

## Zıvanalı Ahşap Doğrama Köşe Birleştirmelerinin Diyagonal Basınç Performansının Belirlenmesi

**Mustafa ALTINOK, \*Nihat DÖNGEL, Cevdet SÖĞÜTLÜ, Şemsettin DORUK**  
Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fak., Mobilya ve Dekorasyon Eğt. Böl., Teknikokullar, ANKARA  
\*Sorumlu yazar: [ndongel@gazi.edu.tr](mailto:ndongel@gazi.edu.tr)

Geliş Tarihi: 27.01.2009

### Özet

Bu çalışmada, tek ve çift zıvanalı doğrama köşe birleştirmelerinde ağaç türü, presleme yönü ve tutkal çeşitlerinin diyagonal basınç dayanımına etkileri araştırılmıştır. Deneysel örneklerinin hazırlanmasında sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana*) odunları, zıvanaların yapıştırılmasında PVAc-D<sub>3</sub> ve PVAc-D<sub>4</sub> tutkalları kullanılmıştır. Hazırlanan 160 adet numuneye diyagonal basınç deneyi uygulanmıştır. Sonuçta en yüksek diyagonal basınç dayanımı (N), PVAc-D<sub>3</sub> tutkallı kenar+yüzeyden preslenmiş çift zıvanalı sarıçam örneklerde, en düşük ise, PVAc-D<sub>3</sub> tutkallı kenardan preslenmiş tek zıvanalı göknar örneklerde elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Sarıçam, Uludağ göknarı, zıvanalı birleştirmeler, diyagonal basınç gerilmesi

### Determination of Diagonal Compression Performance of the Wooden Joinery Corner Joints with Mortise and Tenon

#### Abstract

In this study, the effects of wood species, pressing direction and adhesive types on diagonal compression performance in the wooden window corner joints with single or double mortise and tenon were examined. Specimens of single and double mortise and tenon corner joints were prepared from Scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) and Uludağ fir (*Abies bornmülleriana*) woods with this objective. PVAc-D<sub>3</sub> and PVAc-D<sub>4</sub> adhesives were used to join the mortise and tenon corner joints. The joining points were pressed from the edge and from the surface and edge. A total of 160 each specimens were prepared and the diagonal compression test. In conclusion, it was determined that the highest diagonal compression performance was in the double mortise and tenon corner joint specimens from Scotch pine pressed from the edge and surface with PVAc-D<sub>3</sub> adhesive and the lowest diagonal tensile strength performance was in the single mortise and tenon corner joint specimens from Uludağ fir pressed from the edge with PVAc-D<sub>3</sub> adhesive.

**Key words :** Scots pine, Uludağ fir, mortise and tenon corner joints, diagonal compression

#### Giriş

Yapı malzemesi ve mobilyacılıkta kullanılan ahşap elemanlarda, kullanım yerindeki fonksiyonuna göre değişik birleştirme şekilleri uygulanmaktadır (Örs, 1987).

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 kırlangıç kuyruğu geçmeler, gönye burun birleştirmeler yaygın olarak kullanılmıştır (Kürel, 1988).

Kama dişli birleştirmelerin pencere ve kapı çerçevesi, mobilya, çeşitli yapı taşıyıcı elemanlarının (kolon, giriş) yapımında kullanılması halinde "lambalı", "zıvanalı", "yarma-geçme" birleştirme yöntemleri ile birleştirilen ağaç malzemeye oranla % 60-80 daha fazla bir sağlamlılık kazandığı bildirilmektedir (Örs, 1987).

Klebit 303, Kleiberit 305 ve Süper Lackleim 308 tutkalları ile yapıştırılan Doğu kayını, sapsız meşe ve sarıçam odunlarında en yüksek çekme direncinin Klebit 303 tutkalının kullanıldığı Doğu kayını ve sapsız meşede, en düşük ise Süper Lackleim 308

tutkalının kullanıldığı sapsız meşe ve Klebit 303 tutkalının kullanıldığı sarıçamda elde edildiği bildirilmiştir (Örs ve ark., 1999).

Sarıçam odunundan PVAc tutkalı ile yapıştırılarak hazırlanan kertmeli, tam zıvanalı ve çift zıvanalı boy birleşmeli örneklerle çekme ve eğilme deneyi uygulanmış, kertme zıvanalı boy birleştirmenin hem çekme deneyinde hem de eğilme deneyinde en yüksek direnci gösterdiği bildirilmiştir (Tokgöz ve ark., 1999).

