

CERÇEVE KONSTRÜKSİYONLU MOBİLYA "T" BİRLEŞTİRMELERİNDE FARKLI KAVELA TÜRLERİNİN MEKANİK DAVRANIŞ ÖZELLİKLERİ

Doç.Dr. Hasan EFE*

ÖZET

Denemeler, mobilya çerçeve konstrüksiyon uygulamalarında yaygın kullanım alanı olan "T" birleştirmelerin çekme direnci ve rasyonel kavela tipini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Dene örnekleri sarçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayın (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus borealis* L.) odunlarından hazırlanmış ve kavellalarla kavela deliklerine polivinilasetat (PVAc) tutkallı süzülükten sonra birleştirilmiştir. Boyları 36 ve 48 mm, çapları 8 ve 10 mm, gövdeleri düz ve yivli olmak üzere kayın odunundan elde edilen kavellalar kullanılmıştır.

Üç farklı odun türü, 8 farklı kavela tipinden oluşan 12'yerli örneklem grupları halinde olmak üzere toplam 288 numune, statik yük uygulanarak çekme direnci deneyleri yapılmıştır. Düzenlenen varyans analizi sonuçlarına göre, birleştirmelerin direnci üzerinde kavela yüzey tipinin etkisi önemsiz çıkmıştır. Odun türleri, kavela boy ve çapları ile bunlara ait etkileşimlerin işlem ortalamaları en küçük önemli fark (LSD) testiyle karşılaştırılmıştır.

Odun türleri arasında direnç sıralaması meşe, kayın ve çam şeklinde çıkmıştır. 36 mm boyundaki kavellalar 48 mm boyundaki kavellalara göre daha mukavemetli bulunmuştur. 36 mm boyundaki kavellalardan çapı 8 mm olanlar çamda, 10 mm olanlar ise kayın ve meşede daha başarılı olmuştur.

MECHANICAL BEHAVIOR OF DIFFERENT DOWEL TYPES ON FRAME CONSTRUCTION OF FURNITURE "T" JOINTS

ABSTRACT

Tests were carried out to determine the tensile strength and the type of rational dowel of "T" joints which are used frequently on frame construction of furniture. Specimens were constructed of yellow pine (*Pinus sylvestris* L.), beech (*Fagus orientalis* L.) and oak (*Quercus borealis* L.) and were assembled with dowels and gap fillings polivinil acetat

* G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Öğretim Üyesi

(PVAc) adhesive. The plain and groove dowels were used and constructed of beech wood and measured 8 and 10 mm diameter, by 36 and 48 mm long.

A total of 288 specimens that included three different wood and 8 different dowel types with a number of 12 example groups were tested for tensile strength under static load. In case of the results of varians analysis an effect of dowel type on the strength of joints was not obtained different. The test of least significant difference (LSD) were used for comparison of average values among of wood types, dowel long and dowel diameters with their interreactions.

According to the results of test; the strength were carried out in order a performance among of wood types oak, beech and pine. The dowels of 36 mm long were better than the dowels of 48 mm long. The dowels which contained 36 mm long and 8 mm diameter were successful than other on the pine woods and the dowels which contained 36 mm long and 10 mm diameter were successful on the beech and oak woods.

GİRİŞ

Mobilya konstrüksiyon tasarımında kullanıcının yanısıra, teknik ve ekonomi odaklı talepler söz konusu edilmektedir. Mobilyanın işlevi, boyutları ve güvenli kullanımı gibi nesnel talepler yanında, renk, doku, özgün biçim gibi öznel istekler daha çok kullanıcılar tarafından gündeme getirilebilecek hususlardır. Mobilya malzemesinin ve konstrüksiyonunun direnci ile standartlar ve yapım işlemleri üretim odaklı teknik gereklerdir. Maliyet ve kazanç konuları ise ekonomi merkezli taleplerdir (1).

Konstrüksiyon tasarımı açısından mobilya genellikle çerçeve, kutu ve kabuk tipi olmak üzere üç yapı grubunda incelenmektedir. Genel yapısı itibarıyla masif çubuk ve kayıtlardan oluşan çerçeve, tablaların ağırlık kazandığı kutu, her ikisinin birlikte kullanıldığı durumda kombine olup, plastik mobilyalarda görülen üçüncü yapı grubu ise kabuk konstrüksiyon olarak değerlendirilmektedir (2).

Çerçeve tipi konstrüksiyonların mekanik davranış özellikleri, çerçeve çubukları yada kayıtları ile bu elemanları birbirine bağlamada uygulanan birleştirme tekniklerine bağlı bulunmaktadır. Mobilya konstrüksiyonunda yer alan elemanların üzerlerine gelen çekme, basma, makaslama, eğilme ve döndürme yüklerine karşı koyacak boyutlarda oldukları kabul edilse bile, mobilyanın sağlamlığı bakımından birleştirme elemanlarının kararlılığı önem taşımaktadır (2).

