

SERİ  
SERIES  
SERIE  
SÉRIE

**A**

CİLT  
VOLUME  
BAND  
TOME

**55**

SAYI  
NUMBER  
HEFT  
FASCICULE

**1**

**2005**

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ  
**ORMAN FAKÜLTESİ**  
**D E R G İ S İ**

REVIEW OF THE FACULTY OF FORESTRY,  
UNIVERSITY OF ISTANBUL

ZEITSCHRIFT DER FORSTLICHEN FAKULTÄT  
DER UNIVERSITÄT ISTANBUL

REVUE DE LA FACULTÉ FORESTIÈRE  
DE L'UNIVERSITÉ D'ISTANBUL



# TUTKAL VE BİRLEŞTİRME ELEMANI TÜRÜNÜN KONTRPLAKTAN YAPILMIŞ ÇERÇEVELERİN KÖŞE BİRLEŞTİRMELERİNDEKİ ÇEKME VE BASINÇ DİRENCİNE ETKİSİ

Doç. Dr. Erol BURDURLU<sup>1)</sup>  
Y. Doç. Dr. İlker USTA<sup>1)</sup>  
Ar. Gör. Kadir ÖZKAYA<sup>1)</sup>  
Ar. Gör. Umut Ö. BERKER<sup>1)</sup>  
Ar. Gör. H. Utku SAĞIROĞLU<sup>1)</sup>

## Kısa Özet

Bu araştırmada çerçeve malzemesi olarak 15 mm. kontrplak, birleştirme türü olarak gönye burun, birleştirme elemanı olarak kavela ve PVC plastikten kırılacağı kuyruğu, ve yapıştırıcı olarak PVA<sub>c</sub> ve Poliüretan kullanılması halinde birleştirmede ortaya çıkan çekme ve basınç dirençlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Testler için toplam 96 adet numune hazırlanmış, bu numunelere Universal deney makinesinde ASTM-D 143 – 83 ve ISO 6237 standartlarına uygun olarak çekme ve basınç deneyleri uygulanmıştır. Elde edilen değerler istatistiksel değerlendirmeye tabi tutulmuş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

Sonuç olarak; basınç direnci açısından PVC plastikten kavela birleştirme elemanı ve Poliüretan tutkallı birleştirmelerin, çekme dayanımı açısından da kavela birleştirme elemanlı ve PVA<sub>c</sub> tutkallı birleştirmelerin daha iyi olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çerçeve birleştirmeler, Tutkallar, Mobilya bağlantı elemanları, Çekme ve basınç direnci

## 1. GİRİŞ

Çerçeve konstrüksiyon; kapı, pencere, masa-schpa üst tablası, dolap kapağı ve bunun gibi yerlerde farklılaştırma amacıyla kullanılan bir konstrüksiyon şeklidir. Çerçeve görüntüsü; kare, dikdörtgen, oval, daire gibi temel geometrik formlarda olabileceği gibi, serbest dış hatlarla bunların kombinasyonu olarak eğmeçli formlarda da olabilir. Çerçeveyi oluşturan ana elemanların arasındaki çerçeve boşluğu teşhirin ve görselliğin arandığı ürünlerde cam ile, teşhir amacı olmadan depolama ve örtü (kapama) amaçlı ürünlerde ise farklı konstrüksiyonlu levha esaslı tablalarla kapatılır. Burada, çerçeve ana taşıyıcı olup çerçeve boşluğundaki tablanın ağırlığına bağlı olarak birleşme noktalarına bir kuvvet uygulanır. Bu kuvvetin karşılanabilmesi için birleşme

<sup>1)</sup> Hacettepe Üniversitesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü

yerlerinin dayanımı yeterli olmalıdır. Aksi takdirde, başlangıçta ek yerlerinde açmalar ve ardından parçalarda dağılıma baş gösterir.

Çerçeve konstrüksiyonlu tablalarda birleşme yerinin dayanımını belirleyen birinci unsur, çerçeve elemanlarının yapılmasında kullanılan malzemedir. Uygun detaylarla çerçeve yapımında aşağıdaki ahşap veya ahşap esaslı malzemeler alternatifli olarak kullanılabilir:

- Masif ahşap
- Genel amaçlı yonga levhalar
- Kontrplak
- Kontrtabla
- Orta yoğunlukta lif levha

Birleşmenin dayanımını belirleyen ikinci unsur ise, uygulanan birleştirme türü ve kullanılan tutkal türüdür. Tabla elemanlarının yeterli sağlamlıkta birbirlerine bağlanabilmesi için çerçevenin arasında ara kayıt kullanılıp-kullanılmamasına bağlı olarak; köşe birleştirmeler, ara birleştirmeler ve ortada birleştirmeler gibi farklı birleştirmeler kullanılır. Köşelerde düz ve gönyeburun alternatiflerine bağlı olarak aşağıdaki birleştirmeler ve türleri yaygın birleştirme türleridir:

- Kavelalı birleştirmeler
- Zıvanalı birleştirmeler
- Profilli birleştirmeler
- Yabancı parçalı birleştirmeler
- Özel bağlantı elemanlı birleştirmeler

Birleştirme türünün seçilmesinde, yeterli dayanım ön şart olmak üzere, seri üretime uygunluk ve ekonomiklik ön planda tutulur.

Çerçeve konstrüksiyonlarda, birleştirme yerlerinde farklı malzeme kullanımı ve farklı birleştirmelerin uygulanmasıyla ortaya çıkan dayanım değerlerinin tespitine yönelik çok sayıda araştırma vardır. Bunların bazıları ve elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Mobilya elemanlarının birbirine bağlanmasında kavelalı ve zıvanalı birleştirme gibi geleneksel teknikler yanında, konut veya ofislerde monte edilen ve kullanımı hızla yaygınlaşmakta olan demonte (Ready to Assemble) mobilyaların konstrüksiyonlarında metal veya metal-plastikten üretilen mekanik bağlantı elemanları kullanılmaktadır (KASAL 1998).

Kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı birleştirmeli numunelere çekme ve basınç yükleri uygulandığında, kavelalı birleştirme en iyi sonucu verirken yabancı çıtalı birleştirme ikinci sırada yer almaktadır (ÖZÇİFTÇİ 1995).

İki ya da daha çok elemanın uygun yöntemlerle birleştirilmesiyle, tutkalsız ancak statik ve dinamik yüklere mukavemetli birleştirmeler yapılabilmektedir. Çeşitli nedenlerle tutkal kullanımının uygun görülmediği durumlar ile sabit bağlamanın istenmediği ortamda tutkalsız ahşap birleştirme teknikleri kullanılabilir. Tutkallama tekniğinin bilinmediği eski çağ, geleneksel Türk ve uzakdoğu ahşap işleri ile günümüzün bir kısım portatif veya fantezi mobilyalarında tutkalsız birleştirme uygulamalarını görmek mümkündür (EFE 1994).

Mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında uygulanan geleneksel ve alternatif birleştirmelerin mekanik özelliklerinin araştırıldığı çalışmanın sonuçlarına göre; esnek birleştirme sağlayan alternatif bağlantı elemanlarıyla yapılan birleştirmeler, rijit birleştirme sağlayan geleneksel tutkallı birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur (ÖRS/EFE 1998).

Yonga levhalar üzerinde yapılan tek kavelalı köşe birleştirmelerde, kavela çapı ve kavela boyu arttıkça basınç ve çekme dirençleri artmaktadır. Buna göre, yonga levhalarda yapılan çok kavelalı köşe birleştirmelerinde, iki kavela arası mesafenin 7,5 cm. olması halinde en yüksek çekme ve basınç direnci elde edilmektedir (ZHANG/ECKALMAN 1993).

Yonga levha ve/veya lif levha malzemeli kavelalı birleştirmede 8 mm. çap ve toplam 40 mm. uzunluğa sahip kavelanın 22 mm 'sinin taşıyıcı eleman içine, diğer 18 mm 'sinin ise karşı eleman içine girmesi gerekir (PFINGSTEN 1985).

16 ve 19 mm. kalınlığındaki yonga levha malzemeli birleştirmelerde; düz ve gönye-burun kavelalı, düz ve gönye-burun plastik yabancı çıtalı birleştirmelerin dayanım karşılaştırması için yapılan testlerde en iyi sonucu gönye-burun plastik yabancı çıtalı birleştirmenin verdiği görülmüştür (ENGLESSON 1973).

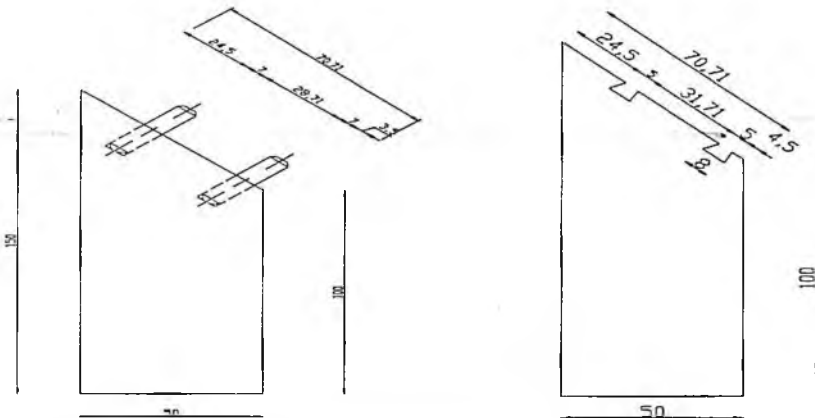
Literatürden de görüleceği üzere, yonga levhalar ve lif levhalar mobilya üretiminde olduğu gibi, çerçeve konstrüksiyonlarda da en çok kullanılan malzeme türüdür. Farklı kullanım yerlerine bağlı olarak özellikle çerçevenin boşluk kapatma elemanının ağırlığı arttığı durumlarda, alışılmış malzemelerle sağlanan mukavemet değerleri yeterli olamayabilecektir. Bu durumda, alternatif malzemeler devreye girecektir. Ne zaman ve hangi malzemenin kullanılacağına karar verebilmek için alternatif malzemelerin farklı durumlarda davranışlarının bilinmesi gereklidir. Bu nedenle; gerçekleştirilen bu araştırma ile kontrplaktan yapılmış çerçeve konstrüksiyon uygulamasındaki gönye-burun köşe birleştirmelerinde kullanılan ahşap kavela ve plastik kırılgaç kuyruğu bağlantı elemanlarının farklı tutkal türleriyle oluşturulan birleşmenin çekme ve basınç direncine etkisi araştırılmıştır. Bu araştırma bir ön araştırma niteliğinde olup yöntem diğer malzemelerle de uygulanıp karşılaştırmalar yapılacaktır.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1 Materyal

#### 2.1.1 Çerçeve Parçaları

Çerçeve parçalarında, kalınlığı 15 mm. olan 7 katlı Tetra (*tetraberlinia bifoliolata* Hauman) kontrplak kullanılmıştır. Test için köşe oluşturmada kullanılan çerçeve parçalarının uzunluğu  $150 \pm 1$ mm ve genişliği  $50 \pm 1$ mm'dir. Çerçeve parçalarına açılan kavela delikleri ve kırılgaç kuyruğu kanallar ve ölçüleri Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Kavelalı ve plastik kırılgaç kuyruğu bağlantı elemanlı çerçeve parçaları (ölçüler mm'dir)

Figure 1: Frame pieces that jointed wooden dowels and plastic dovetails (in mm)

## 2.1.2 Tutkallar

### 2.1.2.1 Polivinilasetat (PVA<sub>c</sub>) Tutkalı

PVA<sub>c</sub> tutkalı termoplastik özellikli olup katmanın en önemli özelliği esnekliği olup genel amaçlı türleri yüksek sıcaklığa hassastır. Suya ve rutubete dayanıksızdır. Her türlü şartta dayanıklı özel türleri vardır. Bu araştırmada Dayson firmasının tutkalı kullanılmıştır.

