

# Zıvanalı "T" Birleştirmelerde Ağaç Türü, Tutkal Çeşidi ve Presleme Yönünün Çekme Direncine Etkileri

Mustafa ALTINOK, Nihat DÖNGEL, Cevdet SÖĞÜTLÜ

Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, 06500 Teknikokullar, Ankara - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 02.09.1999

**Özet :** Bu çalışmada, zıvanalı "T" birleştirmelerde ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönünün çekme direncine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus silvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), kestane (*Castanea sativa* Mill.) ve sedir (*Cedrus libani*) odunlarından daire testere makinasında zıvana açılmış deney örnekleri, Desmodur-VTKA, kleiberit 305, PVAc ve PVA(pembe) tutkalları ile eksenel (normal), yüzeyden ve eksenel sıkılarak yapıştırılmıştır. Hazırlanan deney örneklerine DIN 53251 ve DIN 53254'e göre çekme deneyi uygulanmıştır. Deneyler sonunda en yüksek çekme direnci (N/mm<sup>2</sup>), PVAc tutkalı ile yüzeyden sıkılarak yapıştırılmış kayın odununda, en düşük çekme direnci ise D-VTKA tutkalı ile normal sıkılarak yapıştırılmış kayın odununda bulunmuştur.

**Anahtar Sözcükler :** Zıvanalı "T" birleştirme, Ağaç tutkalları, Ağaç malzeme, Çekme Direnci

## The Effects of Press Direction, Wood and Glue Types to the Tensile Strength on "T" Joints with Mortise and Tenon

**Abstract :** The effects of press direction, wood and glue types on the tensile strength on "T" joints with mortise and tenon. Mortises and tenons were constructed and opened with a circular saw and glued to "T" joint members made of pine (*Pinus silvestris* L.), beech (*Fagus orientalis* L.), chesnut (*Castanea sativa* Mill.), cedar (*Cedrus libani*), which are widely used in the furniture industry. "T" joints were bonded with side pressure and axial pressure with the following glues: Desmodur-VTKA, PVAc, PVA(pink) and Kleiberit 305. Tension tests were carried out on prepared samples according to DIN 53251 and DIN 53254. It was determined that the highest tensile strength was obtained with the side-pressure-bonded wood of beech and PVAc glue, and the lowest tensile strength was obtained with the axial-pressure-bonded wood of beech and D-VTKA glue.

**Key Words :** "T" joint with mortise and tenon, Wood glues, Wood material, Tensile strength

## Giriş

Geçmişte hem yapı malzemesi olarak hem de mobilyacılıkta kullanılan ahşap elemanlarda, kullanım yerindeki fonksiyonuna göre değişik birleştirme şekilleri uygulanmıştır (1).

Mobilya konstrüksiyonlarında bağlayıcı olarak ilk zamanlar basit pimler, metal menteşeler ve çiviler kullanılmıştır. Daha sonraları ahşap geçmeler yapılmıştır. Geçmelerle birlikte hayvansal tutkalların kullanılması birleşme noktalarının sağlamlığını artırmıştır. Bazı ahşap birleştirme yöntemleri de bu dönemde uygulanmıştır. Dar parçalar kullanılarak kınışlı, kavelalı ve yabancı çıtalı birleştirmeler ile geniş parçalar hazırlanmış, ayrıca zıvana ve kırilangıç kuyruğu geçmeler, gönye burun birleştirmeler yaygın olarak kullanılmıştır (2).

Sandalye, masa, dolap kapakları gibi çerçeve konstrüksiyonlu mobilyalarda zıvanalı birleştirmeler tercih edilmektedir. Ancak ülkemizde mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ağaç ve tutkalların bu birleştirmelerdeki performanslarının yeterince araştırılmadığı yapılan literatür taramalarında görülmüştür. Bu araştırmanın, sözkonusu eksikliğin giderilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

## Literatür Özeti

Planya, şerit testere ve daire testere makinalarında, sarıçam, Doğu kayını ve meşe odunlarından PVAc tutkalı ile yapıştırılarak hazırlanan deney örneklerine çekme deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak, en yüksek yapışma direnci daire testerede daha sonra planya ve şerit

testerede elde edilen yüzeylerde, ağaç türü olarak en yüksek yapışma direnci kayında, daha sonra sırayla meşe ve çamda tespit edilmiştir (3).

