma sonuçları (MPa) (Wood type, varnish type and layer thickness, single comparison results (MPa))

Ağaç türü							
Çam		Göknar		Kayın		Meşe	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
2,906	C	2,494	D	3,595	A*	3,386	B
LSD $\pm$ 0,1109							
Vernik çeşidi							
Selülozik		Poliüretan		Akrilik		Su bazlı	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
1,623	D	2,873	A*	2,694	B	2,284	C
LSD $\pm$ 0,1109							
Katman kalınlığı							
1 Kat				2 Kat			
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
2,345	A	2,392	A				
LSD $\pm$ 0,0784							

$\bar{x}$ : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu \*: En yüksek yapışma direnci değeri

Buna göre yapışma direnci değeri en yüksek, kayın üzerine uygulanan poliüretan vernikte, en düşük göknar üzerine uygulanan selülozikte vernikte elde edilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde kayın ve meşe üzerine uygulanan poliüretan vernik ile kayın üzerine uygulanan akrilik vernik arasındaki fark LSD  $\pm$  0,2218’e göre önemsiz çıkmıştır.

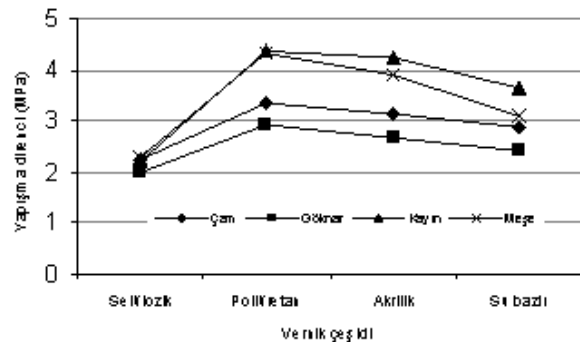
LSD  $\pm$  0,1568 kritik değeri kullanılarak ağaç türü-katman kalınlığı düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 6’da, buna ait grafik ise Şekil 3’ de gösterilmiştir.

Sonuçlara göre yapışma direnci değerine katman kalınlığı etkisinden çok, ağaç türü farklılığının etkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda yapışma direnci değeri en yüksek; 1 ve 2 son kat vernik uygulanan kayın ile 2 son kat vernik uygulanan meşede, en düşük 1 ve 2 son kat vernik uygulanan göknarda belirlenmiştir.

LSD  $\pm$  0,1568 kritik değeri kullanılarak vernik çeşidi-katman kalınlığı düzeyinde yapılan Duncan testi ikili karşılaştırma sonuçları Tablo 7’de, buna ait grafik ise Şekil 4’ de gösterilmiştir.

Katman kalınlıklarına bağlı olarak vernik çeşitleri, yapışma direnci değeri farklılaşmasında etkili olmuştur. Buna göre yapışma direnci değeri en yüksek 2 son kat poliüretan vernik uygulamasında, en düşük 1 son kat selülozik vernik uygulamasında elde edilmiştir.

LSD  $\pm$  0,3137 kritik değeri kullanılarak ağaç türü-vernik çeşidi-katman kalınlığı düzeyinde yapılan Duncan testi toplu karşılaştırma sonuçları Tablo 8’de, buna ait grafik ise Şekil 5’ de gösterilmiştir.

**Şekil 2.** Ağaç türü-vernik çeşidi ikili karşılaştırma sonuçları (Wood type-varnish type, double comparison results (MPa))

**Tablo 5.** Ağaç türü-vernük çeşidi ikili karşılaştırma sonuçları (MPa) (Wood type-varnish type, double comparison results (MPa))

Ağaç Türü	Selülozik		Poliüretan		Akrilik		Su bazlı	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Çam	2,226	HI	3,367	D	3,144	E	2,885	F
Göknar	2,003	I	2,912	EF	2,652	G	2,409	H
Kayın	2,219	HI	4,372	A*	4,243	A	3,644	C
Meşe	2,270	H	4,308	A	3,882	B	3,084	EF
LSD $\pm$ 0,2218								

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu \*: En yüksek yapışma direnci değeri

Buna göre yapışma direnci değeri en yüksek, poliüretan vernikle 2 son kat olarak verniklenmiş kayında, en düşük selülozik vernikle 1 ve 2 son kat olarak verniklenmiş göknarda elde edilmiştir.