### 2.1.2.2 Poliüretan Tutkalı

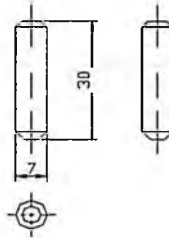
Poliüretan tutkalı, uygun isosiyanat ve çift bağlı alkolden elde edilir. Katmanın kohezyon kuvveti mükemmel olup, diğer maddelerle adhezyonu da iyidir. Oldukça elastik olup kaynar suya, kimyasal maddelere, yağlara ve mikroorganizmalara dayanımı mükemmeldir. Poliüretan tutkalı; oda sıcaklığında reaksiyona girer ve sertleştirici olarak üre veya amonyum klorid kullanılabilir. Sıcaklık artışı sertleşmeyi hızlandırır. Katmanın 60 °C üzerindeki sıcaklıklarda zehirli gaz emisyonu söz konusudur. Araştırmada kullanılan tutkal Arsim firmasınınca üretilmiş poliüretan tutkalı olup satın alındığı şekliyle kullanılmıştır.

## 2.1.3 Birleştirme Elemanları

### 2.1.3.1 Kavela

Kavela; iki adet masif ahşap veya ahşap kökenli levhadan üretilmiş tablaların (parçaların) en, boy veya köşe birleştirmelerinde kullanılan silindirik biçimli birleştirme elemanıdır. Plastik veya ahşap olabilir. Ahşap olanları yapraklı sert ağaç kerestelerin düzgün lifli ve sağlam olanlarından hazırlanır. Kavelaların üzerinde sürtünmeyi artırıcı yivler bulunur. Açılan deliklere kolay girmesi için alın kısımlarına çevresel olarak pah kırılır. Kavela çapları, çakıldıkları parça kalınlığının 1/2 – 1/3 'ü kadar olmalıdır. Kavela delikleri, çakıldıkları parçanın köşesinden en az parça kalınlığı kadar içerden başlamalıdır. Kavelaların rutubeti en az %7 olmalıdır. Ahşap malzemelerde kavela deliklerinin derinliği lif yönünde en az parça kalınlığı, liflere dik yönde ise parça kalınlığının en az 2/3 'ü kadar olmalıdır. Kavela, birleştirileceği parçadaki delik boyundan 1 mm kısa hazırlanmalıdır (ÖRS/EFE 1988).

Deneylerde 7 mm. çapında 30 mm. boyunda TS 4539'da belirtilen özelliklerde Kayın kavelalar kullanılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2: Ahşap kavela ve ölçüleri (ölçüler mm'dir)

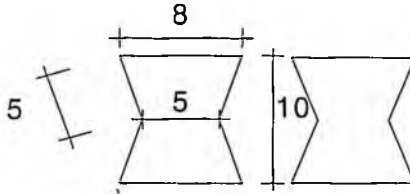
Figure 2: Wooden dowels and it's dimensions (in mm)

Merkezden itibaren kavela deliklerinin mesafeleri sağdan sola doğru 7 mm ve 42.7 mm olarak açılmıştır (Şekil 1).

### 2.1.3.2 Plastik Kırılmaç Kuyruğu Birleştirme Elemanı

Plastik kırılmaç kuyruğu birleştirme elemanları; karşılık kanallarının teknolojik olarak kolaylıkla açılabilmesi nedeniyle, özellikle çerçeve konstrüksiyonların köşe, ara ve orta birleştirmelerinde son yıllarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Birleştirme yapıldıktan sonra tutkal katmanının sertleşene kadar sıkılı durumda kalması zorunluluğunun ortadan kaldırması nedeniyle seri üretime de uygun bir birleştirme elemanıdır.

PVC plastikten çeşitli renklerde üretilirler. Çerçevenin yüzey rengine uygun olanı seçilir. Farklı boylardadır. Sürtünmeyi arttırmak için kenarları yivlidir. Bu çalışmada kullanılan plastik kırılmaç kuyruğu bağlantı elemanı boyutsal değerleri ile birlikte Şekil 3'de gösterilmiştir.



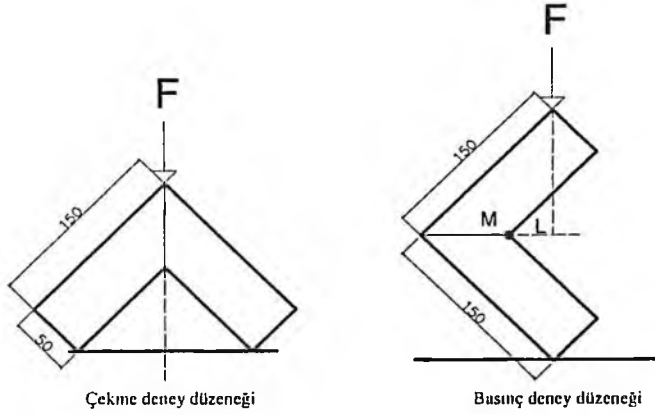
Şekil 3: Plastik kırılmaç kuyruğu birleştirme elemanı ölçüleri (mm)

Figure 3: Plastic dovetails and it's dimensions (in mm)

## 3. YÖNTEM

Bu çalışma; gönye-burun çerçeve köşe birleştirmelerde -uygulanan birleştirme elemanının ve kullanılan yapıştırıcı türünün- birleştirmenin çekme ve basınç direnci etkisinin belirlenmesi amacıyla yapılmış ve bu bağlamda, araştırma ASTM-D 143-83 ve ISO 6237 esaslarına uyularak yürütülmüştür.

