

PVAc Tutkalında Viskozite Değişiminin Bazı Ağaç Malzemelerde Yapışma Direncine Etkileri

Musa ATAR
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü
06500 Teknikokullar, ANKARA

ÖZET

Bu çalışma, polivinil-asetat (PVAc) tutkalını farklı oranlarda su ile seyreltmenin bazı ağaçlarda yapışma direncine etkisini belirlemek amacı ile yapılmıştır. Bu maksatla, mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), sapsız meşe (*Quercus petraea spp.*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) odunlarından hazırlanan örnekler su ile farklı oranlarda hazırlanmış 5 değişik çözelti ve ambalaj viskozitesindeki PVAc ile EN 204'e göre yapıştırıldıktan sonra EN 205 esaslarına uyularak çekme deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak; yapışma direnci en yüksek; Doğu kayınında, en düşük sarıçamda, çözelti çeşidi bakımından en yüksek V0'da, en düşük V5'de bulunmuştur. Ağaç malzeme+tutkal etkileşiminde en yüksek Doğu kayını+ V0'da, en düşük sarıçam + V5'de elde edilmiştir. Bunlara göre, PVAc tutkalı Doğu kayını için ambalaj (V0), meşe ve sarıçam için V1 viskozitesinde kullanılması yapışma direnci ve tutkal sarfiyatı bakımından avantaj sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Yapışma direnci, viskozite, Doğu kayını, Sarıçam, PVAc, çözelti

Effects of Change in Viscosity of PVAc Adhesive on the Bonding Strength of Some Wood Materials

SUMMARY

This study was performed to determine the effects of PVAc adhesive solution of different water concentration on bonding strength of some wood materials. For this aim, the test samples prepared from Oriental beech (*Fagus orientalis lipsky*), scots pine (*Pinus sylvestris L*) oak (*Quercus petraea L*) bounded with PVAc adhesive solution of five different water concentration. The samples were bonded according to BS EN 204 and tested according to BS EN 205. In testing, the bonding strength was obtained as the highest in Oriental beech, with V0 viscosity and the lowest in scots pine with V5 viscosity. Bonding strength of interection wood materials and adhesive was found the highest in Oriental beech +V0 whereas the lowest was in scots pine +V5. As a result, for obtaining the highest bonding strength economically, PVAc adhesive is recommended to be used in V0 viscosity for Oriental beech and V1 viscosity for oak and scots pine woods.

Key words: Bonding strength, viscosity, Oriental Beech, scots pine, PVAc, solution

1. GİRİŞ

Tutkallar, ahşap yüzeyleri belli bir kuvvete karşı koyabilecek dirençte bağlama (yapıştırma) kabiliyetine sahip maddeler olarak ifade edilebilir.

Mobilya üretiminde sentetik reçinelerin geliştirilmesiyle teknik ve yapısal değişimler olmuş; tablalı (panel tipi) ve masif mobilya üretiminde mekanik birleştirmelerin (çivi, vida, kınışlı, kamalı vb) yerini tutkallı birleştirmeler almıştır. Günümüzde seri ve atelye tipi üretime uygun soğuk-sıcak, rutubetli ortamlara elverişli, farklı özelliklerde sentetik reçinelerden tutkallar üretilmektedir. Mobilya endüstrisinde kalitenin artırılması ve malzeme kayıplarının önlenmesi bakımından tutkalların en uygun kullanım yerleri ve uygulanma esasları konularında araştırmalar sürdürülmektedir(1).

Tutkalların yapışma direncini etkileyen faktörlerin başında ağaç türü, ağaç malzeme yüzeyi ve düzgünlüğü, tutkal çeşidi ve özellikleri, pres ve presleme işlemleri gelmektedir. Yapışma direncini, tutkalların asi-

dik derecesi, dinlendirme ve bekletme süresi, temas açısı ve viskozite gibi faktörler doğrudan etkilemektedir. Yüzeye sürülen tutkalın yayılma kabiliyeti, rahat sürülebilmesi, karşı yüzeye transferi, yüzeyleri ıslatabilme özelliği sıvıların akışkanlığına bağlı olarak (viskozite) değişmektedir. Yapıştırma işleminden beklenen sonucun elde edilebilmesi için bu kapsamda söz konusu olan ağaçlar için viskozite değerleri bu bakımdan önemli olmaktadır.