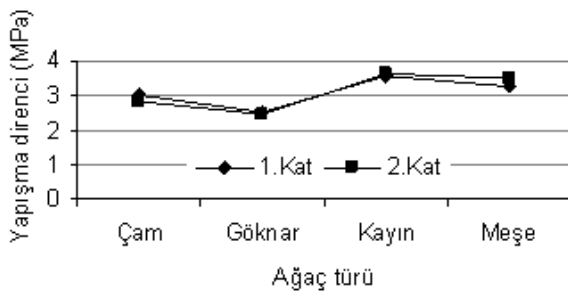
#### 4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER (CONCLUSION, DISCUSSION AND SUGGESTIONS)

Çalışmada iğne yapraklı ağaç malzemelerin yapışma direncinin yapraklı ağaçlardan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ağaç türü düzeyinde yapışma direnci en yüksek kayında, en düşük göknarda tespit edilmiştir. Bu durum kayın malzemenin dağınık küçük traheli ve homojen yapısı nedeniyle düzgün bir yüzeye sahip olması, dolayısı ile yüzeyde güçlü bir spesifik adezyon oluşturmamasından kaynaklanmış olabilir [4,6]. Meşe ile kayın karşılaştırıldığında meşe, kayından daha düşük bir yapışma direnci göstermiştir. Meşe halkalı büyük traheli ve heterojen yapısı nedeniyle çok pürüzlü bir yüzeye sahiptir. Zira yüzey pürüzlülüğü yapışmayı olumsuz yönde etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu durum, meşenin trahe boşluklarına vernik sıvısının düzgün bir şekilde nüfuz etmemesi, gözle görülemeyecek kadar küçük hava boşluklarının kalması, dolayısı ile yeterli mekanik

**Tablo 6.** Ağaç türü-katman kalınlığı ikili karşılaştırma sonuçları (MPa) (Wood type-layer thickness, double comparison results (MPa))

Ağaç Türü	1.Kat		2.Kat	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Çam	2,999	C	2,812	D
Göknar	2,538	E	2,450	E
Kayın	3,566	A	3,624	A*
Meşe	3,277	B	3,495	A
LSD $\pm$ 0,1568				

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu \*: En yüksek yapışma direnci değeri

**Şekil 3.** Ağaç türü-katman kalınlığı ikili karşılaştırma sonuçları (Wood type-layer thickness, double comparison results (MPa))

adezyonun oluşmaması şeklinde açıklanabilir (Şekil 6).

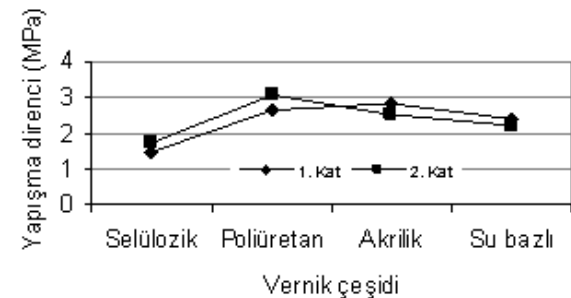
Deney silindirlerinin yüzeyleri ve test alanı deney sonrası makroskopik olarak incelendiğinde (Şekil 7), özellikle poliüretan ve akrilik vernik ile kaplanmış göknar ve çam malzeme yüzeylerinden ağaç malzemenin vernik filmi tarafından koparıldığı tespit edilmiştir. Bu durum göknar ve sarıçam malzemenin moleküler kohezyonunun, vernik molekülleri ile ağaç malzeme arasındaki kurulan adezyondan düşük olmasından kaynaklanmış olabilir.

**Tablo 7.** Vernik çeşidi-katman kalınlığı ikili karşılaştırma sonuçları (MPa) (Varnish type-layer thickness, double comparison results (MPa))

Vernik Çeşidi	1. Kat		2. Kat	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Selülozik	1,495	G	1,751	F
Poliüretan	2,665	C	3,081	A*
Akrilik	2,843	B	2,546	C
Su bazlı	2,378	D	2,191	E
LSD $\pm$ 0,1568				

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu \*: En yüksek yapışma direnci değeri