Kavak (*Populus*) odunları üzerinde değişik birleştirme türlerinin denendiği çalışmada birleştirme mukavemetinin, teknik açıdan önemi olduğu kadar, maliyeti düşürmek bakımından ekonomik boyutun önemine dikkat çekilerek birleştirmelerin seri üretime uygun tasarlanması önerilmiştir. Ayrıca; çekme ve basma elemanlarından oluşan çoklu zıvanalı ve parmak köşe birleştirmelerin aynı biçimdeki kavelalı birleştirmelere göre 2 ile 4 kat daha fazla dirençli olacağı ifade edilmiştir (Richards, 1962).

Zıvanalı birleştirmelerde, yüzeyden presleme yönteminin, geleneksel kenardan presleme yönteminden daha güçlü bir bağlantı sağladığı bildirilmiştir (Willard, 1966).

Daire testerede açılmış zıvanalı T-tipi birleştirmelerde, en yüksek çekme direncinin PVAc tutkalı ile yüzeyden sıkılarak yapıştırılmış Doğu kayını odununda elde edildiği belirtilmiştir (Altınok ve ark., 2000).

Şerit testerede açılmış zıvanalı T-tipi birleştirmelerde; en başarılı çekme direncinin PVAc tutkalı ile yüzeyden presleme yapılan Doğu kayını örneklerle elde edildiğini bildirmişlerdir (Altınok ve ark., 2000a).

Pencere çerçevelerinin köşe birleştirmelerinde, kama dişli profillerinin kullanılması ile, zıvana, yarma-geçme vb. geleneksel yöntemlere nazaran % 70 daha fazla sağlamlık kazanmaktadır (Örs, 1987).

Kama dişli köşe birleştirmelerde ağaç türü ve diş tipinin diyagonal çekme direncine etkileri araştırılmış sonuçta en yüksek diyagonal çekme direnci, kayın odununda ve uzun diş tipinde elde edilmiştir (Güray ve Kılıç, 2001).

Bu çalışmada sarıçam ve göknar odunlarından hazırlanan ahşap doğrama köşe

birleştirmelerindeki tek ve çift zıvana uygulamalarında ağaç türüne göre; presleme yönü ve tutkal çeşidinin diyagonal basınç dayanımına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

### Ağaç malzeme

Deneylerde masif ağaç malzeme olarak, Türkiye mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanımı esas alınarak I. sınıf sarıçam (*Pinus sylvestris*) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana*) odunları kullanılmıştır. Keresteler Ankara Mobilyacılar Sitesinden rasgele seçim yöntemi ile temin edilmiştir. Kerestelerin seçiminde; I. Sınıf kereste kriterlerine uygunluğuna dikkat edilmiştir.

### Tutkal

Denemelerde PVAc-D<sub>3</sub> ve PVAc-D<sub>4</sub> tutkalları kullanılmıştır.

PVAc-D<sub>3</sub> tutkalı; tek bileşenli sıcak ve soğuk olarak uygulanabilen bir tutkaldır. Tutkallanacak parçaların normal oda sıcaklığındaki kullanımlarda rutubeti % 8-15 olmalıdır. Donmaya karşı -30 °C ye kadar dayanıklı olduğu bilinmektedir. Ambalaj viskozitesinde kullanılmaktadır. İnceltici maddeler tutkalın kalitesini olumsuz etkilemektedir. Uygulamalarda 150-200 g/m<sup>2</sup> olacak şekilde sürülmektedir. Açık bekleme süresi 20 °C de 10 dakikadır (Altınok ve ark., 2000).