Sandalye konstrüksiyon tasarımında kullanılan kavelalı, zıvanalı ve kavelalı zıvanalı birleşme tekniklerinin, çekme ve eğilme test elemanları üzerinde denendiği araştırmanın sonuçlarına göre, sandalyenin ön ve arka kayıtları, ayaklara kavelalı birleştirme ile, yan kayıtları ön ve arka ayaklara zıvanalı birleştirme ile bağlamanın uygun olacağı bildirilmiştir (2).

Sarıçam odunundan PVAc tutkalı ile yapıştırılarak hazırlanan kertmeli, tam zıvanalı ve çift zıvanalı boy birleşmeli örnekler çekme ve eğilme deneyine tabi tutulmuş, kertme zıvanalı boy birleştirmenin hem çekme deneyinde hemde eğilme deneyinde en yüksek direnci gösterdiği bildirilmiştir (4).

Ağaç türü ve zıvana uzunluğunun zıvanalı boy birleştirmede eğilme direncine etkileri araştırılmış ve en yüksek eğilme direnci kontrol örneklerinde bulunmuş ve zıvana uzunluğu arttıkça eğilme direncinin azaldığı bildirilmiştir (5).

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilyalarda uygulanan sabit ve demonte birleştirme tekniklerinin mekanik davranış özelliklerinin araştırıldığı çalışmada, demonte birleştirmeler sabit birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur (6).

## Materyal ve Metot

### Materyal

#### Ağaç malzeme:

Yaygın endüstri uygulamaları göz önüne alınarak denemelerde sarıçam (*Pinus silvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), kestane (*Castanea sativa* Mill.) ve sedir (*Cedrus libani*) odunları kullanılmıştır. Ağaç malzemeler Ankara'daki kereste işletmelerinden temin edilmiştir.

#### Tutkal:

Deney örneklerinin yapıştırılmasında Polvininasetat (PVAc), Desmodur-VTKA, PVA(pembe) ve Kleiberit 305 tutkalları kullanılmış, tutkallar üretici firmalardan temin edilmiştir.

PVAc tutkalı soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işleniş 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 - 280 gr/m<sup>2</sup> tutkal kullanılması iyi bir birleşme için yeterli olmaktadır (7).

PVAc tutkalı TS 3891'de belirtilen esaslara göre yoğunluğu 1,1 gr/cm<sup>3</sup> viskozitesi 160-200 cps, 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 ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar, dinlendirilmesi önerilmektedir (7).

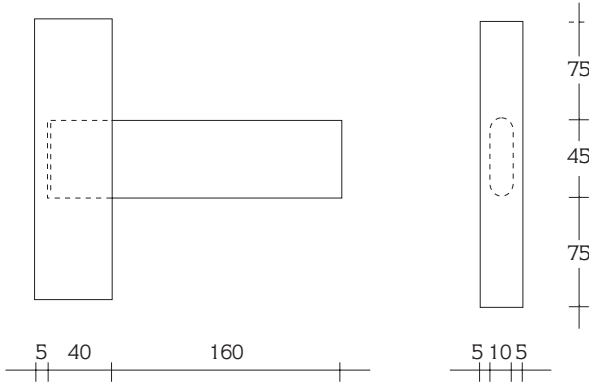
Desmodur-VTKA suya ve neme karşı dayanıklı, çözücü, içermeyen tek komponentli poliüreten esaslı bir yapıştırıcı, tüp, tahta, metal, poliester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzeylerde kullanılabilir. Deniz ve göl vasıtalarında, binaların dış cephe, metal ve tahta kısımlarının montaj ve onarımlarında tercih edilmektedir. Evlerin banyo ve mutfaklarında, buharlı ortamlarda çalışan atölye ve fabrikalarda güvenle kullanılmaktadır (7).