Testlerin yapılacağı numunelerin hazırlanması için piyasadan tesadüfi olarak seçilen 15 mm kalınlığındaki Tetra kontrplak lif yönü uzunluk doğrultusunda olmak üzere  $50 \pm 1$  mm genişliğinde dilimlere ayrılmıştır. Elde edilen dilimlerden  $150 \times 150$  mm çerçeve köşesi verecek şekilde uzunluğu  $150 \pm 1$  mm olan ve bir başı 45 olarak kesilmiş 192 adet parça elde edilmiştir. Bu parçaların gönye-burun olarak kesilen kenarlarına olmak üzere 96 adedine kavelalı birleştirmeler için delik, 96 adedine de kırılmaç kuyruğu birleştirme elemanı için ise kırılmaç kuyruğu kanal açılmıştır. Birleşme yerlerine tutkal sürülerek birleştirmeler yapılmış, 96 adet köşe elde edilerek numuneler kurumaya terk edilmiştir. Daha sonra, numuneler normal şartlar olarak kabul edilen  $20^\circ\text{C}$  sıcaklık ve %65 bağıl nem ortamına sahip iklimlendirme odasında dengeye gelinceye kadar bekletilmişlerdir. Dengeye gelen parçalar korumaya alınarak test merkezine götürülmüştür. Numunelere Şekil 4'de gösterilen çekme ve basınç sistem şemasıyla universal deney makinesinde 5 mm/dk. hızla yükleme yapılmıştır (ISO 6237; ASTM-D 143-83). Numunelerin birleşme yerlerinde ayrılma veya kırılma oluncaya kadar yüklemeye devam edilmiş, bu esnada ortaya çıkan yük ( $F_{max}$ ) tespit edilmiştir. Daha sonra, bu değerler kullanılarak çekme ve basınç gerilmeleri hesaplanmıştır.



Şekil 4: Çekme-basınç deneylerinin uygulanması sistem şeması (ölçümler mm)  
Figure 4: System scheme for tensile and compression tests (in mm)

Basınç direncinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır :

$$\delta = \frac{F_{max}}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (1)$$

Burada; ( $\delta$ ): basınç direnci ( $\text{N/mm}^2$ ),  $F_{max}$ : ayrılma veya kırılma anında ortaya çıkan kuvvet (N) ve A: yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ ) 'dir.

Yüzey alanı (A) deney anında basınca konu olan yüzeyin alanı olup, kavelalı ve kırlangıç kuyruğu elemanlı parçalar için ayrı ayrı hesaplanır.

Qırlangıç kuyruğu elemanlı parçalar için toplam yüzey alanı aşağıdaki eşitlikle hesaplanır

$$A = A_1 + n \times A_2 - n \times A_3 \quad (2)$$

Burada;  $A_1$ : parça birleşme yüzeyi alanı ( $\text{mm}^2$ ),  $A_2$ : kırlangıç kuyruğu elemanının yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ ),  $A_3$ : kırlangıç kuyruğu yuvası yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ ), n: birleştirme elemanı sayısıdır.

Buna göre, kırlangıç kuyruğu elemanlı parçalar için mevcut toplam yüzey alanı  $1866.65 \text{ mm}^2$  olarak aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ )	hesaplama eşitliği
$A_1 = 1060.65$	$(15 \times 70,71)$
$A_2 = 533$	$(8 + 8 + 5 + 5 + 5 + 5) \times (13 + 2) \times [(8 + 5) / (2 \times 5)]$
$A_3 = 130$	$[2 \times (5 \times 13)]$
$A = 1866.65$	$[1060.65 + [(2 \times 533) - (2 \times 130)]$

Kavelalı parçalar için yüzey alanı aşağıdaki eşitlikle bulunur:

$$A = [ A_1 - (n \times A_5) ] + [ n \times A_4 ] \quad (3)$$

Burada;  $A_1$ : parça yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ ),  $A_4$ : kavelanın yüzey alanı ( $\text{mm}^2$ ) ve  $A_5$ : kavela delik alanı ( $\text{mm}^2$ ) 'dir. Buna göre, kavelalı parçalar için mevcut toplam yüzey alanı  $1713,77 \text{ mm}^2$  olarak aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

$$A = [1060,65 - (2 \times (\pi \times D^2) / 2)] + [2 \times (\pi \times D \times L/2) + ((\pi \times D^2) / 4)]$$

Burada; D: kavela çapı (mm) ve L: kavela boyu (mm) 'dur. Buna göre;

$$A = [1060,65 - 200,96] + [(2 \times 376,80) + 100,48]$$

$$A = [859,69] + [854,08]$$

$$A = 1713,77 \text{ mm}^2$$

Çekme gerilmesi aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$\sum M = 0 \text{ ise } F \times L = f \times y \quad (4)$$

Burada; F: uygulanan kuvvet (N), L: F kuvvetinin moment noktasına olan dik uzaklığı (mm), f: deney parçasının birleşme yüzeyinde oluşan kuvvet (N) ve y: deney parçasının merkezinin moment noktasına olan dik uzaklığı (mm)'dir. Şekil 4'de görüldüğü gibi (L) ve (y) mesafelerinin ( $L=y=35,355 \text{ mm}$ ) birbirlerine eşit olmasından dolayı yukarıda tanımlanan formül aşağıdaki eşitliğe dönüşür:

$$F = f \quad (5)$$

Buna göre, uygulanan kuvvetle çekme anında deney parçasının birleşme yüzeyinde oluşan kuvvet eşittir.