Modern mobilya konstrüksiyonunda kavelalı birleştirmeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Kavela olarak adlandırılan ahşap çubukların boyutları, gövde biçimi, birim uzunluktaki sayıları diğer faktörlerle birlikte birleştirmenin sağlamlığı üzerinde etkili olmaktadır.

Kayın (*Fagus orientalis* L.) odunları üzerinde PVAc tutkallı ve mekanik bağlantı sağlayan mobilya bağlantı elemanları kullanılarak yapılan çekme, eğilme ve makaslama deneyleri sonuçlarına göre; kavelalı, zıvanalı, minifix ve multifixli masif çerçeve birleştirmelerde özel bağlantı elemanlarının kavelalı ve zıvanalı birleştirmelere göre daha başarılı oldukları belirtilmektedir (2).

Tutkal ve kavela yüzey türleri için teorik hesaplamalarda farklı değerler önerilmektedir (3). Beyaz çam (*Pinus strobus*), şeker akçaağacı (*Acer saccharum* L.) ve meşe (*Quercus borealis* L.) odunları üzerinde PVAc tutkalı kullanılarak huş (*Betula lutea*) odunu kavelaları ile yapılan çalışmada, kavela deliğinin yüzey kalitesi üzerinde, delme işlemi sırasında delikten çıkan yonga kalınlığı ile kesicinin devir hızının etkili olduğu devir hızının birleştirme mukavemetini yonga kalınlığından daha fazla etkilediği, kesici devir sayısı, odunda olan yanıklar, düz ve yivli kavela şekilleri arasında önemli bir fark ortaya çıkmadığı bildirilmiştir (4).

Meşe (*Quercus borealis* L.) odunları üzerinde huş (*Betula lutea*) odunundan elde edilen kavelalar ile yapılan deneylerde, sıkıştırılmış kavelanın en başarılı sonucu verdiği, yivli kavelanın ise düz kavelaya göre daha dirençli olduğu belirtilmiştir (5).

Kavak (*Populus*) odunları üzerinde değişik birleştirme türlerinin denendiği çalışmada birleştirme mukavemetinin, teknik açıdan önemli 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 ilâde edilmiştir (6).

Meşe (*Quercus borealis* L.) odunları üzerinde üreforme edilmiş tutkalı kullanılarak 8, 10, 12 mm çapında huş (*Betula lutea*) odunundan elde edilen kavelalarla yapılan "T" tipi masif çerçeve birleştirme eğilme deneylerinde, kavela sökülme direncinin birleştirme mukavemeti üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (7).

Şeker akçaağacı (*Acer saccharum*) meşe (*Quercus borealis*) ve kavak (*Populus*) odunları üzerinde piyasadan elde edilen kavelalar ile yapılan tek kavelalı çekme ve eğilme deneyleri sonuçlarına göre kavela çapı direnç üzerinde doğrudan etkilidir. Kavela boyunun ise en fazla 50 mm'ye kadar etkili olacağı, kavela çapı ile direnç arasında ise doğrusal bir ilişki bulunduğu, diğer şartlar eşit olmak üzere, tek kavelalı "T" tipi

birleştirmenin "T" tipi boy birleştirmeye oranla çekme mukavemetinde % 70 oranında daha avantajlı olacağı belirtilmiştir (8).

Meşe (*Quercus borealis*) ve şeker akçaağacı (*Acer saccharum*) odunları üzerinde aynı odunlardan elde edilen çift kavelalar ve PVAc tutkalı ile yapılan "T" tipi birleştirmelerin eğilme direnci deneylerinde eğilme momenti ile birleştirmenin direnci arasında doğrusal bir ilişki bulunmuştur (9).

Şeker akçaağacı (*Acer saccharum*) odunları ile aynı malzemeden elde edilen 60 mm boyunda, 9,5 mm çapında kavelalarla, üretilmiş tutkalı kullanılarak yapılan çift kavelalı "T" tipi birleştirmelerin yorulma direnci deneylerinde; birleştirmenin yorulma limiti (fatigue limit) statik mukavemetinin 1/6'si kadar bulunmuştur. (10)

Putlama birleştirme konusunda Kauri (*Agathis dammara*) odunları ile yapılan deneylerin sonuçlarına göre; zımparalanmış odun yüzeylerinde direncin azaldığı, 0,125-1,5 mm kalınlığındaki tutkal film tabakaları arasında maksimum direncin 0,75 mm kalınlıkta elde edileceği, epoxy tutkalı ile yapılan birleştirmenin resorsin tutkalı ile yapıldan iki kat daha başarılı olacağı bildirilmiştir (11).