Kleiberit 305 tutkalı; tek bileşenli sıcak ve soğuk olarak uygulanabilen bir tutkaldır. Tutkallanacak parçaların normal oda sıcaklığındaki kullanımlarda rutubeti % 8-15 olmalıdır. Tutkal donmaya karşı dayanıklı olup -30°C'ye göre ayarlanmıştır. Ambalaj viskozitesinde kullanılır. İnceltici maddeler tutkalın kalitesini olumsuz etkiler. Fırça, dişli tarak, basınçlı pistole ve tutkal sürme merdanesiyle sürülür. Makine ile uygulamalarda 100-150 g/m<sup>2</sup> olacak şekilde sürülür. Açık bekleme süresi 20°C de 10 dakikadır. Presleme süresi, 20°C de 6-12 dakika, ahşap kenarlarında tek taraflı ısıtılmış 80°C de 2-5 dakika, çift taraflı ısıtılmış ise 20-25 saniye, kutu pres tutkallamada 20°C de 10-12 dakika, kaplama tutkallamada 20°C de 12-15 dakika, 80°C de 3-5 dakika, laminat tutkallamada 20°C de 20-25 dakika ve 50°C de ise 8-10 dakikadır. Tutkallama işleminde birim yüzeye (m<sup>2</sup>) 120-200 gr tutkal sürülmesi yeterli olmaktadır (7).

PVA(pembe) tutkalı ahşap yapıştırıcısı olarak kullanılan, polivinil alkol esaslı plastifiyan içeren, yüksek kaliteli, sağlam ve elastik film meydana getiren bir vinilasetat homopolimeridir (8).

#### Deney örneklerinin hazırlanması:

Bu çalışmada ağaç türü (4), tutkal çeşidi (4) ve presleme yönü (2) için 10'ar adet olmak üzere 4x4x2x10=320 adet örnek hazırlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Zıvanalı "T" birleştirme.

Deney örneklerinin budaksız, kusursuz olmasına özen gösterilmiştir. Radyal yönde 25x50x250 mm kaba ölçülerinde kesilen parçalar, havalandırılan ve direkt güneş ışığı almayan kapalı mekanda aralarına istif çitaları konularak dizilmişler ve yaklaşık 6 ay süreyle bekletilmişlerdir. Hava kurusu hale ulaşmış olan deney parçaları DIN 53251 ve DIN 53254 esaslarına uyularak,  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $\% 65 \pm 3$  bağıl nem şartlarında iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiş, tartı metodu ile rutubet miktarı ( $\%12$ ) tespit edilmiştir. Daha sonra planya makinasında yüz ve cumba açılan parçalar, örnek kalınlığı 20 mm ve genişlik 45 mm olacak şekilde daire testere makinasında biçilmiştir. Erkek zıvanalar elmas kesicili daire testere makinesinde, delikler ise tarama matkabı ( $\varnothing 10$  mm) kullanılarak yatay delik makinesinde açılmıştır. Üretici firmaların önerilerine uyularak bütün tutkal çeşitlerinde eşit miktarda ( $160 \text{ gr/m}^2$ ) olacak şekilde tutkallanan örnekler, aksenal (normal) ve hem aksenal hem de yüzeyden sıkılarak hazırlanmıştır.