#### 4. VERİ ANALİZİ

İstatistiksel analizin gerçekleştirilmesinde MINITAB-11 paket programından yararlanılmıştır. Elde edilen deneysel verilerin istatistiksel açımlarının yapılmasında tek yönlü varyans analizi (ANOVA-Oneway) yöntemi kullanılmıştır.

Deneme gruplarına ait her birleştirme tipinin ve tutkal türünün basınç ve çekme direncine etkisi de çoklu varyans analizi ile belirlenmiştir.

#### 5. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

96 adet numuneye Üniwersal deney makinesinde  $5\text{mm/dk}$  yükleme hızıyla, deformasyon meydana gelinceye kadar uygulanan yük altında ortaya çıkan çekme ve basınç direnci değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Elde edilen genel sonuçlara göre,  $\text{PVA}_c$  tutkalı ile birleştirilmiş parçaların hem çekme hem de basınç dirençlerinin poliüretan ile işlem görmüş parçalara göre daha yüksek değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, bağlantı elemanı olarak kullanılan ahşap kavela (K) türünün çekme ve basınç direnci açısından plastik (P) kırılma çukuruğuna göre daha yüksek düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır.



**Tablo 1: Çekme Ve Basınç Dirençleri (N/mm<sup>2</sup>).**  
**Table 1: Tensile And Compression Strengths (N/mm<sup>2</sup>).**

Numune (Sample)	PVA <sub>c</sub> (Polyvinyl Acetate)				Poliüretan (Polyurethane)			
	Çekme (Tensile)		Basınç (Comp.)		Çekme (Tensile)		Basınç (Comp.)	
	K	P	K	P	K	P	K	P
1	0,327	0,148	0,161	0,079	0,252	0,083	0,261	0,113
2	0,356	0,161	0,149	0,113	0,271	0,116	0,259	0,108
3	0,321	0,107	0,183	0,136	0,188	0,086	0,230	0,190
4	0,320	0,134	0,190	0,123	0,286	0,098	0,233	0,108
5	0,327	0,135	0,117	0,080	0,225	0,096	0,294	0,125
6	0,258	0,120	0,163	0,085	0,230	0,109	0,208	0,080
7	0,321	0,167	0,092	0,077	0,175	0,131	0,299	0,107
8	0,320	0,123	0,148	0,154	0,292	0,101	0,168	0,080
9	0,276	0,134	0,188	0,085	0,249	0,113	0,105	0,090
10	0,333	0,096	0,155	0,079	0,179	0,121	0,239	0,059
11	0,267	0,155	0,142	0,131	0,249	0,126	0,209	0,117
12	0,328	0,119	0,180	0,062	0,186	0,105	0,268	0,084
<b>Ortal. (Mean)</b>	<b>0,313</b>	<b>0,133</b>	<b>0,156</b>	<b>0,100</b>	<b>0,232</b>	<b>0,107</b>	<b>0,231</b>	<b>0,105</b>

K: ahşap kavela bağlantı elemanı (Connection materials of wooden dowel), P: plastik kırılmaç kuyruğu bağlantı elemanı (Connection materials of plastic dovetail).

### 5.1 Çekme Gerilmesi

Çekme gerilmelerinin tutkal türlerine göre analizi Tablo 2’de gösterilmiştir. Bu tablodan de anlaşılacağı üzere, çekme gerilmelerinin tutkal türlerine göre analizinde tutkal türlerine göre anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Bu değerlendirme sonucuna göre PVA<sub>c</sub> tutkalı, Poliüretan tutkalına göre daha iyi sonuç vermiştir.

**Tablo 2: Tutkal Türlerine Göre Çekme Gerilmesi Varyans Analizi**  
**Table 2: Analysis of Variance of Tensile Strength For Adhesive Types**

Kaynak (Source)	Serbestiyet Derecesi (Degrees of Freedom)	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F Hesaplanan (F Calculated)	Hata İhtimali (Error Probability)
Tutkal (Adhesive)	1	0,03445	0,03445	4,90	0,032 *
Hata (Error)	46	0,32333	0,00703		
Toplam (Total)	47	0,35779			

\*: istatistiksel olarak önemli (Statistically significant).

Çekme gerilmelerinin birleştirme türlerine göre analizi Tablo 3’de gösterilmiştir. Bu tablodan de anlaşılacağı üzere, çekme gerilmelerinin birleştirme türlerine göre analizinde birleştirme türlerine göre anlamlı bir fark vardır ve bu sonuçlara göre kavetalı birleştirme türü, plastik kırılmaç kuyruğu elemanlı birleştirme türüne göre daha iyi olduğu görülmüştür.

**Tablo 3: Birleştirme Türlerine Göre Çekme Gerilimi Varyans Analizi**  
 Table 3: Analysis of Variance of Tensile Strength For Joint Types

Kaynak (Source)	Serbestiyet Derecesi (Degrees of Freedom)	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F Hesaplanan (F Calculated)	Hata İhtimali (Error Probability)
Birleştirme (Joint)	1	0,27786	0,27786	159,91	0,000 ***
Hata (Error)	46	0,07993	00,174		
Toplam (Total)	47	0,35779			

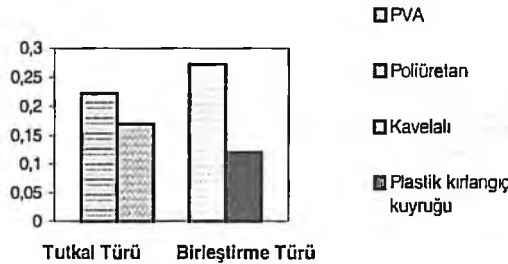
\*\*\*: istatistiksel olarak oldukça önemli (Statistically very highly significant).