Düzlem yüzey dışı kavelalı birleştirmelerin esnekliği ve mukavemeti ile ilgili olarak, ceviz (*Juglans*) odunları üzerinde şeker akçaağacı (*Acer saccharum* L.) kavelaları kullanılarak yapılan eğilme deneyi sonuçlarına göre; düzlem yüzey çerçevesi "T" tipi birleştirmeler, düzlem yüzey dışı "T" tipi birleştirmelerden 14 defa daha az dirençli bulunmuştur (12)

Kevalalı birleştirmelerin mekanik davranış özellikleri konulu çalışmada; meşe (*Quercus borealis* L.) odunları üzerinde PVAc tutkalı kullanarak ve kayın (*Fagus borealis* L.) odunundan hazırlanan boyları 15-40 mm arasında farklı 6 tip, çapları 8-10 mm arasında iki tip, spiral ve yivli kavelalarla, boy ve "T" tipi kavelalı birleştirme çekme deneylerinde; boy birleştirme "T" birleştirmenin daha başarılı bulunmuş kavelada boy ve çap arttıkça direncinde artacağı bildirilmiştir (13).

Masif köşe ve orta tabla birleştirmelerinde tabla kalınlığı 20 mm kavela boyu 35 mm ise bu uzunluğun 20 mm'si taşıyıcı tablada 15 mm'inde karşı tablada olması önerilmiştir (14).

Farklı odunlar üzerinde, değişik kavela tipleri ile yapılan deney sonuçlarına göre; kavela özelliklerinin birleştirmenin direncini diğer birleştirme elemanlarından daha fazla etkileyeceği kavelalar arası uzaklık ile kavela çap ve boyunun gerekenden fazla artırılmasının direncin azalmasına neden olduğu belirtilmiştir (15).

Bu çalışmada çerçeve konstrüksiyonlu mobilyalarda yaygın olarak uygulanan "T" tipi birleştirmelerde farklı kavela türlerinin mekanik davranış özellikleri araştırma konusu seçilerek en uygun kavela tipinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

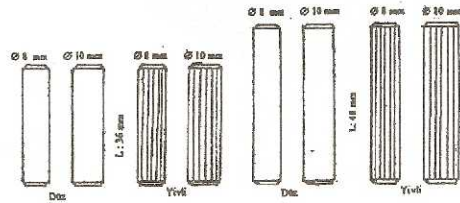
2.MATERYAL METOD

2.1. Ağaç malzeme

Denemelerde ağaç malzeme olarak mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yorli ağaç türlerinden ikinci sınıf sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus borealis* L.) odunları kullanılmıştır. Piyasadan "Rasgele Seçim" (Randomly Selected) yöntemi ile temin edilen keresteler 60x120x400 mm ölçülerinde biçildikten sonra havalandırılan ve direk güneş ışığı almayan bir ortamda aralarında göknaar latalar konularak 1 sene süre ile istiflenmiştir. Daha sonra 20 ± 2 °C sıcaklık % 65 ± 5 bağıl nem şartlarındaki iklim odasında denge rutubetine ulaşmaya kadar bekletilmişlerdir.

2.2. Kavela

Kavelalar uygulamada düz yada yivli gövdeli, değişik çap ve boylarda kullanılabilir. Denemelerde boy, çap ve gövdeleri farklı TS 4539 da belirtilen özelliklerde kayın odunundan hazırlanan kavelalar ile piyasada rasal olarak temin edilebilir olmak üzere toplam 576 adet kayın kavela kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Çekme Deneylerinde Kullanılan Kavela Örnekleri

2.3. Tutkal

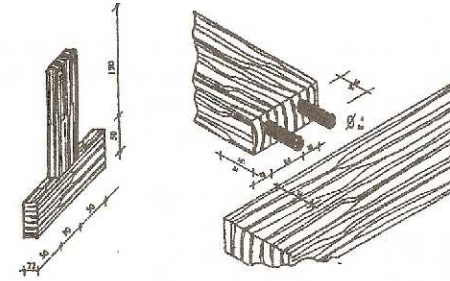
Kavela ve kavela deliklerine polivinilasetat (PVAc) tutkalı uygulanmış, kavelalar dışındaki birleşme yüzeylerinde yapışma olmaması için iki yüzey arasına yağlı kağıt konulmuş.

tutkallama işlemlerinde firma önerilerine ve ISO 6237 de belirtilen esaslara uyulmuştur. PVAc tutkalı, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu, odunu boyamaması ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi özellikleri nedeniyle mobilya endüstrisinde yaygın kullanım alanı bulmaktadır.