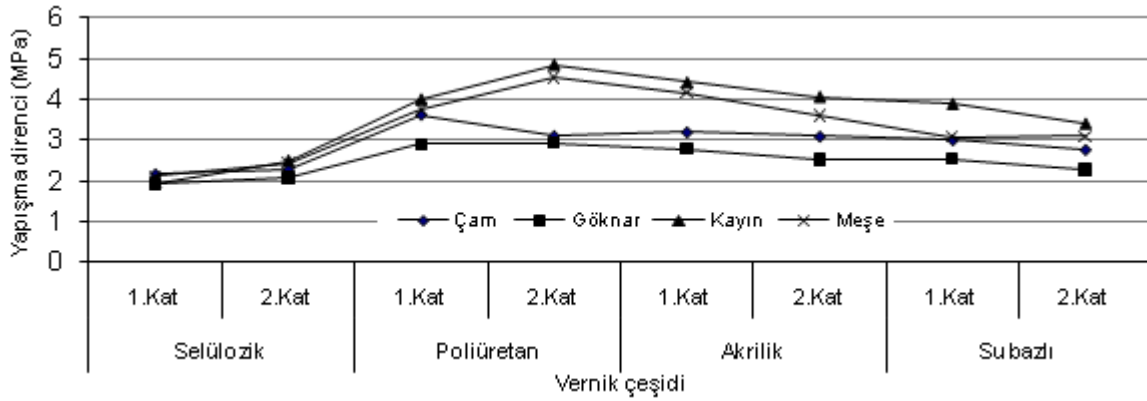
Vernik çeşidi düzeyinde yapışma direnci en yüksek, ağaç malzeme yüzeyinde kimyasal tepkime sonucu kuruyan verniklerde elde edilmiştir. Bu bağlamda en yüksek yapışma direncinin poliüretan vernikte elde edilmesi, vernik üretiminde kullanılan sentetik reçinenin ağaç malzemenin selüloz yapısıyla kimyasal bağ oluşturmamasından kaynaklanmış olabilir. Literatürde polimerizasyon tepkimeleri sonucu sertleşen vernikler ile selüloz ( $C_6 H_{12} O_5$ ) molekülleri arasında C=C, C=O, C=H gibi bağların kurulduğu bildirilmektedir [12,19,23]. Çözücü buharlaşması sonucu kuruyan selülozik vernikte ise en düşük yapışma direnci elde

**Şekil 4.** Vernik çeşidi-katman kalınlığı ikili karşılaştırma sonuçları (Varnish type-layer thickness, double comparison results)

**Tablo 8.** Ağaç türü-vernük çeşidi-katman kalınlığı toplu karşılaştırma sonuçları (MPa) (Wood type-varnish type-layer thickness, total comparison results (MPa))

Vernük Çeşidi Ağaç türü	Selülozik		Poliüretan		Akrilik		Su bazlı		
	1.Kat	2.Kat	1.Kat	2.Kat	1.Kat	2.Kat	1.Kat	2.Kat	
Çam	$\bar{x}$	2,168	2,283	3,627	3,108	3,197	3,092	3,003	2,767
	HG	MNO	LMNO	FG	HIJ	HI	HIJ	IJ	JK
Gök nar	$\bar{x}$	1,926	2,079	2,898	2,926	2,786	2,519	2,541	2,276
	HG	O	O	IJ	IJ	JK	KLM	KL	LMNO
Kayın	$\bar{x}$	1,949	2,490	4,003	4,856	4,420	4,066	3,891	3,398
	HG	O	KLM	DE	A*	BC	DE	DEF	GH
Meşe	$\bar{x}$	2,105	2,436	3,761	4,541	4,165	3,598	3,079	3,089
	HG	NO	KLMN	EF	B	CD	FG	HIJ	HIJ