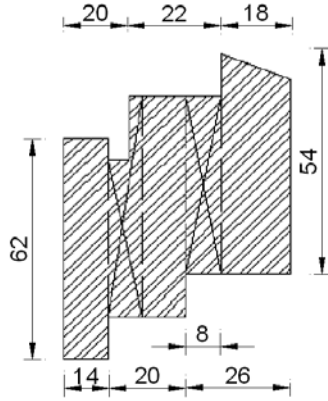
PVAc-D<sub>4</sub>; Alman Kleiberit firmasının klebit 303 isimli tutkalıdır. BS EN 204 standardına göre tek bileşenli olarak D<sub>3</sub> hizmet sınıfı için kullanıma hazır halde pazarlanmaktadır. Kullanım esnasında, tutkal çözeltilisine %5 oranında sertleştirici katılımı ile rutubete dayanıklılığı daha da artırılarak, BS EN 204'e göre D<sub>4</sub> yapışma kalitesine sahip hale getirilebilmektedir (Söğütlü ve Döngel, 2007).

### Deney örneklerinin hazırlanması

Bu çalışmada; her bir ağaç türü (2), tutkal çeşidi (2), presleme yönü (2), zıvana tipi (2) ve her örnekten 10'ar adet olmak üzere toplam 2x2x2x2x10=160 adet diyagonal basınç deney örneği hazırlanmıştır.

Kaba ölçülerde kesilen örnek taslakları, aralarına göknar latalar konularak, havalandırılan ve direk güneş ışığı almayan

bir ortamda doğal olarak kurutulmuştur. Daha sonra taslaklar  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %  $65\pm 5$  bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında % 12 denge rutubetine ulaşmaya kadar bekletilmişlerdir. Örnek taslakları net ölçülerinde ve Şekil 1'deki kesite uygun olarak kesildikten sonra freze makinesinde elemanların uçlarına zıvana ve eşlenikleri açılmıştır. Zıvanalara  $160\text{ gr/m}^2$  hesabına göre tutkal sürülerek preslenmiştir. Preslenmiş örneklerin tutkallı birleşmeleri tam sertleşmeye bırakılmışlardır. Deney örneklerinin bir kısmına sadece zıvana kenarından, bir kısmına da zıvana kenarı ve yüzeyinden eşit miktarda basınç uygulanmıştır. Basınç uygulamada sıkıştırma vidaları kullanılarak, vidaların sıkıştırma boşluğu alındıktan sonra her bir örnek için eşit sayıda döndürme yapılarak basınç gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Çerçeve elemanı kesiti

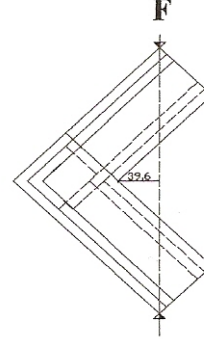
### Deneilerin yapılışı

Deneiler, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mekanik Test Laboratuvarlarındaki 4 ton kapasiteli Ünersal Test Cihazının 800 Kp'luk kademesinde yapılmıştır. Deney cihazının ilerleme hızı 2 mm/dak yol alacak şekilde ayarlanmıştır. Makineden okunan maksimum kuvvet N cinsinden kaydedilmiştir. Deney düzeneği Şekil 2'de gösterilmiştir.

### Verilerin değerlendirilmesi

Tek ve çift zıvanalı çerçeve köşe birleştirmelerinde, ağaç türü, tutkal çeşidi ve

presleme yönünün etkilerini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi yapılmıştır. Varyans kaynaklarının karşılıklı etkileşimlerinin  $\alpha = 0.05$ 'e göre anlamlı çıkması halinde, farklılıkların hangi ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönü için önemli olduğu Duncan testi ile belirlenmiştir.



Şekil 2. Diyagonal basınç deney düzeneği

### Bulgular

Tek ve çift zıvanalı doğrama köşe birleştirmelerinde diyagonal basınç dayanımına ait ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 1'de, varyans analizi sonuçları ise Tablo 2'de verilmiştir.

Diyagonal basınç dayanımı değerlerine ağaç türü, presleme yönü, zıvana tipi ile ağaç türü-tutkal çeşidi, ağaç türü-presleme yönü, tutkal çeşidi-presleme yönü ve ağaç türü-tutkal çeşidi-presleme yönü-zıvana tipi etkileşimleri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ( $\alpha=0,05$ ). Tutkal çeşidi ile ağaç türü-tutkal çeşidi-presleme yönü, ağaç türü-zıvana tipi, tutkal çeşidi-zıvana tipi, ağaç türü-tutkal çeşidi-zıvana tipi, presleme yönü-zıvana tipi, ağaç türü-presleme yönü-zıvana tipi ve tutkal çeşidi-presleme yönü-zıvana tipi etkileşimleri ise önemsiz çıkmıştır. Bu faktörlerin dörtlü etkileşimine göre ortalama değerlerin karşılaştırılma sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 1. Diyagonal basınç dayanımı ortalama ve varyasyon katsayısı değerleri (N)

