

KUTU KONSTRÜKSİYONLU SABİT VE DEMONTE MOBİLYA KÖŞE BİRLEŞTİRMELERDE ÇEKME DİRENCİ

Hasan EFE*
Ali KASAL**

Özet

Bu çalışmada, kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde kullanılan köşe birleştirmelerden; tutkalı (sabit) ve tutkalsız (demonte) birleştirmelerin mukavemet özellikleri araştırılmıştır. Bu birleştirmelerden; kavelalı, kendinden kınışlı, minifix ve multifix çeşitleri kullanılmıştır. Numuneler standart ölçülerinde hazırlanarak çekme deneylerine tabi tutulmuştur. Deney numunelerinde yonga levha (stunta) ve lif levha (MDF), cumba masifleme malzemesi olarak Doğu kayını (Fagus Orientalis Lipsky), tutkallama işlemlerinde ise polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır. Deney sonuçlarına göre lif levhalar, yonga levhalara, tutkalsız birleştirmeler, tutkalı birleştirmelere üstünlük sağlamıştır. Deneylerde en iyi sonucu tutkalsız multifixli köşe birleştirmeler vermiş, ikinci sırayı ise tutkalsız minifixli köşe birleştirmeler almıştır.

Anahtar Kelimeler: Kutu konstrüksiyon, köşe birleştirmeler, kavela, kendinden kınışlı, minifixli ve multifixli birleştirmeler.

TENSION RESISTANCE OF STABLE AND DEMONTABLE CORNER JOINTS IN CASE CONSTRUCTION OF FURNITURE

Abstract

This study was carried out to determine strength characteristics of some corner joints with glue and joints without glue (ready-to-assemble), which are used in production of case type of furniture. Particularly, tongue and groove corner joint (rabbet miter joint), corner joints with minifix and multifix fasteners were used. Specimens were prepared in their standart sizes and tested under tension load. In the specimens which are consisted of particleboard and Medium Density Fiberboard (MDF) and edged with oriental beech (Fagus Orientalis Lipsky) and also polyvinil acetate (PVAc) was used as a glue in the joints. The results of the tests indicated that fiberboard had higher strength than particleboard; also, joints without glue with fasteners were superior to the joints with glue. Corner joints with multifix fasteners gave the best results, joints with minifix fasteners were second degree.

Key Words: Case construction, corner joints, dowel, tongue and groove, minifix and multifix 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

1. GİRİŞ

Hızlı nüfus artışı, yoğunlaşan iş hayatı ve ekonomik şartların giderek zorlaşması sonucu çağımız insanının yaşamına egemen olan hareketlilik ve konfor kavramları eşya kültürüne de yansımaktadır. Toplumun sosyo-ekonomik yapısındaki gelişmelere paralel olarak geleneksel eşya kültüründen modern eşya kültürüne doğru bir yönelme gözlenmektedir. Bu yönelmede bir çok faktörün yanı sıra ileri teknoloji ürünü bazı araç gereçler de etkili olmuştur. Diğer yandan ağaç malzeme kaynaklarının sınırlı olması buna karşılık insan yaşamında vazgeçilmez yeri bulunan mobilyaya olan talebin yüksekliği ahşap esaslı odun kompozitleri olarak anılan tabakalı (yongalı veya lifli) malzemelerin üretilmesini sağlamıştır (Efe, 1992:319-339).

Konutlarda veya işyerlerinde kullanılan mobilyalar, kullanım yerine göre doğrudan veya dolaylı olarak çeşitli zorlamalar ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu zorlamalar mobilyayı oluşturan elemanlar ile bunların bağlantı yerlerinde basma ve çekme yüklerine dönüşmektedir. Yükün etkisine göre mobilya köşe birleştirme yerlerinde veya elemanlarında açılma, eğilme yada kırılma gibi deformasyonlar meydana gelmektedir.

Mobilyada meydana gelen deformasyon durumuna göre mobilyalara sağlamlık özelliğini kazandırmak için, tasarım ve üretim sürecinde çeşitli konstrüksiyonlar uygulanmaktadır.

Mobilya endüstrisinde üç temel konstrüksiyon çeşidi yaygın olarak uygulanmaktadır. Üretimde tablaların kullanıldığı mobilyalar kutu, masif çerçevelerin yer aldığı çerçeve, her iki malzeme grubunun yer aldığı mobilyalar ise kombine konstrüksiyonlu olarak tanımlanmaktadır (Efe, 1992:319-339).

Kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde uygulanan önemli köşe birleştirme çeşitleri; kavelalı, kınışlı, lambalı birleştirmeler ile metal, metal-plastik bağlayıcılar ve özel mobilya bağlantı elemanlarıdır.

Bu çalışmada yonga ve lif levhalar ile yapılan kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelerinden; kavelalı, kendinden kınışlı (lambalı) gibi geleneksel birleştirmelerle minifixli, ve multifixli birleştirmeler gibi mekanik-dönüşümlü (demonte) bağlantı sağlayan statik çekme yükleri karşısında maksimum direncini sağlayacak en uygun birleştirme çeşidinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ahşap levhaların soket vida tutma yetenekleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre ahşap levha türlerinin soket-vida tutma mukavemeti üzerine, özgül ağırlığın doğru orantılı etkisi bulunmuştur. Soket-vida bakımından ise vida uygulama boyu, diş sayısı, diş yüksekliğinin doğru, diş adımı aralığının ters orantılı etkisi olduğu belirtilmiştir (Efe, 1992:319-339).