LSD±0,3137

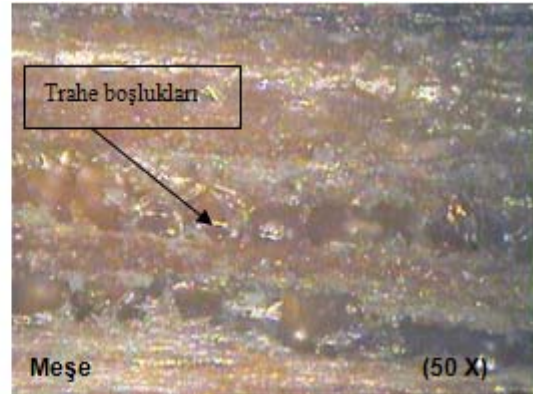
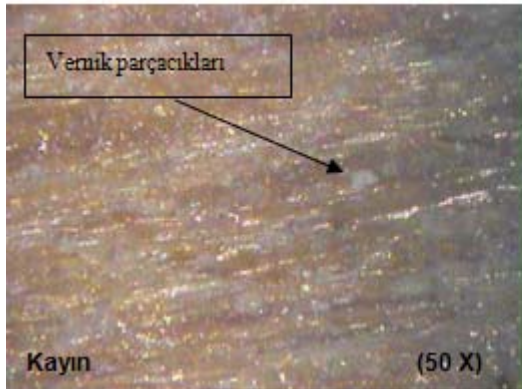
 $\bar{x}$  : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu \*: En yüksek yapışma direnci değeri**Şekil 5.** Ağaç türü-vernük çeşidi-katman kalınlığı toplu karşılaştırma sonuçları (Wood type-varnish type-layer thickness, total comparison results)

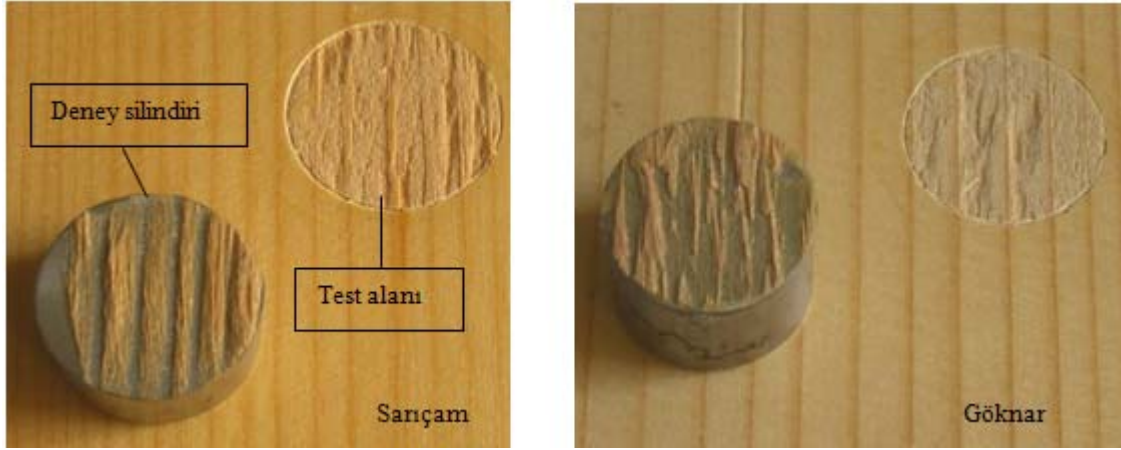
edilmiştir. Bunun sebebi, selülozik vernük yapısındaki sentetik reçinenin oluşumunu üretim aşamasında tamamlaması ve molekül büyüklüğünün fazla olmasından kaynaklanabilir. Literatürde molekül büyüklüğü arttıkça yüzeye yapışma direncinin azalacağı belirtilmektedir [20,25].

Yapılan diğer bir değerlendirmede su bazlı vernük, solvent bazlı poliüretan ve akrilik vernüklere göre daha düşük, selülozik vernüğe göre daha yüksek bir yapışma direnci göstermiştir. Selülozik ve su bazlı vernüğün yapışma direncinin düşük çıkması, selülozik vernüğün asiditesinin, su bazlı vernüğün ise alkaliliğinin

(Tablo 1) fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Poliüretan ve akrilik vernüklerde adezyon değerlerinin yüksek oluşu ise, vernük bileşenlerinin pH derecesinin nötr'e yakın (Tablo 1) olmasından kaynaklanmış olabilir. Literatürde asit baz teorisine göre, katman ile yüzey arasındaki asit-baz etkileşimiyle bağ kuvvetinin önemli ölçüde arttığı, uygulama yapılan yüzeylerdeki asit veya baz değişimlerinin adezyonu etkilediği bildirilmektedir [3,4,14,15,33].