2.4. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya kavelalı "I" birleştirme denemeleri için TS 4539 ve TS 4648 de belirtilen esaslara uygun olarak 288 adet numune hazırlanmıştır. Deney örneklerinin rutubetleri için TS 2471 de belirtilen esaslara uyulmuştur (Şekil 2).

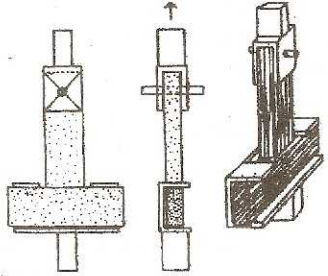
Deneylerde kullanılan numunelere ait bir örneğin şekli ve kavela uygulama ölçüleri Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Deney Örneği ve Kavela Uygulama Ölçüleri (mm)

2.5. Deney Metodları

Deneyler, 4 tonluk Üniversal Deneme makinesinde ISO 6237, BSI 6949 ve ASTM- D 1037 de belirtilen esaslara uyularak ve basınç kolonunda 2 mm/dak. hız sağlanan statik yüklemelerle yapılmıştır. (Şekil 3).



Şekil 3. Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya "T" Birleştirme Çekme Deneyi Düzeni

Her deney elemanı için defleksiyon anındaki maksimum yük (F_{max}) makine göstergesinde okunmuş ve kuvvetin tesir ettiği alan (A) olmak üzere kavela çekme direnci (τ):

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

çiftliğinden hesaplanmıştır.

Kavelalı Tutkalı Birleştirmelerde, kuvvetin tesir ettiği alan (A):

$$A = n (\pi \cdot D \cdot L) \quad mm^2 \quad \text{olup} \quad (2)$$

burada:

n : Kavela sayısı

D : Kavela çapı (mm)

L : Karşı elemandaki kavela boyu (mm) dir.

2.6. Teorik Mukavemet Hesapları

Teorik mukavemet hesaplarında maksimum yük;

$$F_{max} = 0.834 D \cdot L \cdot (0.95 F1 + F2) \quad a \cdot b \cdot c \quad (N/mm^2) \quad \text{alınmaktadır.} \quad (3)$$

burada;

D : Kavela çapı (mm)

- L: Kavela etkili boyu (mm)
- F1: Deney Malzemesinin Liflere Paralel Makaslama Direnci (N/mm^2)
- F2: Kavela Malzemesinin Liflere Paralel Makaslama Direnci (N/mm^2)
- a: PVAc tutkalı için düzeltme katsayısı, 0.9
- b: Kavela açıklığı-tutkal payı-PVAc için, 0.82
- c: Kavela yüzeyi faktörü, düz yüzey için: 1.0, yivli yüzey için 0.9 alınmıştır (3).

2.6. Deneme Deseni

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya kavelalı "T" birleştirmelerini temsil etmek üzere 3 odun türü üzerinde 8 farklı kavela tipi ile oluşturulan 12'şerli kavela birleştirme örneklem grupları çekme deneylerine tabi tutulmuştur. Denemeler sonunda (12x8x3) 288 ölçüm yapılmış, en alt ve en üst değerler atıldıktan sonra toplam 240 ölçüm sonucuna göre her bir birleştirme tipinin dirençlere etkisindeki farklılık çoklu varyans analizi ile belirlenmiş, farklılıkların anlamlı çıkması halinde, bu farklılıkların birleştirme tipleri arasındaki önemi için I.SD testi kullanılmıştır. Kavelalı "T" birleştirme çekme deneylerinden elde edilen veriler ile deneme deseni Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Elemanları Çekme Deneyleri Deneme Deseni ve Verileri (N/mm²)