Çekme gerilimi, bağlantı elemanı ayrımı yapılmadan iki farklı tutkal türü arasında ve tutkal ayrımı yapılmadan iki farklı birleştirme türü arasında karşılaştırmalı olarak grup ortalaması bazında Tablo 4'de ayrıca verilmiş ve Şekil 5'de gösterilmiştir. Buradan da görüleceği gibi, tutkal türü olarak PVA<sub>c</sub> tutkalının Poliüretana göre, birleştirme tipi olarak da ahşap kavelalı bağlantının plastik kırılmaç kuyruğuna göre çekme dayanımı daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir.

**Tablo 4: Tutkal Türlerine Ve Birleştirme Tiplerine Göre Çekme Gerilmesi Değerleri (N/mm<sup>2</sup>)**  
 Table 4: Tensile Strength Values For Adhesives And Joint Types

Tutkal Türü (Adhesive Types)	Ortalama (Mean)	Std. Sp. (Std. Deviate)	Birleştirme Tipi (Joint Type)	Ortalama (Mean)	Std. Sp. (Std. Deviate)
PVA <sub>c</sub>	0.22304	0.09516	Kavelalı (Dowel)	0.27233	0.05443
Poliüretan (Polyurethane)	0.16946	0.07073	Plastik Kırıl. Kuyruğu (Plastic Dovetail)	0.12017	0.02264

Not : Her bir deneydeki numune sayısı 24 adettir.  
 Note : Number of the replicates are 24 in each test.



**Şekil 5: Tutkal ve birleştirme türlerine göre çekme gerilimi**  
 Figure 5: Tensile strength for adhesives and joint types

Tutkal ve birleştirme türlerine göre çekme gerilimi karşılaştırmaları Tablo 5'de gösterilmiştir. Yapılan analize göre, değerler arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır.

**Tablo 5: Tutkal Ve Birleştirme Türlerine Göre Çekme Gerilimi Karşılaştırmaları**  
**Table 5: Compare of Tensile Strength For Adhesives And Joint Types**

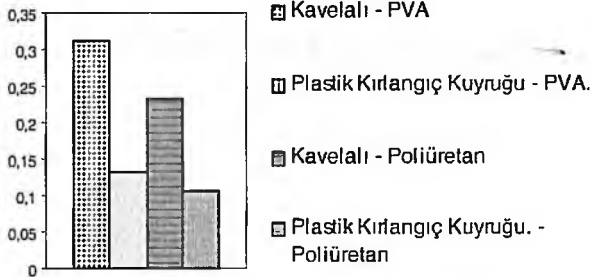
Kaynak (Source)	Serbestiyet Derecesi (Degrees of Freedom)	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F Hesaplanan (F Calculated)	Hata İhtimali (Error Probability)
Tutkal (T) (Adhesive)	1	0,03445	0,03445	41,58	0,000 ***
Birleştirme (B) (Joint)	1	0,27786	0,27786	335,35	0,000 ***
T x B	1	0,00902	0,00902	10,89	0,002 ***
Hata (Error)	44	0,03646	0,00083		
Toplam (Total)	47	0,35779			

\*\*\*: istatistiksel olarak oldukça önemli (Statistically very highly significant).

Tablo 6'da sıralanan ve Şekil 6'da grafik olarak gösterilen sonuçlara göre PVA<sub>c</sub> – Kavela kombinasyonunun diğerlerine göre daha iyi olduğu görülmüştür. Tablo 6'daki sonuçlardan da anlaşılacağı üzere kavelalı birleştirme türünün plastik kırılma kuyruğu elemanlı birleştirmeye göre basınç direnci sonuçlarında olduğu gibi çok daha iyi olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Plastik kırılma kuyruğu elemanlı birleştirmelerde kullanılan tutkal türleri arasında PVA<sub>c</sub> tutkalının daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.

**Tablo 6: Tutkal Ve Birleştirme Türlerine Göre Çekme Gerilimi Ortalama Değerleri**  
**Table 6: Means of Tensile Strength For Adhesives And Joint Types**

	Numune (Sample)	Ort. Değer (Mean)	Std. Sap. (Std. Dev.)
Kavelalı – PVA <sub>c</sub> (Dowel – PVA <sub>c</sub> )	12	0,313	0,328
Plastik Kırılma Kuyruğu – PVA <sub>c</sub> (Plastic Dovetail – PVA <sub>c</sub> )	12	0,133	0,199
Kavelalı – Poliüretan (Dowel – Polyurethane)	12	0,232	0,075
Plastik Kırılma Kuyruğu. – Poliüretan (Plastic Dovetail - Polyurethane)	12	0,107	0,101



**Şekil 6: Tutkal ve birleştirme türleri kombinasyonlarına göre çekme gerilimi ortalama değerleri**  
**Figure 6: Means of tensile strength for adhesives and joint types**

### 5.2. Basınç Direnci

Basınç dirençlerinin tutkal türlerine göre analizi Tablo 7’de gösterilmiştir. Bu tablodan de anlaşılacağı üzere, basınç dirençlerinin tutkal türlerine göre analizine göre tutkal türleri arasında anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Değerlendirmeye göre, Poliüretan tutkalının PVA<sub>c</sub> tutkalına göre daha iyi olduğu anlaşılmıştır.

**Tablo 7: Tutkal Türlerine Göre Basınç Direnci Varyans Analizi**

Table 7: Analysis of Variance Compression Strength For Adhesive Types

Kaynak (Source)	Serbestiyet Derecesi (Degrees of Freedom)	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F Hesaplanan (F Calculated)	Hata İhtimali (Error Probability)
Tutkal (Adhesive)	1	0,01928	0,01928	5,01	0.030 *
Hata (Error)	46	0,17715	0,00385		
Toplam (Total)	47	0,19643			

\*: istatistiksel olarak önemli (Statistically significant).