Üretici firmalarca su bazlı vernüklerin ağaç malzeme yüzeyinde renk değişikliğine sebep olduğu belirtilmektedir. Denemelerde su bazlı vernük, özellikle meşe

**Şekil 6.** Kayın ve meşe ağaç malzemelerin deney sonrası mikroyapısı (Microstructure of beech and oak wood materials after experiment)



**Şekil 7.** Poliüretan vernik ile kaplanmış çam ve göknar örnek yüzeylerinin deney sonrası makroskopik görüntüleri (Macroscopic images of pine and fir sample surfaces with coated polyurethane varnish after experiment)

yüzeylerinde gözle görünür bir renk değişimine neden olmuştur. Bu durumun alkali yapıya sahip olan (Tablo 1) su bazlı verniğin meşedeki tanen ile etkileşime girerek kimyasal renklendirme yapmış [22,23] olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Su bazlı vernikler katı maddelerinin düşük oluşundan dolayı ahşap yüzeyde oldukça ince bir vernik katmanı vermektedir. Solvent esaslı vernikler özellikle poliüretan ve akriliklerde elde edilen kalın ve optik özelliği yüksek katmanlar su bazlı verniklerle hazırlanamamıştır. Literatürde de su bazlı verniklerin mekanik etkilere dayanıksız olduğu sertlik, parlaklık ve yüzeye yapışma direncinin solvent bazlı verniklerden daha düşük olduğu bildirilmektedir [6,21].

Çalışmada katman kalınlığı farklılığının yapışma direncine etkisi önemsiz bulunmuştur. Denemelerde vernik katmanındaki kopma, dolgu verniği-ağaç malzeme ara kesitinde oluşmuştur. Buna göre; dolgu verniği üzerinde oluşturulan son kat vernik katmanlarının yapışma direncine etkisinin önemli olmadığı söylenebilir. Dolgu verniği ile son kat arasında kurulan adezyon, dolgu verniği ile ağaç malzeme arasında gelişen adezyondan yüksek çıkmıştır. Dolgu verniği bileşiminde yer alan dolgu yapıcı ve zımparalanmayı kolaylaştırıcı sentetik tanecikler, ana bağlayıcı reçine molekülleri arasındaki kohezyonu azalttığı gibi ağaç malzeme yüzeyi ile olan adezyonu da azaltmış olabilir. Nitekim literatürde dolgu gereci olarak kullanılan alüminyum, magnezyum, çinko gibi metallerin tuzları ile kaolin, talk, gips v.b. dolgu verniği, opak boya ve macunlarda katman yapma özelliğini artırmanın yanı sıra, ağaç malzemedeki boşlukların ve gözeneklerin kolayca doldurulmasına imkan sağlamakla birlikte yapışma direncini azaltıcı etki yaptıkları bildirilmektedir [6].

Sonuç olarak yüksek yapışma direnci istenilen mobilya ve dekorasyon elemanlarının verniklenmesinde, kayın malzeme üzerine poliüretan vernik kullanılması, dolgu verniği üzerine ise 2 kat son kat vernik uygulamasının yapılması önerilebilir.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Sönmez, A., Kesik. İ.H., “Vernik Katmanlarında Sıcak-Soğuk Etkisiyle Hızlandırılmış Yaşlandırma Deneyleri”, **Gazi Üni. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi** Cilt: 2, Sayı: 4, sf: 27-32, 1999.
2. Van den Bulcke, J., Rijckaert, V., Van Acker, J. ve Stevens, M., “Adhesion and weathering performance of waterborne coatings applied to different temperate and tropical wood species”, **Journal of Coating Technology Research**, vol.3, n. 3, pp. 185-191, 2006.
3. Budakçı, M., “Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı ve Üretimi”, **Gazi Üni. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi**, Cilt: 9, Sayı: 1, 53-58, 2006.
4. Nelson, G.L., “Adhesion”, **Paint and Coating Testing Manual**, Chapter 44, ASTM Special Technical Publication, Philadelphia, P.A., 513-523, 1995.
5. Corcoran, E. M., “Adhesion”, **Painting Testing Manual**, Chapter 5.3, ASTM Special Technical Publication, Philadelphia, P.A., 314-332, 1972.
6. Sönmez, A. ve Budakçı, M., **Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri II., Koruyucu Katman ve Boya/Vernik Sistemleri**, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2004
7. Kúdela, J. ve Liptáková E., “Adhesion of coating materials to wood”, **Journal of Adhesion Science and Technology**, Vol: 20, Num: 8, pp. 875-895, 2006.
8. Williams, R.S., Winandy, J.E. ve Feist, W.C., “Paint Adhesion to Weathered Wood”, **Journal of Coatings Technology**, 59, No. 749, 43, 1987.
9. Williams, R.S., Plantinga, P.L. ve Feist, W.C., “Photodegradation of Wood Affects Paint Adhesion”, **Forest Products Journal**, 40, No. 1, 45-49, 1990.
10. Rijckaert, V., Stevens, M. ve Acker J.V., “Effect of some formulation parameters on the penetration and adhesion of water-borne primers

