

MOBİLYA EN BİRLEŞTİRMELERDE AĞAÇ MALZEME RUTUBET ORANININ KAVELA ÇEKME DİRENCİNE ETKİSİ

Hasan EFE*

Selçuk DEMİRCİ**

Levent GÜRLEYEN***

ÖZET

Bu çalışmada, kavelalı mobilya en birleştirmelerde ağaç malzeme rutubetinin çekme direncine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Sarıçam (Pinus sylvestris Lipsky.), Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky.) ve meşe (Quercus borealis Lipsky.) odunlarından hazırlanan toplam 60 adet kavelalı numune üzerinde, BSI 6948'de belirtilen esaslara uyularak statik yükleme ile çekme direnci deneyleri yapılmıştır.

Deney sonuçlarına göre, en yüksek çekme direnci %8 rutubetli oranında Doğu kayınında, en düşük ise %13 rutubetteki sarıçamda elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mobilya birleştirmeler, kavelalı birleştirmeler, çekme direnci, rutubet oranı, en birleştirmeler.

THE EFFECT OF WOOD MOISTURE TO TENSILE STRENGTH OF SIDE TO SIDE DOWEL JOINTS FOR FURNITURE

ABSTRACT

These tests are proposed to determine the effect of wood moisture content to tensile strength of side to side dowel joints for furniture. The experiments static load and tensile strength are made on the dowel samples prepared by 60 scotch pine (Pinus sylvestris Lipsky.), Beech (Fagus orientalis Lipsky.) and Oak (Quercus borealis Lipsky.) woods in total by following the fundamentals stated in BSI 6948.

According to the test results, the highest value of tensile strength have been obtained on the oak wood with 8 % moisture content and the lowest value of tensile strength have been obtained on the scotch pine with 13 % moisture content.

Key words : Furniture joints, dowel joints, tensile strength, moisture content, side to side joints.

*Doç.Dr.Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü.

**Arş.Gör.Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü.

***Uzman.Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü.

1-GİRİŞ

Mobilya üretiminde kullanılan ağaç malzeme teknik ve estetik bakımdan üstün özelliklere sahiptir. Özgül ağırlığına oranla direnci birçok malzemeden yüksek olup, alet ve makinelerle kolay işlenebilmekte, buna karşılık heterojen, anizotrop, higroskopik ve organik bir malzeme olması mobilya tasarımında kısıtlamalara, uygulamada ise güçlüklerle neden olmaktadır.

Odun higroskopik sınırlar olarak bilinen %0-28 rutubet miktarları arasında hücre çeperine bağlı su kayboldukça selüloz zincirleri birbirine yaklaştığından daralır, aksi durumda selüloz zincirleri arasına su doldukça birbirinden uzaklaşarak genişler. Odunda lif doygunluğu noktası (LDN) altında bu nitelikten doğan olaylara *çalışma* denir. LDN üstünde odunun su alıp vermesi ile boyutları değişmez. Buna göre serbest su alıp vermesi sırasında odun çalışmaz (Örs ve Keskin, 2001:61). Bu durum göz önünde bulundurularak ağaç malzemenin denge rutubeti, kullanılacağı yerin rutubetine uygun olmalıdır.

Konstrüksiyon tasarımı açısından mobilya genellikle çerçeve, kutu ve kabuk tipi olmak üzere üç yapı grubunda incelenmektedir. Çerçeve tipi konstrüksiyonların mekanik davranış özellikleri, çerçeve kayıtları ile bu elemanları birbirine bağlamada uygulanan birleştirme tekniklerine bağlı bulunmaktadır (Efe, 1998:65-74)

Bir mobilya hangi konstrüksiyon tipi ile üretilmiş olursa olsun, elemanlarını amaca uygun olarak bağlamak için, mevcut birleştirme çeşitlerinden biri veya bir kaçını kullanarak üretimi yapılır. Çerçeve konstrüksiyonlu mobilyalarda genellikle "T", boy ve en birleştirmeler uygulanır.

En birleştirmeler, masif parça veya tahtaları yanyana ekleyerek daha geniş tabla elde etmek için kullanılır. Bunlardan yaygın olarak ;

1. Düz birleştirme
2. Lambalı birleştirme
3. Yabancı çıtalı kınışlı birleştirme
4. Kendinden çıtalı kınışlı birleştirme
5. Kavelalı birleştirme
6. Özel freze bıçakları ile açılmış en birleştirmeler kullanılır (TS., 1985).