Tutkallarda yapışmanın kalitesi, tutkalların sürüldüğü yüzeyde yayılma ve dağılması, her iki yüzeye nüfuz etmesi, katman oluşturma ve yüzeyleri ıslatma gibi özelliklerde etkili olan tutkalların akışkanlığına (vizkozite) bağlı olmaktadır (2).

Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*) ve sapsız meşe (*Quercus petraea spp.*) D-VTKA tutkalı ile kenarları masifli ve masifsiz yonga levha ve lif levhalar PVAc tutkalı ile birleştirilen kavelanın yapışma dirençleri belirlenmiştir. en yüksek yapışma direnci, Doğu kayını odununda enine yönde

(4.403 N/mm²), en düşük kenarları masifli lif levhalarda (5.818 N/mm²) elde edilmiştir (3).

Planya, şerit ve daire testerede işlenmiş masif ağaçların PVAc tutkalı ile yapıştırılmasında, en yüksek yapışma direnci daire testere ile işlenmiş yüzeyde sırasıyla Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçamda elde edilmiştir (4).

Sarıçam, Toros sediri, akasya ve sapsız meşe'den hazırlanan örnekler, polivinilasetat dispersiyonu VB-20 ve VB-10 + %10 üre formaldehit, VB-20+%20 üre formaldehit, VB-20+%30 üre formaldehit tutkalı ile modifiye edilerek farklı atmosfer şartlarında bekletildikten sonra yapışma dirençleri belirlenmiştir. Buna göre, en yüksek yapışma direnci, standart atmosferde (20±2 °C sıcaklık ve bağıl nem % 65 ±3) bekletilen ve VB- 20+%10 üre formaldehit modifikasyonu ile yapıştırılan sapsız meşe odununda elde edilmiştir (5).

Ağaç işleri endüstrisinde kullanılmak üzere üretilmiş olan PVAc esaslı Klebit 303, Kleberit 305.0 ve Süper Lackleim 308 tutkallarının yapışma direnci, en yüksek Doğu kayınında (*Fagus orientalis* L.), en düşük sarıçamda (*Pinus sylvestris* lipsky) bulunmuştur (6).

Bazı ağaç malzemeler emprenye edilerek yapışma direnci değerleri belirlenmiş ve en yüksek daldırma yöntemi ve Tanalit-CBC ile emprenye edilen Doğu kayınında Klebit tutkalı 303 ile (11.84 N/mm²), en düşük vakum yöntemi ve Tanalit-CBC ile emprenye edilen sarıçam odunda kleberit 305.0 tutkalı ile (3.1 N/mm²) elde edilmiştir (7).

Mobilya, dekorasyon ve yapıda yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* lipsky), dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) ve sapsız meşe (*Quercus petraea* spp.) ahşap malzemeleri, NaOH + H₂O₂, NaOH + Ca (OH)₂ + H₂O₂, HClO ve HCl çözeltileri ile rengi açıldıktan sonra PVAc tutkalı ile yapışma dirençleri belirlenmiştir. Yapıştırma direnci en yüksekte olmak üzere sırasıyla; Doğu kayını, dişbudak, sapsız meşe ve sarıçam şeklide olmuştur (8).

Imersol-Aqua ile emprenye edilen Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* Spp.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Toros sediri (*Cedrus Libani* A. Rich), odunları polivinil-asetat (PVAc), Klebit 303 (K₃₀₃), Kleberit 305.0 (K_{305.0}), Süper lackleim 308 (SL₃₀₈) ve Poliüretan (PU) (Diphenylmethan -4, 4'-diisocyanate) montaj tutkalları ile oluşturulan bağlantı noktalarına BS EN 205 esaslarına göre yapışma direnci direnci deneyi uygulanmıştır. Yapışma direnci; en yüksek kısa süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ve K₃₀₃ tutkalı ile yapıştırılmış Doğu kayınında (11,99 N /mm²), en düşük uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ve K₃₀₃ tutkalı ile yapıştırılmış sarıçamda (8,078 N /mm²) bulunmuştur (9).