AĞAÇ MALZEME TÜRLERLİ	KAVELA BOYU 18 x 18 = 36 mm				KAVELA BOYU 24 x 24 = 48 mm				
	Ø 8 mm		Ø 10 mm		Ø 8 mm		Ø 10 mm		
	Düz	Yivli	Düz	Yivli	Düz	Yivli	Düz	Yivli	
ÇAM	1	4,201	2,322	1,951	2,575	1,944	3,109	2,323	2,024
	2	3,093	3,763	1,814	2,266	1,529	2,612	2,422	1,825
	3	3,657	3,874	3,274	2,086	1,741	2,902	2,866	2,919
	4	3,823	4,092	2,920	1,771	2,259	2,488	3,019	1,958
	5	3,605	3,045	2,880	2,654	2,446	2,863	2,654	2,621
	6	3,047	1,158	1,903	3,053	2,929	2,985	2,853	2,489
	7	3,876	3,825	2,654	2,345	2,895	3,109	2,355	2,256
	8	3,844	3,219	3,018	3,142	2,944	2,777	2,322	2,522
	9	3,321	3,456	3,853	3,319	2,818	3,192	2,488	2,607
	10	3,262	3,354	3,103	2,876	2,529	3,902	3,621	2,189
Art. Ort	X	3,292	3,357	2,856	2,608	2,541	2,873	3,192	2,348
KAYIN	1	3,544	2,937	3,982	3,407	2,756	2,819	3,189	2,909
	2	2,491	3,211	3,586	3,186	2,736	2,322	1,823	2,057
	3	3,327	2,905	3,717	3,672	2,529	3,067	2,256	3,222
	4	3,946	4,026	4,288	5,044	2,756	2,983	2,386	1,856
	5	3,483	3,434	3,496	3,186	2,695	2,736	2,687	2,754
	6	3,371	30,44	3,407	3,805	2,861	2,057	2,621	2,389
	7	3,105	3,322	3,717	4,203	2,329	2,853	1,825	2,654
	8	3,546	3,371	4,159	2,873	2,695	2,903	2,222	2,621
	9	3,153	3,153	4,292	3,407	2,446	2,819	2,687	2,389
	10	3,374	30,41	3,083	4,425	2,488	2,685	2,446	2,555
Art. Ort	X	3,344	3,242	3,843	3,800	2,645	2,756	2,318	2,339
MEŞEKİ	1	3,342	2,992	4,159	3,319	3,399	3,482	3,189	3,132
	2	4,973	2,821	4,601	3,085	3,731	3,193	2,256	2,455
	3	3,321	4,031	3,884	4,047	3,689	2,819	2,631	1,423
	4	3,621	3,041	3,054	3,673	3,275	3,027	3,451	3,455
	5	3,374	3,481	3,407	3,643	3,399	2,777	3,745	3,621
	6	3,105	3,321	3,982	3,894	2,900	3,273	3,318	2,953
	7	3,766	3,264	3,451	3,496	3,689	2,695	3,122	2,588
	8	4,422	3,481	3,761	3,085	3,275	3,109	2,087	3,152
	9	3,655	3,373	3,319	3,407	3,524	2,405	2,251	2,654
	10	3,601	3,652	2,965	3,673	2,828	3,802	3,587	3,284
Art. Ort	X	3,696	3,373	3,708	3,729	3,316	3,868	2,725	2,783

BULGULAR

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya kavelalı "T" birleştirme deneylerinde elde edilen veriler Tablo 2'de, birleşiminin çekme direncine etkilerine ilişkin olarak düzenlenen "Varyans Analizi" sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Buna göre, ağaç türü, kavela boy ve çaplarının kavelalı "T" birleştirme çekme direncine etkileri önemli, bu faktörlerle birlikte kavela yüzey tipinin 4'lü etkileşimleri önemsiz çıkmıştır.

Tablo 2: Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Deneme Sonuçlarına İlişkin İstatistikler (N/mm²)

AĞAÇ MALZEME TÜRLERLİ	KAVELA BOYU 18 x 18 = 36 mm				KAVELA BOYU 24 x 24 = 48 mm				
	Ø 8 mm		Ø 10 mm		Ø 8 mm		Ø 10 mm		
	Düz	Yivli	Düz	Yivli	Düz	Yivli	Düz	Yivli	
ÇAM	1 Arık. Ort	3,3919	3,3570	2,6569	2,6085	2,5415	2,8739	2,5922	2,3489
	Stan. H.	0,1868	0,1567	0,1753	0,1572	0,1138	0,0743	0,0797	0,1120
	Stan. Sap	0,5906	0,4954	0,5543	0,4970	0,3600	0,2350	0,2521	0,3543
	Örn. Vary	0,3488	0,2454	0,3072	0,2470	0,1296	0,0552	0,0635	0,1255
	Değ. Gen	2,1080	1,7700	1,4600	1,5480	1,2030	0,7040	0,6970	1,0940
	Min	2,0930	2,3220	1,8140	1,7710	1,7410	2,4880	2,3220	1,8250
	Max	4,2010	4,0920	3,2740	3,3190	2,9440	3,1920	3,0190	2,9190
	Adet	10	10	10	10	10	10	10	10
	Gu. Sa(95%)	0,4225	0,3544	0,3965	0,3555	0,2575	0,1681	0,1803	0,2534
	KAYIN	1 Arık. Ort	3,2441	3,2427	3,8452	3,8009	2,6451	2,7568	2,3188
Stan. H.		0,1006	0,1348	0,0997	0,1834	0,0432	0,0680	0,1008	0,0936
Stan. Sap		0,3182	0,4263	0,3152	0,5959	0,1365	0,2150	0,3186	0,2961
Örn. Vary		0,1012	0,1817	0,0993	0,3551	0,0186	0,0462	0,1015	0,0877
Değ. Gen		1,6550	1,6130	0,8650	1,8580	0,4150	0,7450	0,8620	0,8960
Min		2,4910	2,6500	3,4070	3,1860	2,4400	2,3220	1,8250	1,8580
Max		3,5460	4,2630	4,2920	5,0440	2,8610	3,0670	2,6870	2,7540
Adet		10	10	10	10	10	10	10	10
Gu. Sa(95%)		0,2276	0,3049	0,2255	0,4263	0,0976	0,1538	0,2279	0,2118
MEŞEKİ		1 Arık. Ort	3,6969	3,3735	3,7080	3,7295	3,3165	2,9683	2,7257
	Stan. H.	0,1234	0,1314	0,1492	0,1023	0,1397	0,0992	0,1424	0,1100
	Stan. Sap	0,5799	0,4155	0,4718	0,3216	0,4417	0,3139	0,4503	0,3478
	Örn. Vary	0,3363	0,1726	0,2226	0,1047	0,1951	0,0985	0,2027	0,1210
	Değ. Gen	1,8680	1,4890	1,6370	1,1510	1,4510	1,0770	1,2620	0,9620
	Min	3,1050	2,8210	2,9650	3,3190	2,2800	2,4050	2,1890	2,4220
	Max	4,9730	4,3100	4,6020	4,4700	3,7310	3,4820	3,4510	3,3840
	Adet	10	10	10	10	10	10	10	10
	Gu. Sa(95%)	0,4149	0,2972	0,3375	0,2315	0,3159	0,2245	0,3221	0,2488