### Metot

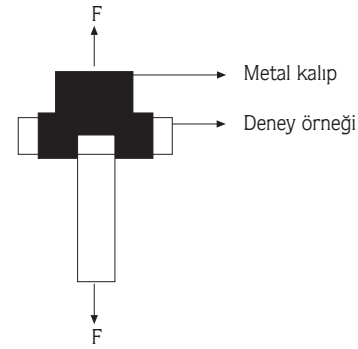
Çekme direnci deneyleri 4 tonluk üniversal deney makinesinde DIN 53251 ve DIN 53254 esaslarına göre kuvvet uygulanarak yapılmıştır (Şekil 2). Kırılma anındaki kuvvetler makinanın kadranından okunarak kaydedilmiştir. Deneylerde elde edilen kuvvetlerden aşağıdaki eşitlik kullanılarak çekme direnci ( $\sigma$ ) hesaplanmıştır.

$$\sigma = \frac{F_{\max}}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Burada;

$F_{\max}$ : Kırılma anındaki kuvvet (N)

A : Zıvana yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ )



Şekil 2. Çekme deneyi düzeneği.

### Verilerin Değerlendirilmesi

Zıvanalı "T" birleştirmelerde ağaç türü (4), tutkal çeşidi (4) ve presleme yönünün (2) çekme direncine etkilerini belirlemek için 320 adet örnek üzerinde elde edilen verilere çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Farklılıkların hangi gruplar arasında anlamlı olduğunu belirlemek için Duncan testi kullanılmıştır.

### Bulgular

Deneylerden elde edilen sonuçlara göre hesaplanan ortalama çekme dirençleri Tablo 1'de, ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönünün çekme direncine etkilerine ilişkin yapılan çoklu varyans analizi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Çekme direncine ait ortalama değerler ( $\text{N/mm}^2$ )

Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi	Presleme Yönü	
		Yüzeyden Sıkma	Normal Sıkma
ÇAM	D-VTKA	2.009	2.483
	KLEİBERİT 305	2.211	1.943
	PVAc	2.842	2.174
	PVA-(p)	2.321	2.001
SEDİR	D-VTKA	2.313	2.050
	KLEİBERİT 305	2.002	1.986
	PVAc	2.468	2.283
	PVA-(p)	2.140	2.087
KAYIN	D-VTKA	2.248	1.831
	KLEİBERİT 305	2.774	2.704
	PVAc	3.165	2.957
	PVA-(p)	3.158	2.817
KESTANE	D-VTKA	2.528	1.834
	KLEİBERİT 305	2.930	2.364
	PVAc	2.555	2.047
	PVA-(p)	2.627	2.165

Tablo 2. Ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönünün çekme direncine etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi.

Varyans Kaynağı	S.D.	Kareler Toplamı	Kareler Ort.	F Değeri	P<%5
Malzeme	3	13.588	4.529	43.7214	0.0000
Tutkal	3	6.542	2.181	21.0505	0.0000
Malzeme-Tutkal	9	12.434	1.382	13.3363	0.0000
Presleme Yönü	1	6.512	6.512	62.8611	0.0000
Malzeme - Presleme Yönü	3	2.144	0.715	6.8985	0.0002
Tutkal – Presleme Yönü	3	0.364	0.121	1.1717	0.3208
Malzeme-Tutkal-Presleme Yönü	9	3.797	0.422	4.0720	0.0001
Hata	288	29.836	0.104		
<b>Toplam</b>	<b>319</b>	<b>75.218</b>			

SD: Serbestlik derecesi

Varyans analizi sonuçlarına göre, gruplar arasındaki farklılık %5 hata payı ile tutkal çeşidi - presleme yönü etkileşimi önemsiz, diğer faktörler ve etkileşimleri istatistik anlamda önemli çıkmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında önemli olduğunu belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 3'de, buna ilişkin grafik Şekil 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3 ve Şekil 3 incelendiğinde çekme direnci ( $N/mm^2$ ), PVAc tutkalı ile yüzeyden sıkılarak yapıştırılmış kayın odununda (3.165) ve PVAp tutkalı ile yüzeyden

sıkılarak yapıştırılmış kayın odununda (3.158) en yüksek, Desmodur-VTKA tutkalı ile normal sıkılarak yapıştırılmış kestane odununda (1.843) ve Desmodur-VTKA tutkalı ile normal sıkılarak yapıştırılmış kayın odununda (1.835) en düşük bulunmuştur.