Tutkal Çeşidi	Pres Yönü	Ağaç Türü	Zıvana Tipi	Xmin	Xmax	Xort	v (%)
PVAc-D <sub>4</sub>	Kenar	Sarıçam	Tek Zıvana	1500	1800	1670	5,85
			Çift Zıvana	1500	2500	2080	19,37
		Gökmar	Tek Zıvana	900	1850	1375	25,21
			Çift Zıvana	1660	1980	1781	6,10
	Kenar + Yüzey	Sarıçam	Tek Zıvana	2350	2460	2410	1,87
			Çift Zıvana	2450	2700	2592	3,58
		Gökmar	Tek Zıvana	1550	1860	1726	6,37
			Çift Zıvana	1850	2800	2194	16,97
PVAc-D <sub>3</sub>	Kenar	Sarıçam	Tek Zıvana	1800	2650	2175	10,90
			Çift Zıvana	2000	2650	2465	10,17
		Gökmar	Tek Zıvana	800	1400	1190	18,66
			Çift Zıvana	1360	2050	1675	18,20
	Kenar + Yüzey	Sarıçam	Tek Zıvana	2450	2650	2556	3,18
			Çift Zıvana	2450	3200	2814	8,57
		Gökmar	Tek Zıvana	1450	1650	1547	5,08
			Çift Zıvana	1550	1900	1727	7,26

Tablo 2. Diyagonal basınç dayanımına ilişkin Varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P < 0.05
Ağaç Türü (A)	1	19265440,00	19265440,00	376,7851	0,0000*
Tutkal Çeşidi (B)	1	62410,00	62410,00	1,2206	0,2711
AB	1	2997562,00	2997562,00	58,6250	0,0000*
Presleme Yönü (C)	1	6201562,50	6201562,50	121,2875	0,0000*
AC	1	404010,00	404010,00	7,9015	0,0056*
BC	1	475240,00	475240,00	9,2945	0,0027*
ABC	1	16402,50	16402,50	0,3208	NS
Zıvana tipi (D)	1	4502410,00	4502410,00	88,0562	0,0000*
AD	1	97022,50	97022,50	1,8975	0,1705
BD	1	41602,50	41602,50	0,8136	NS
ABD	1	16000,00	16000,00	0,3129	NS
CD	1	161290,00	161290,00	3,1544	0,0778
ACD	1	302,50	302,50	0,0059	NS
BCD	1	17222,50	17222,50	0,3368	NS
ABCD	1	201640,00	201640,00	3,9436	0,0489*
Hata	144	7362880,00	51131,11		
Toplam	159	41822997,50			

NS : Anlamsız, \* : Fark 0.05'e göre önemli

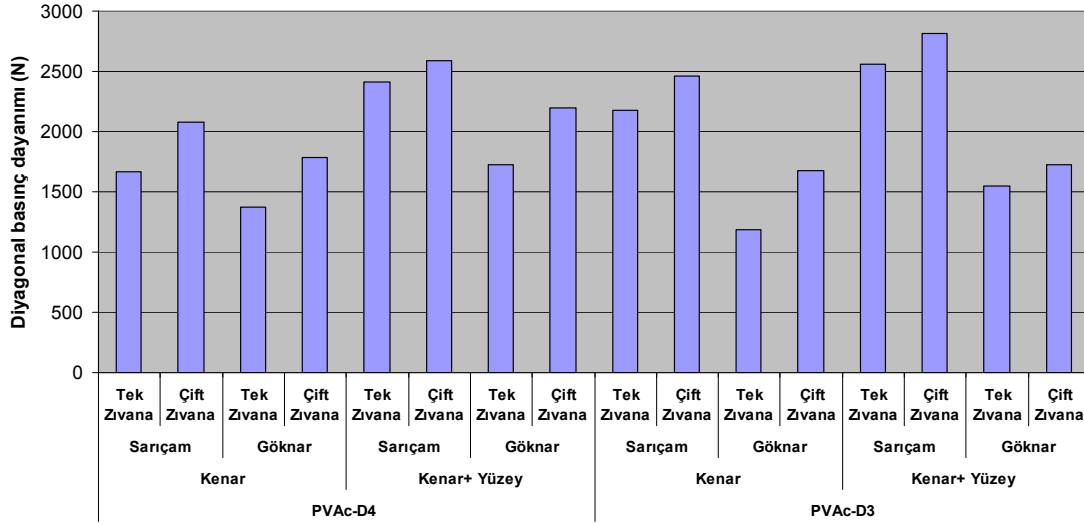
Tablo 3. Dörtlü etkileşime göre ortalama değerlerin karşılaştırma sonuçları