Tablo 3: Varyans Analizi Tablosu

Kullanılan Değişkenler				
FAKTÖRLER	: TEKERRÜR	Seviyesi 1	-	10
Faktör A	: AĞAÇ TÜRÜ	Seviyesi 1	-	3
Faktör B	: KAVELA BOYU	Seviyesi 1	-	2
Faktör C	: KAVELA ÇAPı	Seviyesi 1	-	2
Faktör D	: KAVELA TİPİ	Seviyesi 1	-	2

Varyasyon Kaynağı	Serbest. Derece	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesapl. F	Tablo Değeri % 5	Tablo Değeri % 1	Sonuç
Tabanlar	9	1.446	0.161	0.971	1.750	2.180	ns
Ağaç Türü : A	2	9.570	4.835	29.214	3.000	4.610	**
Kavela Boyu : B	1	29.724	29.724	179.587	3.840	6.630	**
A * B	2	3.663	1.831	11.065	3.000	4.610	**
Kavela Çapı : C	1	1.587	1.587	9.591	3.840	6.630	**
A * C	2	3.632	1.816	10.973	3.000	4.610	**
B * C	1	1.727	1.727	10.433	3.840	6.630	**
A * B * C	2	5.709	2.855	17.248	3.000	4.610	**
Kavela Tipi : D	1	0.105	0.105	0.632	3.840	6.630	ns
A * D	2	0.343	0.171	1.035	3.000	4.610	ns
B * D	1	0.055	0.055	0.331	3.840	6.630	ns
A * B * D	2	0.022	0.011	0.067	3.000	4.610	ns
C * D	1	0.000	0.000	0.002	3.840	6.630	ns
A * C * D	2	1.159	0.580	3.502	3.000	4.610	*
B * C * D	1	0.126	0.126	0.764	3.840	6.630	ns
A * B * C * D	2	0.278	0.139	0.839	3.000	4.610	ns
Hata	207	34.261	0.166				
Genel	239	93.508	0.391				

ns = Önemsiz
 * = Önemli ($\alpha = 0.05$)
 ** = Önemli ($\alpha = 0.01$)

4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Kavellah "I" birleştirmelerin direncine ağaç türlerinin etkisi % 1 hata olasılığı için farklı olup, LSD : 0.127 kritik değeri için sıralama meşe, kayın ve çam şeklindedir.

Kavela boy ve çaplarının birleştirmenin direnci üzerindeki etkileri % 1 hata olasılığı için farklı, kavela yüzey tipinin etkisi ise önemsiz çıkmıştır. LSD : 0.103 kritik değeri kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalarda boyu 36 mm olan kavela, 48 mm olandan, çapı 8 mm olan ise 10 mm olan kavelandan daha olumlu sonuç vermiştir. Bunlara göre gerekenden uzun ve geniş çaplı kavela ile yapılan birleştirmenin, direnci olumlu etkilemeyeceği söylenebilir.