Bu araştırma, PVAc tutkalını farklı oranlarda su ile hazırlanarak elde edilen viskozite değişikliğinin,

Türkiye masif ve tablalı mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan, Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* Spp.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odunlarında yapışma direncine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. MATERYAL ve METOT

Materyal

Masif ağaç malzeme

Mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* spp.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) keresteleri tesadüfi metotla ve sulamalı halde Ankara'daki kereste işletmelerinden tesadüfi yöntemle temin edildikten sonra, büyüme kusuru ihtiva etmeyen kısımları alınarak, sıcaklığı 20 ± 2°C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar (%12 denge rutubet miktarına ulaşıncaya kadar) bekletilmişlerdir. Belirtilen şartlarda klimatize edilmiş olan taslakların diri odun kısımlarından TS 2470'e göre, uygun boyutlarında her ağaç türünden yeteri kadar örnek hazırlanmıştır (10).

Tutkal

Mobilya endüstrisinde daha çok montaj işlerinde tercih edilen ve çözücü içermeyen tek bileşenli PVAc tutkalı, soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenmesi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi avantajlı özellikleri yanında mekanik direnci sınırlı olup uygulandıktan sonra sıcaklık arttıkça yumuşamakta ve 70°C den itibaren bağlantı maddesi görevini gerektiği gibi yapamamaktadır. Birleştirilecek yüzeylerden yalnız birinin tutkallanması ve ağaç türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 150-200 gr/m² tutkal kullanılması iyi bir birleştirme için yeterli olmaktadır (11). PVAc tutkalı uygulamasında TS 3891'de belirtilen esaslara uyulmuş olup, yoğunluğu 1,1 gr/cm³, viskozitesi 16- 20 sn/DIN/cup, pH değeri 5, kül miktarı % 3, masif ağaç malzemenin birleştirilmesinde odun rutubeti % 6-15, presleme süresi soğuk tutkallamada 20°C' de 20 dakika, 80°C' de 2 dakika olarak verilmekte, 60°C'nin üzerinde presleme yapılması önerilmemekte ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar dinlendirilmesi önerilmektedir (12). PVAc tutkalı ambalaj viskozitesinde sıvı halde Ankara'daki satıcılardan temin edilmiştir.

3. METOD

Yoğunluk Tayini

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ağaç malzemelerin yoğunlukları TS 2472 esaslarına göre belirlenmiştir (13). Buna göre; hava kurusu yoğunluk tayini için 20x30x30 mm boyutlarında hazırlanan örnekler iklimlendirme (20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5) dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilerek klimatize edilmiştir. Bu durumda ağırlıkları 0,01g duyarlıklı analitik terazide tartılıp, ±0,01mm du-

yarlıklı dijital kumpasla boyutları ölçüldükten sonra hacimleri hesaplanarak, hava kuruğu yoğunluklar (δ_{12});

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \text{ g/cm}^3 \quad (1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada; M_{12} , hava kuruğu haldeki ağırlık, V_{12} , hava kuruğu haldeki hacimdir.

Tam kuru yoğunluk tayini için kullanılan hava kuruğu haldeki örnekler, $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Bu durumda kurutma dolabından alın-

Tablo I. Tutkal çözeltilerinin bazı özellikleri

Çözelti çeşidi	Su ile karışım oranları	Viskozite (sn DIN Cup/ 4mm)	pH	Yoğunluk (g/cm ³)
V0	Ambalaj viskozitesi	-	-	-
V1	80 g tutkal+20 g su	133	6	1.01
V1	70 g tutkal+30 g su	37	6	0.99
V3	60 g tutkal+40 g su	16	6	0.98
V4	50 g tutkal+50 g su	12	6	0.945
V5	40 g tutkal+60 g su	10	6	0,914

rak içerisinde CaCl bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0.01g duyarlıklı analitik terazide tartılmış, boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri stereometrik metot ile belirlendikten sonra tam kuru yoğunluklar (δ_0);

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} \text{ g/cm}^3 \quad (2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada; M_0 , tam kuru ağırlık, V_0 , tam kuru hacimdir.

Rutubet tayini

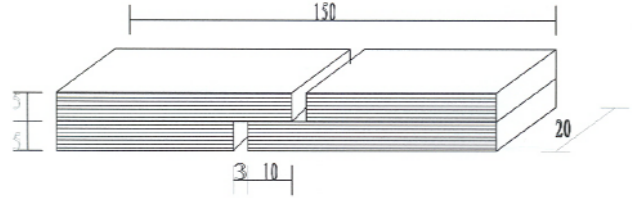
Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ağaç malzemelerin tutkallama öncesi ve sonrası rutubetleri TS 2471 esaslarına göre belirlenmiştir (14). Buna göre; örnekler rutubetli halde tartıldıktan sonra $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Daha sonra içinde CaCl bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılarak, rutubetleri (r);

$$r = \frac{Mr - M_0}{M_0} \times 100 \quad (3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada; Mr = rutubetli ağırlık, M_0 = tam kuru ağırlıktır.