Tutkal Çeşidi	Pres Yönü	Ağaç Türü	Zıvana Tipi	Xort	HG
PVAc-D <sub>4</sub>	Kenar	Sarıçam	Tek Zıvana	1670	DE
			Çift Zıvana	2080	C
		Gökmar	Tek Zıvana	1375	FG
			Çift Zıvana	1781	D
	Kenar + Yüzey	Sarıçam	Tek Zıvana	2410	B
			Çift Zıvana	2592	B
		Gökmar	Tek Zıvana	1726	DE
			Çift Zıvana	2194	C
PVAc-D <sub>3</sub>	Kenar	Sarıçam	Tek Zıvana	2175	C
			Çift Zıvana	2465	B
		Gökmar	Tek Zıvana	1190	G**
			Çift Zıvana	1675	DE
	Kenar + Yüzey	Sarıçam	Tek Zıvana	2556	B
			Çift Zıvana	2814	A*
		Gökmar	Tek Zıvana	1547	EF
			Çift Zıvana	1727	DE

LSD ± 199,7 \* En yüksek değer \*\* En düşük değer

Dörtlü etkileşime göre en yüksek basınç dayanımı PVAc-D<sub>3</sub> tutkallı, kenar+yüzeyden preslenmiş ve sarıçam odunundan hazırlanmış çift zıvanalı örneklerde, en düşük ise; PVAc-D<sub>3</sub> tutkallı sadece kenardan preslenmiş göknar odunundan hazırlanmış

tek zıvanalı örneklerde elde edilmiştir. Sarıçam ve göknar odununda tutkal çeşidi, zıvana tipi ve pres yönü dörtlü etkileşimine göre meydana gelen diyagonal basınç gerilmeleri Şekil 3'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Sarıçam ve göknar odununda dörtlü etkileşime göre diyagonal basınç dayanımı

### Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Ahşap doğramalarda kullanılan tek ve çift zıvanalı çerçeve köşe birleştirmelerinin diyagonal basınç dayanımlarının belirlenmesi amacıyla yapılmış bu çalışmada en yüksek diyagonal basınç dayanımı; PVAc-D<sub>3</sub> tutkallı, kenar+yüzeyden preslenmiş ve sarıçam odunundan hazırlanmış çift zıvanalı örneklerde, en düşük ise; PVAc-D<sub>3</sub> tutkallı sadece kenardan preslenmiş göknar odunundan hazırlanmış tek zıvanalı örneklerde elde edilmiştir. Literatürde de yapılan benzer çalışmalarda kenar + yüzeyden presleme yapılan zıvanaların sadece kenardan presleme yapılanlara oranla daha başarılı olduğu belirlenmiştir (Altınok vd., 2000, 2000a). Sonuçlar bu bakımdan literatür ile uyumludur.

Tablo 2 incelendiğinde ağaç türü, presleme yönü, zıvana tipi ile ağaç türü-tutkal çeşidi, ağaç türü-presleme yönü, tutkal çeşidi-presleme yönü ve ağaç türü-tutkal çeşidi-presleme yönü-zıvana tipi etkileşimleri istatistiksel anlamda önemli oldukları ( $\alpha=0,05$ ) görülmektedir. Ağaç türü bakımından sarıçam odununun göknar odununa göre yoğunluğunun ve mekanik özelliklerinin daha yüksek olması nedeniyle,