Çekme gerilmelerinin birleştirme türlerine göre analizi Tablo 8’de gösterilmiştir. Bu tablodan de anlaşılacağı üzere, basınç dirençlerinin birleştirme türlerine göre analizine göre birleştirme türleri arasında anlamlı bir fark olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara göre kavelalı birleştirme, plastik kırılmaç kuyruğu elemanlı birleştirmeye göre daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır.

**Tablo 8: Birleştirme Türlerine Göre Basınç Direnci Varyans Analizi**

Table 8: Analysis of Variance Compression Strength For Joint Types

Kaynak Source)	Serbestiyet Derecesi (Degrees of Freedom)	Kareler Toplamı (Sum of Squares)	Kareler Ortalaması (Mean Square)	F Hesaplanan (F Calculated)	Hata İhtimali (Error Probability)
Birleştirme (Joint)	1	0,09865	0,09865	46,41	0,000 ***
Hata (Error)	46	0,09778	0,00213		
Toplam (Total)	47	0,19643			

\*\*\*: istatistiksel olarak oldukça önemli (Statistically very highly significant).

Basınç direnci, bağlantı elemanı ayrımı yapılmadan iki farklı tutkal türü arasında ve tutkal ayrımı yapılmadan iki farklı birleştirme türü arasında karşılaştırmalı olarak grup ortalaması bazında Tablo 9’da ayrıca verilmiş ve Şekil 7’de gösterilmiştir. Buradan da görüleceği gibi, tutkal türü olarak PVA<sub>c</sub> tutkalının Poliüretana göre, birleştirme tipi olarak da ahşap kavelalı bağlantının plastik kırılmaç kuyruğuna göre basınç direnci daha yüksek düzeyde gerçekleşmiştir.

yivlerin daha çok tutunma alanı sağlaması ve silindirik yapısından dolayı plastik kırlangıç kuyruğu elemanında ki gibi yüzeylerde tutma zayıflığı olmamasıdır.

Deney sonuçları incelendiğinde elde edilen veriler gösteriyor ki basınç dirençlerinde poliüretan tutkalı, polivinilasetat (PVA<sub>c</sub>) tutkalına kıyasla daha iyi, çekme gerilmelerinde de polivinilasetat (PVA<sub>c</sub>) tutkalı, poliüretan tutkalına kıyasla daha iyi sonuç vermiştir.

Basınç dirençlerinde poliüretan tutkalının sahip olduğu kohezyon kuvvetinin polivinilasetat (PVA<sub>c</sub>) tutkalının sahip olduğu kohezyon kuvvetinden daha yüksek olması deney sonuçlarına da yansımıştır. Burada poliüretan tutkalındaki bağlar arasındaki kristalize yapının tutunmayı artırarak polivinilasetat (PVA<sub>c</sub>) tutkalına kıyasla daha iyi sonuç vermiştir.

Çekme gerilmelerinde polivinilasetat (PVA<sub>c</sub>) tutkalının, poliüretan tutkalına kıyasla daha iyi sonuç vermesinin nedeni ise; polivinilasetat (PVA<sub>c</sub>) tutkalının yapısının poliüretan tutkalının kristalize olan dolayısıyla kırılgan olan halinden daha esnek olmasıdır. İşte bu yapıştırıcının esnek yapısı çekme gerilmesi uygulanmış numunelerde ayrılmanın poliüretan tutkalı kullanılmış numunelere kıyasla daha az olması sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Sonuç olarak bahsedilen nedenlerden dolayı basınç dirençlerine göre en iyi kombinasyon Kavelalı birleştirme – Poliüretan tutkal olurken, çekme gerilmelerine göre Kavelalı Birleştirme – PVA<sub>c</sub> tutkal kombinasyonu en iyi sonucu vermiştir.

Birleştirme türlerine göre plastik kırlangıç kuyruğu elemanlı birleştirmenin hem çekme hem de basınç dirençleri için kavelalı birleştirme türüne göre dayanımı zayıftır.

## THE EFFECT OF GLUE AND JOINT TYPES ON TENSILE AND COMPRESSION STRENGTH IN THE CORNER OF PLYWOOD FRAMES

Doç. Dr. Erol BURDURLU  
Y. Doç. Dr. İlker USTA  
Ar. Gör. Kadir ÖZKAYA  
Ar. Gör. Umut Ö. BERKER  
Ar. Gör. H. Utku SAGIROĞLU

### Abstract

Frame construction is a type of construction preferred in doors, windows, table-coffee, table upper panels, cabinet doors and such places for the purpose of product variation. This study aims to determine strength values in different joints and materials used in frame construction. 15 mm. plywood (tetraberlinia bifoliolata H.) as frame material and miter joint as joint type have been used. In this experiment, the tension and compression strength of frames were compared by using dowels and PVC plastic dovetail fittings as jointer and by using polyvinyl acetate and polyurethane glue as adhesive. Totally 96 samples were prepared and were hold in the conditioning room of 20°C temperature and 65% relative humidity. Then, tension and compression experiments in accordance with the ASTM-D 143-83 and ISO 6237 were carried out in Universal testing machine. The results of the tests are shown on Table-1. The obtained values were analyzed statistically by using Minitab-11 computer program. The results were evaluated according to oneway variance analysis method (One-way ANOVA) and multi-variance analysis method. Findings.