Deney Örneklerinin Hazırlanması

Masif ağaç malzemelerin diri odun kısımlarından kesilen parçalar $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarında iklimlendirme odasında başlangıçtaki rutubet farklılıkları giderilinceye kadar bekletilmiştir. Bu durumda ortalama rutubeti %12 olan taslak parçalardan BS EN 204 esaslarına göre $5 \times 20 \times 150$ mm olmak üzere her ağaç türü için 60 adet örnek hazırlanmıştır (Şekil 1) (15).



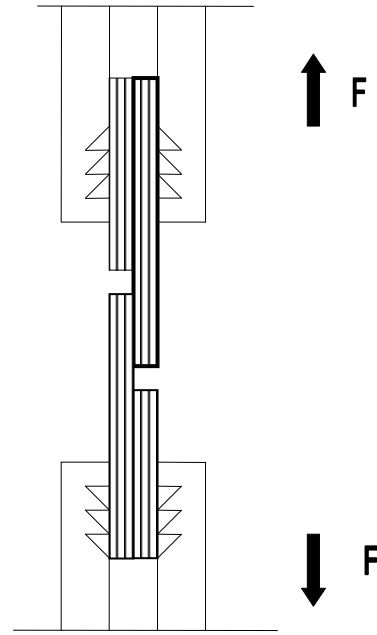
Şekil I. Deney örneği (ölçüler mm)

Elde edilen örnekler PVAc ve farklı oranlarda su ile elde edilen viskoziteleri ile yüzeylere 150 g/m^2 hesabıyla sürülerek yapıştırılmıştır. Yapıştırma işleminde yüzeylere yaklaşık $15\text{-}20 \text{ N/mm}^2$ basınç

uygulanmıştır. Tutkallanan deney örneklerinin tam sertliğe ulaşması için 3 hafta (72 saat) bekletilmiş ve $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve % 65 ± 5 nisbi nem şartlarında iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar tutularak denge rutubetlerinin ortalama % 12 olması sağlanmıştır. Değişik oranlarda su ile seyreltilerek elde edilen çeşitli viskozitedeki tutkalın belirlenen bazı özellikleri Tablo I'de verilmiştir

Deneylerin Yapılışı

Yapışma direnci deneyleri EN 205 esaslarına göre yapılmıştır (16). Yükleme hızı 50 mm/dak olacak şekilde uygulanmıştır (Şekil II).



Şekil II. Yapışma direnci deney düzeneği

Deney örneklerinin yapışma yüzeylerinden ayrılma veya kopma oluncaya kadar yükleme yapılarak bu esnada ölçülen yük (Fmax) ve örneğin yapışma yüzey alanı (A mm²) yardımıyla yapışma dirençleri (σ_k);

$$\sigma_k = F_{\max} / a \cdot b \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

a = yapışma yüzeyinin genişliği (10 mm)

b = yapışma yüzeyinin uzunluğu (20 mm)

Verilerin Değerlendirilmesi

Ambalaj + 5 farklı viskozite ve 3 ağaç türü için 10'ar adet olmak üzere (6x3x10) 180 adet örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin bağlantı yüzeylerindeki yapışma dirençleri arasındaki farklılığı belirlemek için gruplar arasında çoklu varyans analizi (MANOVA) kullanılmıştır. Farklılığın gruplar arasında anlamlı olup olmadığı "Duncan testi" yardımıyla belirlenmiştir.

4. BULGULAR

Hava kuru ve Tam kuru yoğunluklar

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ağaç malzemelerin tam kuru ve hava kuru yoğunlukları ve bunlara ilişkin değerler Tablo II'de verilmiştir.