Sarıçam, Doğu kayını ve meşe odunlarından hazırlanan deney örneklerinde 36 ve 48 mm uzunluk, 8 ve 10 mm çapında yivli ve düz kavelalar ile PVAc tutkalı kullanılarak en birleştirme deneyleri yapılmış; en iyi sonuç, Doğu kayını odun üzerinde 36 mm boyunda ve 10 mm çapındaki kavelalar ile elde edildiği bildirilmiştir (Efe, 1999:377-391).

Düz ve yivli kavelalı en birleştirmelerde çekme dirençleri için farklı katsayılar önerilmiştir (Eckelman, 1978:107-708).

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 50mm'ye kadar etkili olacağı, kavela çapı ile direnç arasında ise doğrusal bir ilişki bulunduğu, diğer şartlar eşit olmak üzere, tek kavelalı "T" tipi birleştirmenin, "I" tipi boy birleştirmeye oranla çekme mukavemetinde %70 oranında daha büyük olacağı belirtilmiştir (Eckelman, 1969:52-60).

Üç farklı odun türü ve dört farklı birleştirme çeşidi kullanılarak 12 grup halinde, toplam 240 örnekte uygulanan çekme ve eğilme direnci deneylerine göre; demonte birleştirmeler sabit birleştirmelere göre daha dirençli çıkmış, odun türleri arasında ise Doğu kayınının daha başarılı olduğu bildirilmiştir (İmirzi, 2000:44).

Meşe (*Quercus borealis*) odunları üzerinde huş (*Betula lutea*) odunundan elde edilen kavelalar ile yapılan denemelerde, sıkıştırılmış kavelanın en başarılı sonucu verdiği, yivli kavelanın ise düz kavelaya göre daha iyi olduğu belirtilmiştir (Near ve Clarke, 1958:326-329).

Sarıçam (*Pinus silvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*) ve meşe (*Quercus borealis L.*) odunlarından hazırlanan deney örneklerinde 36 ve 48 mm uzunluk, 8 ve 10 mm çapında yivli ve düz kavelalar ile PVAc tutkalı kullanılarak "T" birleştirme deneyleri yapılmıştır. En yüksek çekme direnci, odun türleri arasında meşe odununda, kavela boylarına göre ise, 36 mm boyundaki kavelalar ile elde edildiği, 36 mm boyundaki kavelalardan çapı 8 mm olanlar çam odununda, 10 mm olanlar ise kayın ve meşe odununda daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Efe, 1998:123-131).

Kestane (*Castanea sativa Mill.*) ve meşe (*Quercus borealis L.*) odunlarından hazırlanan örneklerde en yüksek kavela çekme direnci; meşede, radyal yönde,

Desmodur – VTKA tutkalı ile elde edilmiştir (Efe ve Demirci, 2000:45-51).

Bu çalışmada; mobilya konstrüksiyonunda uygulanan kavelalı en birleştirmelerde, rutubet oranının ağaç türüne göre çekme direncine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Ağaç Malzeme

Ağaç malzeme olarak mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yerli ağaç türlerinden Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*) ve Meşe (*Quercus borealis L.*) odunları Ankara siteler piyasasından sulamalı halde tesadüfi olarak temin edilmiştir.

2.2. Kavela

Kavela, uygulamada düz ya da yivli gövdeli, değişik çap ve boylarda kullanılabilir. Denemelerde kullanılan düz gövdeli kavelalar, TS 4539'da belirtilen özelliklerde 8 mm çapında kayın odunundan hazırlanmıştır.

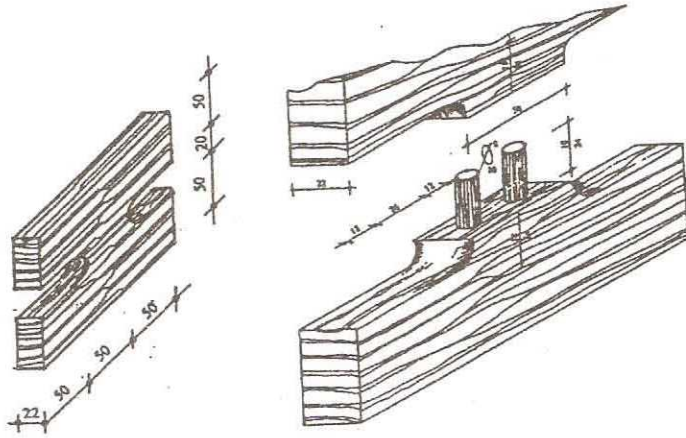
2.3. Tutkal

PVAc tutkalı mobilya endüstrisinde montaj tutkalı olarak kullanılmaktadır. Soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenmesi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi avantajları 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 tutkalanması ve ağaç türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 150 – 200 gr/m² tutkal kullanılması iyi bir birleştirme için yeterli olmaktadır (Örs, 1987:29-34).