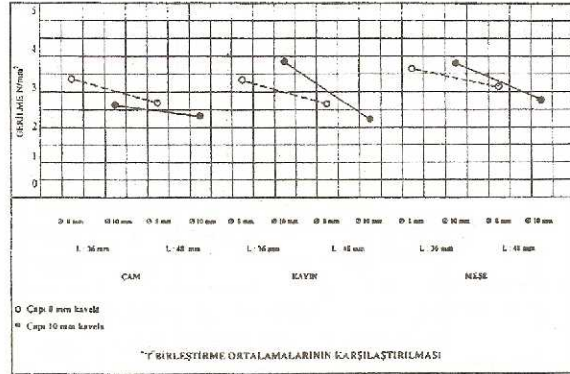
Ağaç türü - kavela boyu etkileşiminde, LSD : 0.179 kritik değeri ile yapılan karşılaştırmada kayın ve meşe odunları çam'a göre daha dirençli çıkmıştır.

36 mm'lik kısa boylu kavellalar için LSD : 0.179 değeri ile yapılan değerlendirmede çamda 8 mm'lik kavellalar daha fazla direnç göstermiş, kayın ve meşede ise kavela çapları arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

Kavela boyu - kavela çapı etkileşiminde, LSD : 0.146 kritik değeri ile yapılan karşılaştırmada her iki çap için 36 mm'lik kavellalar, 8 mm çaplı kavellalar için 48 mm'lik kavellalar daha dirençli bulunmuş, 36 mm'lik kavellalar için iki çap arasındaki fark önemsiz çıkmıştır.

Ağaç türü - kavela boyu - kavela çapı üçlü etkileşiminde, LSD : 0.253 değeri kullanılarak yapılan karşılaştırmada 36 mm boy ve 8 mm çapındaki kavellalar için ağaç türleri arasındaki fark istatistiksel anlamda önemsiz çıkmış, aynı boydaki 10 mm çaplı kavellalarda ise kayın ve meşe odunları çam odununa göre daha mukavemetli, kayın ve meşe odunları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. 48 mm boy ve 8 mm çapındaki kavellalarda meşe odunu daha dirençli çıkmış, çam ve kayın odunları arasındaki fark önemsiz bulunmuştur. Aynı boydaki 10 mm çapındaki kavellalarda çekme direnci değerlerine göre yapılan sıralama meşe, çam ve kayın şeklindedir. Ağaç türleri bakımından ise 36 mm boy ve 8 mm çaplı olanlar daha dirençli bulunmuştur.

Ağaç türü - kavela çapı - kavela yüzey tipi etkileşimleri için LSD : 0.253 değeri kullanılarak yapılan karşılaştırmalarda; çam odunları için 8 mm çapındaki yivli kavellalar, meşe odunları için 8 mm çaplı düz yüzeyli kavellalar daha fazla direnç göstermişlerdir. Deneylere ait işlem ortalamalarına karşılaştırılması Şekil 4'de, bunların hesaplanan değerlerle karşılaştırılması ise Tablo 4'de verilmiştir.



Şekil 4: Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Çekme Deneyleri İşlem Ortalamalarının Karşılaştırılması (N/mm²)

Tablo 4: Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Deney Sonuçlarının Hesaplanan Değerlerle Karşılaştırılması (N/mm²)

Ağac Türleri	Kavala Boyu	Kavala Çapı	Kavala Tipi	Deney Ort.	Hesap	Fark	Sd
ÇAM	L ₁ : 36 mm	Ø 8 mm	Düz	3.393	2.286	1.107	0.5906
			Yivli	3.357	2.057	1.300	0.4954
	L ₂ : 48 mm	Ø 8 mm	Düz	2.657	2.453	0.204	0.5543
			Yivli	2.609	2.209	0.400	0.4970
		Ø 10 mm	Düz	2.542	2.479	0.063	0.3600
			Yivli	2.874	2.232	0.642	0.2350
KAYIN	L ₁ : 36 mm	Ø 8 mm	Düz	3.244	2.539	0.705	0.3182
			Yivli	3.243	2.285	0.958	0.4263
	L ₂ : 48 mm	Ø 8 mm	Düz	3.845	2.725	1.120	0.3152
			Yivli	3.801	2.433	1.348	0.5759
		Ø 10 mm	Düz	2.645	2.754	-0.109	0.1365
			Yivli	2.757	2.479	0.278	0.2150
MEŞE	L ₁ : 36 mm	Ø 8 mm	Düz	3.697	2.627	1.070	0.5799
			Yivli	3.374	2.263	1.111	0.4155
	L ₂ : 48 mm	Ø 8 mm	Düz	3.708	2.819	0.889	0.4718
			Yivli	3.729	2.537	1.192	0.3236
		Ø 10 mm	Düz	3.316	2.849	0.467	0.4417
			Yivli	2.968	2.564	0.404	0.3139
Ø 10 mm	Düz	2.726	2.881	-0.155	0.4503		
	Yivli	2.784	2.593	0.191	0.3478		

5. ÖNERİLER

Çerçeve konstrüksiyonlu kavelalı "T" birleştirmeli mobilyaların tasarımı aşamasında ağaç malzemenin birleştirmedeki direncine etkisi bakımından öncelik sıralaması meşe, kayın ve çam odunları şeklinde olabilir. Kavela boyu olarak üç odun türünde de 36 mm, kavela çapı olarak çam odunlarında 8 mm, kayın ve meşede ise 10 mm çaplı kavelalar tercih edilebilir. Ayrıca meşe gibi halkalı traheli ağaç türü odunlarında diiz, çam gibi iğne yapraklı ağaç türü odunlarında yivli kavela kullanılması önerilebilir.