Tablo II. Tam kuru ve hava kuru yoğunluklar (g/cm³)

Yoğunluklar	İstatistik Değerler	Doğu Kayını	Sapsız Meşe	Sarıçam
Tam kuru	Min	0.646	0.635	0.505
	Max	0.734	0.687	0.541
	Ss	0.03352	0.0191	0.0127
	V	0.0011	0.0003	0.0001
	x	0.691	0.6573	0.526
Hava Kuru	Min	0.655	0.655	0.555
	Max	0.705	0.699	0.592
	Ss	0.01678101	0.01382290	0.0121909
	V	0.00028202	0.00014860	0.0001486
	x	0.679	0.672	0.577

Min=minimum Max=maksimum Ss=Standart sapma V=varyans x=ortalama

Tam kuru ve hava kuru yoğunluklar; ağaç türüne bağlı olarak farklılık göstermiştir. Tam kuru yoğunluk en yüksek Doğu kayınında, en düşük sarıçamda bulunmuştur. Hava kuru yoğunluk Doğu kayını ve sapsız meşede yaklaşık olarak eşit çıkmıştır.

Yapışma direnci

Malzeme çeşidine göre elde edilen ortalama yapışma direnci değerleri Tablo III'de, ağaç malzeme+çözelti çeşidi etkileşimine göre belirlenen ortalama değerler Tablo IV'de, ağaç malzeme türü ve çözelti çeşidinin yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları Tablo V'de verilmiştir.

Tablo III. Malzeme çeşidine göre ortalama yapışma dirençleri

Malzeme çeşidi	σ_k (N/mm ²)	HG
<i>Ağaç malzeme türü*</i>		
I	7.347	A
II	6.506	B
III	5.087	C
<i>Çözelti çeşidi**</i>		
V0	10.175	A
V1	9.429	B
V2	8.347	C
V3	6.890	D
V4	5.323	E
V5	3.916	F

*LSD=0.1477 **LSD=0.2088, I=Doğu kayını, II=Sapsız meşe

III=sarıçam, V0=ambalaj viskozitesi, V1=1.çözelti, V2=2.çözelti,

V3=3. çözelti, V4= 4. çözelti, V5=5. çözelti

Yapışma direnci, ağaç malzeme türü bakımından en yüksek Doğu kayınında, en düşük sarıçamda, çözelti çeşidi bakımından en yüksek V0'da, en düşük V5'de bulunmuştur. Doğu kayınında yüksek yapışma direnci elde edilmesi yoğunluğun yüksek olmasından kaynaklanabilir. Tutkal çözeltilerinde ise su ile karışım oranı arttıkça yapışma azalmıştır. Bu durum, yapıştırıcı miktarının azalmasından kaynaklanmış olabilir

Tutkalların yapışma direncinde, tek başına tutkal ve hazırlanan çözelti etkisiz, ağaç türü ve özelliği, tutkalın ağaç türlerine göre su ile karışım miktarı etkili bulunmuştur. Bu etkileşimde en yüksek değerler Doğu kayınında ve ambalaj viskozitesindeki V0'da elde edilirken, ambalaj viskozitesindeki PVAc'nin her ağaç malzeme ile aynı değerde yeterli bağ oluşturmadığı söylenebilir. Diğer taraftan Doğu kayını odunu gerek dağınık küçük traheli yapısı ve gerekse yoğunluğunun fazla olması nedeniyle daha yüksek yapışma direnci değerleri vermektedir. Nitekim karşılıklı etkileşim sonuçları bu değerlendirmeyi doğrulamaktadır.

Tablo IV. Ağaç malzeme t¼r¼ ve zelt¼ çeşidi etkileşimlerine g¼re yapışma direnci istatistik değerleri (N/mm²)

Ağaç Malzeme	İstatistik Değerler	zelt¼ eşidi					
		V0	V1	V2	V3	V4	V5
Doğu kayını	X	10.175	9.429	8.347	6.89	5.323	3.916
	Ss	0.47	0.408124	0.500112	0.35277	0.23655	0.49958
	V	0.201625	0.149909	0.225101	0.112	0.05036	0.22462
	MİN	9.3	8.75	7.4	6.38	5.1	3.18
	MAX	10.9	10.01	9.23	7.43	5.7	5
Sapsız meşe	X	6.275	8.18	6.78	7.49	5.718	4.596
	Ss	0.44	0.27406	0.55	0.84	0.28	0.45
	V	0.173125	0.0676	0.2676	0.6329	0.068916	0.182464
	MİN	5.5	7.7	6.1	6.5	5.38	4.1
	MAX	6.75	8.5	7.7	8.6	6.2	5.3
Sarıçam	X	5.261	6.17	5.449	5.357	4.494	3.789
	Ss	0.22	0.20	0.29	0.42	0.15	0.19
	V	0.041949	0.0375	0.077569	0.158661	0.018984	0.033749
	MİN	5.03	5.8	5	4.8	4.2	3.38
	MAX	5.6	6.43	5.9	5.9	4.68	4.1