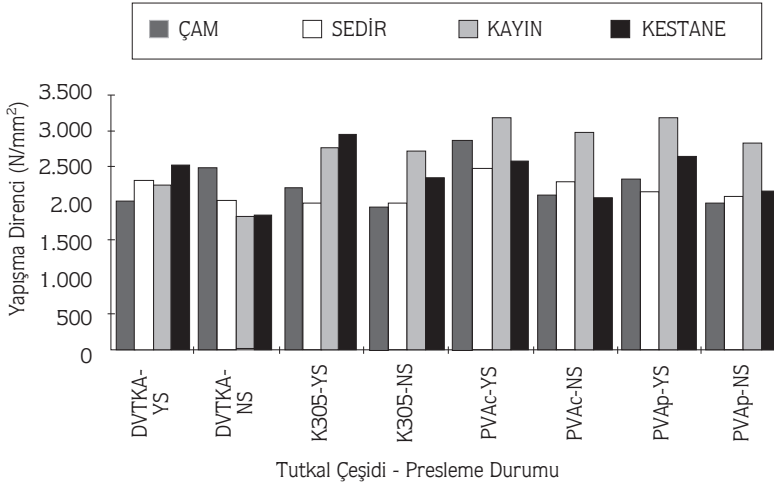
### Sonuç ve Öneriler

Zıvanalı "T" birleştirmelerde ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönünün çekme direncine etkilerini belirlemek

Tablo 3. Duncan testi sonuçları ( $N/mm^2$ ).

Malzeme-Tutkal-Presleme Y.	Ort.	H.G.	Malzeme-Tutkal-Presleme Y.	Ort.	H.G.
Kayın - PVAc - Yüzeyden S.	3.165	A *	Sedir - PVAc - Normal S.	2.283	GHIJKLM
Kayın - PVAp - Yüzeyden S.	3.158	A	Kayın - DVTKA-Yüzeyden S.	2.248	GHIJKLM
Kayın - PVAc - Normal S.	2.957	AB	Çam - K305 - Yüzeyden S.	2.211	HIJKLM
Kestane - K305- Yüzeyden S.	2.930	ABC	Çam - PVAc - Normal S.	2.174	IJKLMN
Çam - PVAc - Yüzeyden S.	2.842	BCD	Kestane - PVAp - Normal S.	2.165	IJKLMN
Kayın - PVAp - Normal S.	2.817	BCD	Sedir - PVAp - Yüzeyden S.	2.140	JKLMN
Kayın - K305 - Yüzeyden S.	2.774	BCDE	Sedir - PVAp - Normal S.	2.087	KLMN
Kayın - K305 - Normal S.	2.704	BCDE	Sedir - DVTKA- Yüzeyden S.	2.050	KLMN
Kestane-PVAp - Yüzeyden S.	2.627	CDEF	Kestane- PVAc - Normal S.	2.047	KLMN
Kestane-PVAc - Yüzeyden S.	2.555	DEFG	Çam - DVTKA - Yüzeyden S.	2.009	LMN
Kestane-DVTKA-Yüzeyden S	2.528	DEFGH	Sedir - K305 - Yüzeyden S.	2.002	LMN
Çam - DVTKA - Normal S.	2.483	EFGHI	Çam - PVAp - Normal S.	2.001	LMN
Sedir - PVAc - Yüzeyden S.	2.468	EFGHIJ	Sedir - K305 - Normal S.	1.956	MN
Kestane- K305 - Normal S.	2.364	FGHIJK	Çam - K305 - Normal S.	1.943	MN
Çam - PVAp - Yüzeyden S.	2.321	FGHIJKL	Kestane - DVTKA- Normal S.	1.843	N
Sedir - DVTKA - Yüzeyden S.	2.313	FGHIJKL	Kayın - DVTKA- Normal S.	1.835	N**

LSD:0.2839 \*:En yüksek değer \*\*: En düşük değer



Şekil 3. Ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönüne göre çekme direnci.