ŞEKİLLER LİSTESİ

- Şekil 1. *Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Çekme Deneylerde Kullanılan Kavela Örnekleri*
- Şekil 2. *Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Deney Örnekleri ve Kavela Uygulama Ölçüleri (mm)*
- Şekil 3. *Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Çekme Deneyi Düzeni*
- Şekil 4. *Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Çekme Deneyleri İşlem Ortalamalarının Karşılaştırılması N/mm²*

TABLOLAR

- Tablo 1. *Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Elemanları Deneme Deseni ve Verileri (N/mm²)*
- Tablo 2. *Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Deneme Sonuçları İstatistikleri (N/mm²)*
- Tablo 3. *Varyans Analizi Tablosu*
- Tablo 4. *Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı "T" Birleştirme Deney Sonuçlarının Hesaplanan Değerlerle Karşılaştırılması N/mm²*

KAYNAKLAR

1. ALBIN, R., Kalite Güvencesi Bağlamında Mobilya Tasarımı ve Konstrüksiyonu, I.Ulusal Mobilya Kongresi, Ankara, 1997, Bildiri Kitabı, 3.
2. ÖRS, Y., EFE, H., Mobilya-Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri, 1996 Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22 (1998) 21-27.
3. ECKELMAN, C.A., Strength Design of Furniture, Tim-Tech Inc., W.Lafayette, Indiana, 1978, 105-119.
4. ROBERT, J. AND HOYLE, JR., Effect of Boring Speed and Feed Rate on the Strength of Glued Dowel Joints in Tension, Forest Products Journal, (10) 1956, 387-393.
5. NEARN, W.T. and CLARKE, J.T., Dowel Joints Strength, Forest Products Journal, (11), 1958, 326-329.
6. RICHARDS, D.B., High-Strength Corner Joints for Wood, Forest Products Journal, (9) 1962, 413-418.
7. AOKI, T., KOJIMA A. and UGAMA, S., The Strength of Dowel Joints, Tech.Note 68. Bulletin of Industrial Arts Institute, 1963, Tokyo.
8. ECKELMAN, C.A., Engineering Concepts of Single-Pin Dowel Joints Design, Forest Products Journal, (12) 1969-52-60.
9. ECKELMAN, C.A., Bending Strength and Moment-Rotation Characteristic of Two-Pin Moment-Resisting Dowel Joints, Forest Products Journal, (3) 1971, 35-39.
10. ECKELMAN, C.A., The Fatigue Strength of Two-Pin Moment-Resistance Dowel Joints, Forest Products Journal, (4) 1970, 43-48.
11. SASAKI, H., Mc ARTHUR, E., GOTTSTEIN, J.W., Maximum Strength of End-Grain to End Grain Butt Joints, Forest Products Journal, (2) 1973, 48-54.
12. ECKELMAN, C.A., Out-of-Plane Strength and Stiffness of Dowel Joints Forest Products Research Society, 29 (8) 1979, 32-38.
13. FURUSAWA, T., Mechanical Behavior of Dowel Joints, Uni.Of Politechnic Paper, Aihara, Kanagawa, 1988.
14. REDDING, R., Fachstufe Holztechnik Technologie, Veralg Handwerk und Technik G.m.b.H., Lademannbogen 135, 2000 Hamburg 63, 1984, 98-99.

15. JANG, S., Mechanical Characteristics of Dowel Joints Under Cyclic Loads, *Mogjue Ganghak-Journal of the Korean Wood Science and Technology*, (4) 1995, 91-97.
- TS 4499 Ahşap Birleştirmeler-Terimler, Tanımlar, Nisan 1985.
- TS 4559 Ahşap Birleştirmeler-Kavaklı Birleştirme Kuralları
- DIN 68150 Holzdübel, Form und Nennmaße
- ISO 6237 Adhesives-Wood to Wood Adhesive. Bond Determination of Shear Strength by Tensile Loading
- TS 4892 Ahşap Birleştirmeler-Boy Birleştirme Kuralları
- TS 4648 Ahşap Birleştirmeler-En Birleştirme Kuralları