Tablo V. Ağaç malzeme t¼r¼ ve zelt¼ çeşidinin yapışma direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans kaynaęı	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Ortalama kareler	Hesap. F	Tablo değeri % 5
İnt.-A	2	156.588	78.294	465.5166	0.0000
İnt.-B	5	300.255	60.051	357.0477	0.0000
A*B	10	109.956	10.996	65.3770	0.0000
Hata	162	27.246	0.168		
Toplam	179	594.045			

İnt.-A =Ağa malzeme t¼r¼, İnt.-B = Tutkal ve zelt¼ eşidi

Varyans kaynaklarının yapışma direncine etkileri bakımından gruplar arası farklılık istatistik anlamda önemli çıkmıştır ($\alpha=0,05$). Farklılıkların gruplar arasında önem derecesini belirlemek için yapılan DUNCAN testi sonuçları Tablo VI' da verilmiştir.

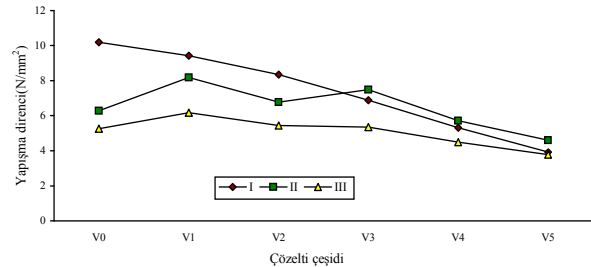
Tablo VI. Duncan testi sonuçları (N/mm²)

İşlem eşidi	x	H.G.	İşlem eşidi	x	H.G.
I+V0	10.18	A	II+V4	5.718	G
I+V1	9.429	B	III+V2	5.449	GH
I++V2	8.347	C	III+V3	5.357	GH
II+V1	8.180	C	I+V4	5.323	H
II+V3	7.490	D	III+V0	5.261	H
I+V3	6.890	E	II+V5	4.596	I
II+V2	6.780	E	III+V4	4.494	I
II+V0	6.275	F	I+V5	3.916	J
III+V1	6.170	F	III+V5	3.789	J

LSD: 0.3617

Duncan testi sonuçlarına g¼re yapışma direnci; en y¼ksek ambalaj viskozitesindeki (V0) tutkal ile yapıştırılmış Doğu kayınında (10.18 N/mm²), en d¼ş¼k % 60 oranında su ile karıştırılarak elde edilen V5 ile yapıştırılmış sarıçamda (3.789 N/mm²) bulunmuştur.

Ağaç t¼r¼ ve zelt¼ çeşidine g¼re belirlenen yapışma direnci gerilmeleri Şekil III'de g¼sterilmiştir.



Şekil III. Ağaç t¼r¼ ve zelt¼ çeşidine g¼re yapışma direnci gerilmeleri

5. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Ağaç t¼r¼ne g¼re y¼zeye yapışma direnci en y¼ksek Doğu kayınında (7.347 N/mm²),en d¼ş¼k sarıçamda (5.087 N/mm²) bulunmuştur. Doğu kayınında yapışma direnci, sapsız meşeden %13, sarıamdan % 44 daha fazla çıkmıştır. Ağaç t¼r¼leri bakımından sıralama, Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçam şeklindedir. Buna g¼re, yapışma direncinde ağaç t¼r¼n¼n etkili olduğu, bu etkinin başlıca yoğunluk ve y¼zey ¼zelliklerinden kaynaklanabileceği s¼ylenebilir. Nitekim literat¼r araştırmalarında Doğu kayını odununun PVAc ile yapışma değerleri s¼z edilen diğer ağaçlara g¼re y¼ksek olduğu bildirilmekte, burada elde edilen değerler bu bakımdan literat¼r ile uyumluluk g¼stermektedir (4, 5, 6, 7, 9,17,18).