- into wood”, **Holz als Roh-und Werkstoff**, 59, pp 344-350, 2001.
11. De Meijer, M. ve Militz H., “Wet adhesion of low-VOC coatings on wood a quantitative analysis”, **Progress in Organic Coatings**, 38, pp. 223-240, 2000.
  12. Jaic, M. ve Zivanovic, R., “The influence of the ratio of the polyurethane coating components on the quality of finished wood surface”, **Holz als Roh-und Werkstoff**, 55, 319-322, 1997.
  13. Özdemir, T. ve Hiziroglu S., “Evaluation of surface quality and adhesion strength of treated solid wood”, **Journal of Materials Processing Technology**, 186, pp. 311–314, 2007.
  14. Allen K.W., “A review of contemporary views of theories of adhesion”, **The Journal of Adhesion**, 21 (3–4), pp. 261–277, 1987.
  15. Mittal, K. L., 1995, Commentary, **Adhesion measurement of films and coatings**, VSP, p. 1-13, Utrecht, The Netherlands
  16. Ahola, P., “Adhesion Between Paint and Wood Substrate”, **Surface Coatings International**, 74, No. 5, 173-176, 1991.
  17. Bardage, S. L. ve Bjurman, J., “Adhesion of waterborne paints to wood”, **Journal of Coatings Technology**, Vol. 70, 3, pp. 39-47, 1998.
  18. Williams, R.S., Plantinga, P.L. ve Feist, W.C., “Photodegradation of wood affects paint adhesion”, **Forest Product Journal**, 40 (1) pp. 45–49, 1990.
  19. Payne, H. F., **Organic Coating Technology**, Volume I, Printed in New York U.S.A. Fourth Printing, 1965.
  20. Budakçı, M., **Ahşap Verniklerde Katman Kalınlığının Sertlik, Parlaklık ve Yüze Yapışma Mukavemetine Etkileri**, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1997.
  21. Yakın, M., **Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüze Yapışma Mukavemetinin Tespiti**, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2001.
  22. Kurtoğlu, A., “Genel Bilgiler”, **Ağaç Malzeme Yüze İşlemleri**, Cilt1, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., İstanbul. 2000.
  23. Sönmez, A., **Ağaç İşlerinde Üstyüze İşlemleri 1, Hazırlık ve Renklendirme**, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 2000.
  24. Roche, A.A., Dole, P.ve Bouzziri, M., “Measurement of the practical adhesion of paint coatings to metallic sheets by the pull-off and three point flexure tests”, **Adhesion measurement of the films and coatings**, VSP, Utrecht, The Netherlands, 299-321, 1995.
  25. Sönmez, A., “Mobilya yüzeylerinde kullanılan verniklerin yüze yapışma mukavemeti ve sigara ateşine dayanıklılıkları”, **Gazi Üni. Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi**, 1, 4, 1988.
  26. Uysal B. ve Peker, H., “The effects of exterior conditions on the adhesion strength of varnishes”, **Teknoloji Dergisi**, Yıl 2, sayı 1-2, 1999.
  27. Sönmez, A. ve Budakçı, M., “Tahta koruyucunun dış cephe verniklerinin yapışma direncine etkisi”, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, Cilt: 14, No: 2, 305-314, 2001.
  28. TS.2470., **Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler**, T.S.E., Ankara, 1976.
  29. TS.2471., **Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini**, T.S.E., Ankara, 1976.
  30. ASTM.D-3023., **Standard Practice for Determination of Resistance of Factory Applied Coatings on Wood Products of Stain and Reagents**, American Society for Testing and Materials, 1998.
  31. Budakçı M., **Pnomatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi**, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2003.
  32. ASTM D 4541., **Standard test method for pull-off strength of coatings using portable adhesion testers**, American Society for Testing and Materials, 1995
  33. Brown, P. T. ve Garnish, E. W., “Adhesion as a factor in the performance of surface coatings”, **Journal Oil and Colour Chemists’ Association**, JOCCA, Vol. 50, p. 331, 1967.