tüm etkileşimlerde daha yüksek değerler verdiği tespit edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3 de verilen dörtlü etkileşim grafiği incelendiğinde, zıvana tipi ve pres yönü faktörleri esas alındığında; sarıçam örneklerde PVAc-D<sub>3</sub> tutkalının, göknar örneklerde PVAc-D<sub>4</sub> tutkalının daha yüksek performans gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeninin, her iki tutkal (PVAc-D<sub>3</sub>, PVAc-D<sub>4</sub>) da PVAc dispersiyonu esaslı olmasına rağmen, PVAc-D<sub>4</sub> tutkalına katılan sertleştirici (2. komponent) D<sub>4</sub> kullanım şartlarında (rutubete karşı dayanıklı) yapışma kalitesi getirmektedir. Ancak, sarıçamın yüksek oranda reçine içermesi ve reçinenin asit etkili sertleştiricinin reaksiyonel yapışma bağı kurmadaki rolünü olumsuz etkilemesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Literatürdeki benzer çalışmalarda da çoklu zıvananın aynı biçimdeki diğer birleştirmelere göre taşıdıkları kuvvet yönünden üstünlük sağladığı bildirilmiştir (Richards, 1962). Çift zıvanalı deney örneklerinde deney sırasındaki deformasyon genellikle zıvanaların dip kısmından kırılması biçiminde oluşmuştur. Bu durum, çift zıvana uygulamasında zıvana kalınlıklarının tekliye göre daha zayıf

kalmasından kaynaklanmıştır. Çift zıvanalılarda zıvana kalınlığının tekliye eşit alınması halinde daha yüksek gerilme taşıyabileceği söylenebilir.

Şekil 3'deki grafikte görüldüğü gibi kenar+yüzeyden preslemede sadece kenardan preslemeye göre köşe birleşmede daha fazla direnç meydana gelmiştir. Bunun zıvana yüzeylerinden presleme ile zıvana ve eşleniğinin yüzeylerinin birbirlerine maksimum yaklaşmasından ve bununla tutkal derzinde daha iyi yapışma sağlanmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Sonuç olarak, doğrama yapımında uygulanan köşe birleştirmelerde ağaç türü olarak çam, tutkal çeşidi olarak PVAc-D<sub>3</sub>, köşe birleşme yerlerinin daha az zorlanması nedeniyle çift zıvana ve birleşme yerlerinde maksimum yapışma direnci elde edilmesi nedeniyle kenar + yüzeyden pres uygulamasının tercih edilmesi önerilebilir.

#### Kaynaklar

Altınok, M., Döngel, N., Söğütü, C., 2000. Zıvanalı "T" Birleştirmelerde Ağaç Türü, Tutkal Çeşidi ve Presleme Yönünün Çekme Direncine Etkileri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24 (6), 767-771.

Altınok, M., Söğütü, C., Döngel, N., 2000a. Şerit Testerede Açılmış Zıvanalı Birleşmenin Çekme Direncini Etkileyen Temel Faktörlerin Analizi. Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi, 3 (2-3), 195-203.

Güray, A., Kılıç, M., 2001. Kama Dişli Birleştirmelerde Ağaç Türü ve Diş Tipinin Diyagonal Çekme Direncine Etkileri. G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 14, 1317-1325.

Kürel, İ., 1988. Sandalyelerde Kullanılan Önemli Ahşap Birleştirmelerin Mekanik Özellikleri. G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Örs, Y., 1987. Kama Dişli Birleştirmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler. K.T.Ü. Orman Fakültesi, 112 -115.

Örs, Y., Özçiftçi, A., Atar, M., 1999. Klebit 303, Kleiberit 305.0 ve Süper-Lackleim 308 Tutkallarının Yapışma Dirençleri. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23 (Ek Sayı 3): 757-761.

Richards, D.B., 1962. High-Strength Corner Joints for Wood. Forest Products Journal, 9, 413-418.

Söğütü, C., Döngel, N., 2007. Polivinilasetat (PVAc) ve Poliüretan (PU) Tutkalları İle Yapıştırılmış Bazı Yerli Ağaçlarda Çekmede, Makaslama Dirençleri. Gazi Üniversitesi Teknik

Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi, 10, 3, 287-293.

Tokgöz, H., Özçiftçi, A., Atar, M., Uysal, B., 1999. Shear and Bending Strength of some End to End Grained Joints Prepared from Scotch Pine. Tr.J.of Agriculture and Forestry, 23, 621-625.

Willard, R., 1966. Compressed Tenons-Parts I. Furniture Design and Manufacturing Magazine, 38, 3-10.