PVAc tutkalı TS 3891'de belirtilen esaslara göre yoğunluğu 1,1 gr/cm³, viskozitesi 160-200 cps, pII 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.

2.4. DeneY Örneklerinin Hazırlanması

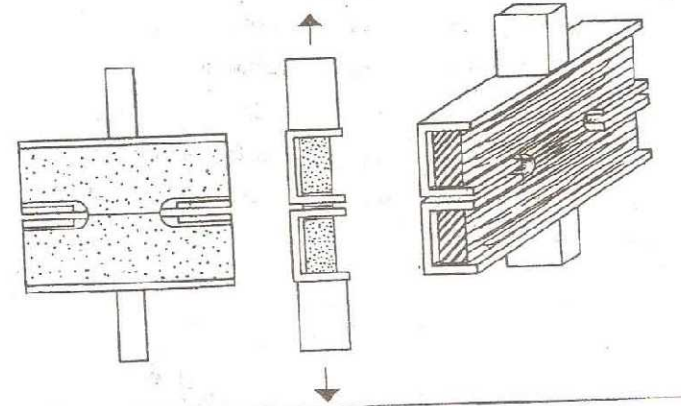
Sarıçam, Doğu kayını ve meşe odunlarından 150 x 45 x 21mm ölçülerinde hazırlanan toplam 72 adet deneY örneği %8 rutubet için; sıcaklığı $25 \pm 2^\circ\text{C}$ - bağıl nemi %45 \pm 3, %13 rutubet için ise; sıcaklığı $25 \pm 2^\circ\text{C}$ - bağıl nemi %70 \pm 3olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmişlerdir. Kavelalara ve kavela deliklerine ortalama 150 gr/m² hesabı ile tutkal sürülmüştür. şekil 1'de denemelerde kullanılan mobilya en birleştirme örneği ve ölçüleri verilmiştir (Efe, 1999:377-391).



şekil 1. Denemelerde kullanılan mobilya en birleştirme örneği (ölçüler mm).

2.5. DeneYin Yapılışı

DeneYler, 4 tonluk Üniversal DeneY Makinesinde BSI 6948' de belirtilen esaslara uyularak ve basınç kolunda 2 mm/dk hız sağlanan statik yüklemelerle yapılmış olup deneY düzeneği şekil 2'de verilmiştir.



şekil 2. Çekme deneY düzeneği (Efe, 1999:377-391).

Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yükün (F) birleştirmenin mukavemet alanına (A) bölünmesi ile çekme gerilmesi (σ),

$$\sigma = F/A \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliliğinden hesaplanmıştır.} \quad (1)$$

$$A = n(\pi \cdot D \cdot L) \quad (2)$$

n: Kavela sayısı

D: Kavela çapı (mm)

L: Karşı elemandaki kavelanın boyu (mm)

2.6 Verilerin Değerlendirilmesi

Birleştirmenin çekme direncine, ağaç türü ve rutubet oranının etkilerini belirlemek için toplam 72 adet numunede çekme gerilmeleri belirlenerek dizilere ait en üst ve en alt değerlerin atılması nedeniyle toplam 60 adet ölçüm değerlendirmeye alınmıştır. Birleştirmelerin çekme direncine ağaç türü ve rutubet miktarının etkilerini belirlemek için çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Varyans kaynaklarının karşılıklı

etkileşimlerinin anlamlı çıkması halinde ($\alpha = 0.05$), farklılıkların hangi birleştirme tipi için önemli olduğu Duncan testi ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Kavelalı mobilya en birleştirme çekme deneylerinden elde edilen veriler ile bu verilerin istatistiksel işlemlerinde kullanılan çok faktörlü deneme deseni Tablo 1.'de, bunlara ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 2.'de verilmiştir.