**Keywords:** Frame joints, Glues, Furniture fittings,  
Tensile and compression strength

### SUMMARY

As indicated in the results obtained from the evaluation of test samples, the joints with dowels led to better results than joints with plastic dovetail fitting. It is clearly seen from the test results that joints with plastic dovetail fitting developed lower results than joints with dowels both in tensile and compression strength because of the short distance between the dovetail fitting and the "L" type pieces' of inner corner. In addition to this, another reason is the physical form of the plastic dovetail fitting. In comparison to joint with dowels, the thinness of the surface having an angle of 70°-75° in the middle of the dovetail fittings could not fulfill the primary task of jointing the two pieces. The reason that the joints with dowels led to better results is that the grooves on the dowel surface provided more capturing area and that because of the cylindrical structure that has no surface deficiency in capturing as in plastic dovetail fitting.

The data obtained from the evaluation of the test results shows that polyurethane glue than polyvinyl acetate (PVA) glue in compression strength and PVA glue than polyurethane glue ended in better results.

In compression strength, that the cohesion strength of polyurethane glue is higher than the cohesion strength of polyvinyl acetate glue was reflected in the test results. Here, the crystallized structure within the bonds of polyurethane glue increased the capturing and hence gave better results than polyvinyl acetate glue.

The polyvinyl acetate (PVA) glue was better than polyurethane glue in tensile strength because the structure of PVA glue is more flexible than the crystallized thus fragile structure of polyurethane glue. The flexible structure of PVA glue resulted with less disjoints in samples connected with this glue.

Consequently, as a result of aforementioned reasons the best combination for compression strength are joints with dowel- polyurethane glue whereas the best combination for tensile strength is joints with dowels- PVA glue.

As per joint types, the strength of plastic dovetail fitting both for tensile and compression strength is less than that of the joint with dowels.

#### KAYNAKLAR

ALTINOK, M., 1998: Masa Yapımında Uygulanan Sütun Ayaklarda Konstrüksiyon Modellemesi, G.Ü. Tek. Fak. Politeknik Dergisi, c 2, s 1-2, Ankara.

ASTM-D 143-83 1983 Standard Methods of Testing Small Clear Specimens.

BAKIR, K., 1999: Elbise Dolapları Ve Yurtlarda Kullanılan Öğrenci Dolaplarının Fonksiyonelliğinin İncelenmesi, 1.Uluslararası Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı, H.Ü. Mesleki Teknoloji. Y.O., s.371-382, Ankara.

BURDURLU, E., 1995: Mobilya Endüstrisinde İş Etüdü Uygulamaları Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Fen Bilimleri Enst. Doktora Tezi, İstanbul.

ÇOLAKOĞLU, G., GÜLER, C., 1996: Kızılcım (Pinus Brutia Ten.) Kontrplakların Çekme – Makaslama Ve Eğilme Direncine Levha Kalınlığı, Tutkal Türü Ve Ön Presleme İşleminin Etkisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Cilt: 46, Sayı: 2, s.183 – 191, İstanbul.

DEVANTIER, B., 1999: Quality Characteristics Of Furniture And Assesment With The Aid Of Standardized Test Methods, 1.Uluslararası Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı, H.Ü. Mesleki Tekn. Y.O., s.179-185, Ankara.

EFE, H., 1994: Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.

ENGLESSION, T., 1973 Zusammenfassung Der Untersuchungen vor Einigen Spanplatten Eigenchaften im Schwedischen Holzforschungsinstitut 52, Stocholm, Sweden.

GÜRAY, A., KILIÇ, M., 2001: Kama Dışı Köşe Birleştirmelerde Ağaç Türü Ve Dış Tipinin Diyagonal Çekme Direncine Etkileri, G.Ü. Fen Bilimleri Enst. Dergisi, Cilt: 14, No: 4, s.1317-1325, Ankara.

ISO 6237 1987 Adhesives – Wood to wood Adhesive Bond Determination of Shear by Tensile Loading.

KASAL, A., 1998: Masa Ayak Kayıt Birleştirmelerde Köşe Takozunun Birleştirme Mukavemetine Etkileri, G.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara

KURTOĞLU, A., KAHVECİ, M., DİLİK, T., 1990: Ahşap Mobilya Ve Yapı Elemanı Üretiminde Kullanılan Birleştirme Őekilleri, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri:B, Cilt:40, Sayı:3, İstanbul.

ÖRS, Y., EFE, H., 1999: Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Boy, En ve "T" Birleştirmelerinde Farklı Kavela Türlerinin Mekanik Davranış Özellikleri, 1.Uluslararası Mobilya Kongresi Bildiri Kitabı, H.Ü. Mesleki Tekn. Y.O., s.491-510, Ankara.

ÖRS, Y., EFE, H., 1988: Mobilya ( Çerçeve Konstrüksiyon ) Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri, Dođa – Tr. J. Of Agriculture and Forestry, 22, 5.21 – 27, Ankara.

ÖZÇİFTÇİ, A., 1995: Yonga Levha ile Hazırlanan Mobilya Köşe Birleőtirmelerine ait Mukavemet Özelliklerinin Araőtırılması, G.Ü. Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

PFINGSTEN, O., H. 1985: Techinsches Zeichnen für Høhberufe, Sxhroedel Schulbuchverlag GmbH, s: 51-71, Hannover.

TS 3634, 1981 Odun Lifi Levhaları-Deney parçası Boyutlarının Ölçülmesi, TSE, Ankara.

TS 4539, 1985 Ahşap Birleştirmeler - Kavelalı Birleştirme Kuralları, TSE, Ankara.

ZHANG, J. L., ECKELMAN, C., A., 1993: The Bending Moment Resistance of Single – Dowel Corner Joints in Case Construction, Forest Product Journal, Vol: 43, No: 6, p: 19 – 24.

ZHANG, J. L., ECKELMAN, C., A., 1993: Rational Design of Multi – Dowel Corner Joints in Case Construction, Forest Product Journal, Vol: 43, No: 11/12, p: 52 – 58.