amacıyla yapılan çalışma sonunda çekme direnci , PVAc tutkalı ile yüzeyden sıkılarak yapıştırılmış kayın odununda  $3.165 \text{ N/mm}^2$  ve PVAp tutkalı ile yüzeyden sıkılarak yapıştırılmış kayın odununda  $3.158 \text{ N/mm}^2$  olarak en yüksek, Desmodur-VTKA tutkalı ile normal sıkılarak yapıştırılmış kestane odununda  $1.843 \text{ N/mm}^2$  ve Desmodur-VTKA tutkalı ile normal sıkılarak yapıştırılmış kayın odununda  $1.835 \text{ N/mm}^2$  olarak en düşük bulunmuştur.

En yüksek yapışma direncinin daire testerede daha sonra sırası ile planya ve şerit testerede işlenmiş ve PVAc tutkalı ile yapıştırılmış kayın odununda elde edildiği belirtilen literatürde olduğu gibi (3), bu çalışmada da en yüksek yapışma direnci sözkonusu tutkal ve ağaç türünde bulunmuştur. Her iki çalışmada PVAc tutkalı ile yüksek yapışma direnci elde edilmesinin nedeni, kayın odununun düzgün ve az gözenekli yüzeye sahip olmasıdır denebilir.

Desmodur-VTKA tutkalının kestane odununda kayına göre daha yüksek yapışma direnci vermesinin nedeni ise, kestanenin daha gözenekli olması ve VTKA tutkalının bu gözeneklere nüfuz ederek nem kürlenme olayı sonucu büyük bir mekanik bağ oluşturması denebilir.

Tablo 3 incelendiğinde tüm ağaç türlerinde ve tutkal çeşitlerinde yüzeyden sıkılmış zıvanalarda normal sıkıma göre daha yüksek yapışma direnci elde edildiği görülmektedir. Bu nedenle, zıvanalı birleştirmelerde özel pres düzeneği geliştirilerek ekstenel sıkıma ilaveten zıvana yüzeyinden sıkma uygulanması durumunda daha iyi sonuç alınabileceği, az gözenekli, düzgün yüzey veren ve kuru ortamda uygulanacak zıvanalı birleştirmelerde PVAc, rutubetli ortamda ve gözenekli ağaç türlerinde ise Desmodur -VTKA tutkalı kullanılabilirliği önerilebilir.

## Kaynaklar

1. Örs, Y., Kama Dişli Birleştirmeli Masif Ağaç Malzemedeki Mekanik Özellikler, K.T.Ü. Orman Fakültesi, 112 – 111, Trabzon, 1987.
2. Küreli, İ., Sandalyelerde Kullanılan Önemli Ahşap Birleştirmelerin Mekanik Özellikleri, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 1988.
3. Altınok, M., Ağaçları Temel Makinelerinde İşlenmiş Ahşap Yüzeylerin Yapışma Direncine Etkileri, G.Ü. T.E.F. Politeknik Dergisi, Cilt 1, Sayı 1-2, Ankara, 1998.
4. Tokgöz, H., Özçifçi, A., Atar, M., Uysal, B., Tensile and Bending Strength of Different Length Joints Prepared of Scotch Pine, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, Ankara-Türkiye, 1999.
5. Uysal, B., The Effects of the Wood Species and Tenon Length in the End-To-End Joints on the Bending Strength, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi, Cilt 1, Sayı 3-4, Ankara, 1998.
6. Örs, Y., Efe, H., Mobilya (Çerçeve Konstrüksiyon) Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri, Doğa-Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 22, 5.21-27, Ankara, 1988.
7. Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., Bonding Strength Of Pvac And Based On Polyurethane Adhesives In Some Wood Materials Treated With Impregnation, Journal of Agriculture and Forestry, Ankara, 1997.
8. Tut, Üretici Firma, İstanbul, 1999.
9. DIN 53251, Prüfung von Holzleimen, Allgemeines, 1964.
10. DIN 53254, Prüfung von Holzleimen, Langsverleimungen, 1964.