Tablo 1. Kavelalı en birleştirmelerde çekme direnci ortalama değerleri (N/mm²)

AĞAÇ TÜRÜ	ÇEKME DİRENCİ (N/mm ²)	
	RUTUBET ORANI (%)	
	%8	%13
SARIÇAM	1.99	1.84
	2.05	1.79
	2.04	1.84
	1.99	1.79
	2.09	1.84
	2.04	1.74
	1.99	1.84
	1.94	1.79
	1.99	1.99
	2.44	1.99
DOĞU KAYINI	2.49	2.44
	2.74	2.44
	2.64	2.54
	2.59	2.49
	3.09	2.44
	2.84	2.39
	2.84	2.44
	2.99	2.44
	2.99	2.49
	2.79	2.39
MEŞE	2.44	2.39
	2.54	2.36
	2.59	2.39
	2.39	2.44
	2.54	2.39
	2.49	2.34
	2.69	2.39
	2.54	2.29
	2.49	2.24
	2.56	2.34

Tablo 2. Varyans analizi tablosu

VARYANS KAYNAKLARI	SERBESTLİK DERECEİ	KARELER TOLAMI	KARELER ORTALAMASI	HESAPLANAN F	P<%5
AĞAÇ TÜRÜ (A)	2	4.817	2.408	191.2774	0.0000
RUTUBET (B)	1	6.896	0.896	71.1979	0.0000
A x B	2	0.087	0.044	3.4679	0.0383
HATA	54	0.680	0.013	-	-
TOPLAM	59	6.481	-	-	-

Varyans analizi sonuçlarına göre kavela çekme direncine, ağaç türü, rutubet miktarı ve ikili etkileşimlerde ağaç türü - rutubet miktarı etkileri istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur ($p<5$).

Ağaç türü, rutubet miktarı ve ağaç türü - rutubet miktarına ait karşılaştırma sonuçları Tablo 3, 4 ve 5'de verilmiş, ağaç türü - rutubet miktarına ait özetlenmiş değerler ise Şekil 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3. Ağaç türüne göre karşılaştırma sonuçları

AĞAÇ TÜRÜ	ÇEKME DİRENCİ (N/mm ²)	
	X	HG
SARIÇAM	1.958	C
DOĞU KAYINI	2.629	A
MEŞE	2.447	B

LSD ± 0.07229

Ağaç türüne göre çekme direnci en yüksek Doğu kayını odunu, en düşük sarıçamda elde edilmiştir.

Tablo 4. Rutubet miktarına göre karşılaştırma sonuçları

RUTUBET (%)	ÇEKME DİRENCİ (N/mm ²)	
	X	HG
8	2.467	A
13	2.223	B

LSD ± 0.05902

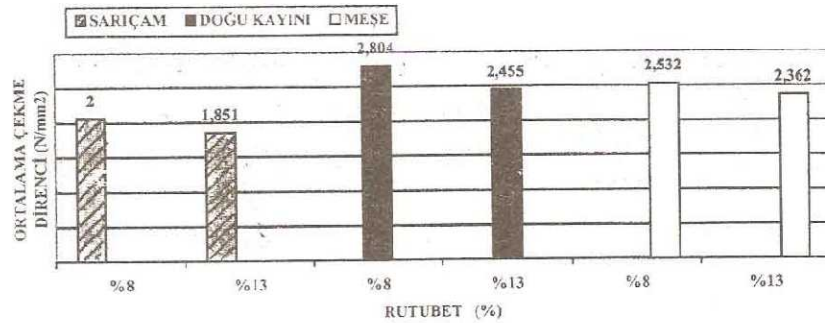
Tabloya göre en iyi sonuç %8'lik rutubet miktarında elde edilmiştir.

Tablo 5. Ağaç türü - rutubet miktarına göre karşılaştırma sonuçları

AĞAÇ TÜRÜ	RUTUBET (%)	ÇEKME DİRENCİ (N/mm ²)	
		X	HG
SARIÇAM	8	2.066	D
	13	1.851	E
DOĞU KAYINI	8	2.804	A
	13	2.455	BC
MEŞE	8	2.532	B
	13	2.362	C

LSD ± 0.1022

Buna göre çekme direnci; en yüksek %8 rutubette Doğu kayınında, en düşük ise %13 rutubette sarıçamda elde edilmiştir.