Çözelti çeşidine göre yüzeye yapışma direnci en yüksek V1'de (9.429 N/mm²), en düşük V5'de (3.916 N/mm²) bulunmuştur. V1'de yapışma direnci V2, V3, V4 ve V5 den sırasıyla %16 %21, %53, %93 daha fazla çıkmıştır. Çözelti çeşidi bakımından sıralama, V1, V2, V3, V4, ve V5 şeklindedir. Buna göre, yapışma direncinde tutkalın su ile karışım oranının önemli etkisinin bulunduğu söylenebilir. Nitekim en yüksek yapışma direncinin % 20 oranında su ile hazırlanan çözeltide elde edilmiştir. Bu durum tutkalın temas açısını azaltıp yüzeyleri ıslatabilme ve ağaç dokuya nüfuz edebilme yeteneğini arttırmasından kaynaklanabilir.

Ağaç malzeme+çözelti etkileşimi bakımından en yüksek V0 ile yapıştırılan Doğu kayınında (10.18 N/mm²), en düşük V5 ile yapıştırılan sarıçamda (3.789 N/mm²) çıkmıştır.

Doğu Kayını+tutkal etkileşiminde yapışma direnci, en yüksek V0 da (10.18 N/mm²), En düşük V5'de (3.916N/mm²) bulunmuştur. Buna durum; Doğu kayınının dağmık traheli yapısı nedeniyle daha homojen yapıda ve yoğunluğun yüksek olmasından kaynaklanabilir. Doğu kayınında V0'ye göre, yapışma direnci V1, V2, V3, V4, V5'de sırasıyla % 8, %30, % 47, %91, %159 azalmıştır. Buna göre, Doğu kayınında ve yaklaşık benzer özellik gösteren ağaç türlerinde PVAc ile yapıştırma işleminde tutkalın ambalaj viskozitesinde kullanılması avantaj sağlayabilir.

Sapsız meşe+ tutkal etkileşiminde yapışma direnci; en yüksek V1'de (8.18 N/mm²), en düşük V5'de (4.596N/mm²) bulunmuştur. Doğu kayınından farklı olarak %20 oranında su ile hazırlanan tutkal meşede V0' dan daha yüksek yapışma direnci göstermiştir. Bu durum ambalaj viskozitesinin meşede mekanik bağ kurma bakımından yeterli olmamasından kaynaklanabilir. V1'in yüksek yapışma direnci değerleri göstermesi, nüfuz etme özelliğinin meşe odununda halkalı büyük traheli yapısı nedeniyle yüksek olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca sözü edilen tutkal çözeltisi mekanik adezyonu artırıcı etki göstermiş olabilir. Sapsız meşede V1'e göre, yapışma direnci V0, V2, V3, V4, V5'de, sırasıyla % 30, % 21, % 9, % 43, % 78 azalmıştır. Buna göre, sapsız meşe ve yaklaşık benzer özellik gösteren ağaç türlerinde PVAc ile yapıştırma işleminde tutkalın su ile % 20 oranında karıştırılarak hazırlanan çözeltinin kullanılması avantaj sağlayabilir.

Sarıçam + tutkal etkileşiminde yapışma direnci;en yüksek V1'de (6.17 N/mm²), En düşük V5'de (3.789 N/mm²) bulunmuştur. Sarıçam odunu, sapsız meşe gibi %20 su ile hazırlanan tutkal çözeltisi ile (V1) en yüksek yapışma direncini göstermiştir. Bu durum; sarıçam odununun kaba tekstürlü yapıda olmasından kaynaklanabilir. Sarıçamda V1 göre, yapışma direnci V0, V2, V3, V4, V5'da, sırasıyla % 17, % 13, % 15, % 37, % 63 azalmıştır. Buna göre, sarıçam ve yaklaşık benzer özellik gösteren ağaç türlerinde

PVAc ile yapıştırma işleminde tutkalın su ile % 20 oranında karıştırılarak hazırlanan çözeltinin kullanılması avantaj sağlayabilir. Ağaç malzeme türü ve tutkal viskozitesi değişimine bağlı olarak elde edilen yapışma direnci ortalama değerleri Tablo VII de verilmiştir.