Şekil 3. Ağaç türü - rutubet miktarına göre çekme direnci değerleri (N/mm²)

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ağaç türleri arasında en yüksek çekme direnci Doğu kayını odunu (2.629 N/mm²), en düşük ise sarıçam odununda (1.958 N/mm²) elde edilmiştir. Bu durum kayın odunun homojen yapıda, trahe sayısının fazla, lümen boşluğunun dar ve özgül ağırlığının yüksek olmasından, sarıçam odununun ise hücre çeperlerinin ince lümenlerinin geniş ve özgül ağırlığının düşük olmasından kaynaklanabilir (Örs ve Keskin, 2001:61)

Rutubet miktarına göre en yüksek direnç %8 rutubet oranında elde edilmiştir. Bu durum hücre çeperindeki selüloz moleküllerince tutulan H₂O moleküllerinin, tutkal moleküllerinin nüfuz etme kabiliyetini azaltarak tutkalin kendi molckülleri (kohczyon) ve selüloz molekülleri ile kuracağı bağın (adezyon) zayıflamasından kaynaklanmış olabilir.

Ağaç türü - rutubet miktarı ikili etkileşimine göre çekme direnci; en yüksek %8 rutubette Doğu kayını, en düşük %13 rutubette sarıçam odununda elde edilmiştir.

Dency sonuçları literatürdeki çalışmalarla uyumludur (Efe, 1999:377-391). Ayrıca rutubet artışının ağaç malzemece, mekanik direnç özelliklerini düşürdüğü bildirilmiştir (Örs ve Keskin, 2001:61).

Bu sonuçlara göre, mobilya en birleştirmelerde Doğu kayını odunu kullanılarak birleştirmenin çekme direnci artırılabilir. Ayrıca fiziksel kuruma yapan tutkallar ile yapıstırılacak masif ağaç malzemelerde rutubet arttıkça yapışma direncinin azalacağı söylenebilir. Nem kürlenmeli tutkallar kullanılarak ağaç malzeme rutubetinin kavla çekme direncine etkisi araştırılabilir.

5. KAYNAKLAR

Örs, Yalçın ve Keskin, Hakan (2001), *Ağaç Malzeme Bilgisi*, KOSGEB, Ankara, s. 61.

Efe, Hasan (1998), "Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Boy Birleştirmelerde Farklı Kavala Türlerinin Mekanik Davranış Özellikleri", *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, Cilt: 1, Sayı: 1-2, s.65-74.

TS. 4499 (1985). *Ahşap Birleştirmeler Terimler, Tanımlar*, T.S.E. Ankara.

Efe, Hasan (1999), "Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya En Birleştirmelerde Rasyonel

Kavela Tasarımı”, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt: 12, No: 2, s.377-391.

Eckelman, Carl Albert (1978), *Strength Desing Of Furnature*. Tim Tech, Inc. 303 Nort, 350 West Road West Lafayette, Indiana, 47906, Usa, s.107-108.

Eckelman, Carl Albert (1969), “Engineering Concepts Of Single-Pin Dowel Joints Design”, Forset Product Journal, Cilt: 12, s.52-60.

İmirzi, Hasan Özgür (2000), Çerçeve Konstrüksiyonlu Masif Mobilya “T” Birleştirmelerinde Mekanik Özellikleri, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, (Yüksek Lisans Tezi), Ankara, s.44.

Near, W.T ve Clarke, J.T (1958), “Dowel Joints Strength”, Forest Products Journal, Cilt: 11, s.326-329.

Efe, Hasan (1998), “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya “T” Birleştirmelerinde Farklı Kavela Türlerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, G.Ü. Endüstriyel Sanatlar Eğitimi Fakültesi Dergisi, Cilt: 6, Sayı: 6, s.123-131.

Efe, Hasan ve Demirci, Selçuk (2000), “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı Birleştirmelerde Ağaç Türü Tutkal Çeşidi ve Kesit Şeklinin Çekme Direncine Etkileri”, G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi, Cilt: 3, Say: 4, s.45-51.

TS. 4539 (1985), *Ahşap Birleştirmeler-Kavelalı Birleştirme Kuralları*, T.S.E. Ankara.

Örs, Yalçın (1987), *Kama Dişli Bileştirmeli Masif Ağaç Malzemedede Mekanik Özellikler*, Yardımcı Ders Kitabı, K T.Ü. Orman Fakültesi, s.29-34.

TS. 3891 (1983), *Yapıştırıcılar P:V.A. Esaslı Emilsiyon, Terimler, Tanımlar*, T.S.E.,Ankara

BSI 6948 (1989), *Mechanically Fastened Joints İn Timber And Wood-Based Materials*, BSI.