Tablo VII. Ağaç malzeme türü ve çözelti çeşidi etkileşimlerine göre yapışma direnci istatistik değerleri (N/mm²)

Ağaç malzeme	Çözelti çeşidi					
	V0	V1	V2	V3	V4	V5
Doğu kayını	10.175	-9.429	-8.347	-6.890	-5.323	-3.916
Sapsız meşe	6.275	+8.18	+6.78	+7.49	-5.715	-4.596
Sarıçam	5.261	+6.17	+5.449	+5.357	-4.494	-3.789

(+) ambalaj viskozitesine göre artışı, (-) azalmayı göstermektedir,

Sonuç olarak, PVAc tutkalı Doğu kayınında ambalaj viskozitesinde, sapsız meşe ve sarıçam odunu ise su ile %20 oranında hazırlanmış çözelti halinde kullanılması önerilir.

6. KAYNAKLAR

- Atar, M., Melamin Reçineli Kağıtla Kaplanmış Yonga levhanın Çeşitli Malzeme ve Tutkallarla Yüz Yüze Yapışma Direnci, Politeknik Dergisi, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi, 9(4),319-327, Ankara, 2006.
- Vick, C. B., Adhesive Bonding of Wood Materials In: Wood-Hand Book-Wood As An Engineering Materials, Chapter 9, Forest Pro.Lab.-GTR-113, Madison, WI:US, Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999.
- Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., Farklı Ağaç Türleri ile Yonga ve Lif Levhalarda PVAc veya Desmodur-VTKA Tutkalı Kullanılarak Uygulanan Kavelalarda Çekme Mukavemeti, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, ek sayı 1, s 151-156, Ankara-Türkiye, 1999.
- Altınok, M., Ağaçışleri Temel Makinelerinde İşlenmiş Ahşap Yüzeylerin Yapışma Direncine Etkileri, Politeknik Dergisi, cilt 1, sayı 1,2, s 17-20. Ankara- TURKEY, 1998.
- Altınok, M., Döngel, N., Söğütlü, C., Modifiye Edilmiş PVAc Disporsiyonu VB- 20 Tutkalının Yapışma Direncinin Belirlenmesi, Gazi Üni., Fen. Bil. Enst. Dergisi, C 13, no 2, Ankara-Türkiye, 2000.
- Örs, Y., Özçifçi, A., Atar, M., Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper Lackleim 308 Tutkallarının Yapışma Dirençleri, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, ek sayı 3, 757-761, 1999.
- Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., Bonding Strength of Poly(vinyl acetate)-Based Adhesives in Some Wood Materials Treated with Impregnation, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 76, 1472-1479, USA, 2000.
- Atar, M., Özçifçi, A., Uysal, B., Ağaç Malzemede Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin PVAc Tutkalının Yapışma Mukavemetine Etkileri F.Ü. Fen ve Müh. Bilimleri Dergisi 11(1), 145-151, 1999.

9. Örs, Y., Atar, M., Keskin, H., Bonding Strength of Some Adhesives in Wood Materials Impregnation with Imersol-Aqua, International Journal of Adhesion and Adhesives Science, Vol. 24, 287-294, USA, 2004.
10. TS 2470., Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikleri, Türk Standartları Entitüsü, 1976.
11. Örs, Y., Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler, Yardımcı Ders Kitabı, K.T.Ü., Orman Fakültesi, s 29-34, Trabzon, 1987.
12. TS 3891., Yapıştırıcılar - Polivinilasetat Emülsiyon, Türk Standartları Entitüsü, Ankara, 1983.
13. TS 2472., Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini, Türk Standartları Entitüsü, 1976.
14. TS 2471., Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Entitüsü, 1976.
15. BS EN 204., Non-Structural Adhesives for Joining of Wood and Derived Timber Products, British Standarts, England, 1991.
16. BS EN 205., Test Methods for Wood Adhesives for Non-Structural Applications: Determination of Tensile shear Strength of Lap Joints, British Standarts, England, 1991.
17. Altınok, M., Söğütü, C., Döngel, N., Kaplanmış Yonga Levhada Kavela Tutma Direnci, Gazi Üni., Orman Fakültesi Dergisi, C 2, no 1, Kastamonu-Türkiye, 2002.
18. Altınok, M., Kılıç, A., Modifiye Edilmiş Polivinilasetat (PVAc) ve Klebit 303 (K303) Tutkallarını Farklı Sıcaklık Ortamlarında Yapışma Performanslarının Belirlenmesi, Pamukkale Üni., Müh. Fak., Müh. Bil. Fak. Dergisi, C 10, no 1, Ankara-Türkiye, 2004