Yonga levhalar üzerinde tek kavelalı köşe birleştirme elemanlarında basma ve çekme deneylerinde kavela çapı ve kavela boyu arttıkça direncinde arttığı tespit edilmiştir (Zhang ve Eckelman, 1993:19-24).

Yonga levhada farklı sayıda kavela ile köşe birleştirme için çekme ve basma deneylerinde numune genişlikleri ve kavelalar arası mesafeler değiştirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre iki kavela arası mesafenin 7,5 cm olması halinde en yüksek dirence ulaşılacağı bildirilmiştir (Zhang ve Eckelman,1993:52-58).

Kavelalı yabancı çıtalı ve lambalı birleştirmeli numunelere çekme ve basma testi uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre kavelalı birleştirme en iyi sonucu verirken yabancı çıtalı birleştirmenin ikinci sırada yer aldığı belirtilmiştir (Özçifçi, 1995).

Mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında uygulanan geleneksel ve alternatif birleştirmelerin mekanik özelliklerini araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre esnek birleştirme sağlayan alternatif bağlantı elemanlarıyla yapılan birleştirmeler, rijit birleştirme sağlayan geleneksel tutkalı birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur (Örs ve Efe, 1998:21-27).

Lif levha ve yonga levha ile oluşturulan "L" tipi köşe birleştirme numunelerinde sırasıyla 2, 3, 4, ve 5 'li kavela dizilerinin basma ve çekme dirençleri araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre lif levhalar, yonga levhalara, 8 mm çaplı kavelalar 10 mm çaplı kavelalara üstünlük sağlamıştır. Yonga levhalarda yivli yüzeyli, lif levhalarda düz yüzeyli kavelalar daha başarılı bulunmuştur. Denemeler sonucunda kavela adedindeki artışın çekme direncinde artışa, basma direncinde ise azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Efe, 1998).

Dört değişik köşe takozu birleştirme tipi, üç ayrı farklı genişlikte köşe takozu ve iki bağlantı türü kullanılarak toplam 120 adet numuneye eğilme testinin uygulandığı çalışmanın sonunda, dönüşümlü mekanik bağlantı sağlayan soket-vidalı (demonte) birleştirmeler, rijit birleştirme sağlayan tutkalı birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur (Örs ve Diğerleri, 1999).

Yonga levha ve lif levhalar üzerinde "L" tipi tabla köşe birleştirme numuneleri, farklı boy ve çaplarda mobilya bağlantı vidaları ile 9,5 mm çaplı 35 mm boyundaki ahşap levhaları 1'den 32'ye kadar artan sayılı dizilerle basma deneylerine alınmıştır. Deney sonuçlarına göre eğilme mukavemeti, bağlayıcı alanların artışına bağlı olarak düzenli şekilde artmaktadır. Belli bir noktadan sonra mukavemet artışı olmamaktadır. Bağlantıyı sağlayan vidaların boyu çaplarından daha fazla direnç üzerinde etkili olmaktadır. Birleştirmede kullanılan tutkalın birleştirmenin direnci üzerindeki etkisi, levhanın kendi tutkalının yapışma etkisinden daha fazla olmaktadır (Wan-Quan ve Eckelman, 1993:93-95).

3. METARYAL VE METOT

3.1. Ağaç malzeme

Ahşap levhaların kenarları Türk Standartlarında özellikleri verilen I. sınıf Doğu kayını odunu (*Fagus Orientalis* Lipsky) ile masiflenmiştir (TS 801, 1991).

Mobilya üretiminde tabla olarak kullanılan yonga ve lif levhaların kenar masiflenmesinde kayın odunu yaygın olarak kullanılmaktadır. Kayın kolay işlenen

aşınmaya ve sürtünmeye dayanıklı bir malzemedir. Masif mobilya ve parke döşemelerinde de geniş kullanım alanı bulmaktadır.

3.2. Yonga levha

Deney örnekleri (TS 180 Tadil 1991/ 12) standartlarına uygun 25 mm kalınlığında genel amaçlar için üretilmiş yatık yongalı levhadan hazırlanmıştır.

Yonga levha odun ve odunlaşmış bitkilerden üretilen belirli özelliklerdeki yongaların çeşitli yapıştırıcı maddeler ile tutkalanması ve bunların basınç ve sıcaklık etkisinde preslenmesi ile üretilen bir malzemedir.

3.3. Lif levha

Deney örnekleri (TS 64, 1984)' de belirtilen esaslara uygun olarak üretilmiş lif levhalar kullanılarak hazırlanmıştır.

Lif levhalar, odunlaşmış liflerin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak ve yapıştırıcı madde ilavesi ile biçimlendirilmesi sonucu elde edilen levhalardır (Şanır ve Zorlu, 1980).

3.4. Kayın kaplama

Yonga ve lif levhadan hazırlanan deney numunelerinin yüzeyleri kayın kaplama ile kaplanmıştır.

Kaplama; soyma, kesme ve biçme metotlarından biri ile elde edilen ve kalınlığı 0.6 - 8 mm arasında değişen ince ağaç levhalardır (Zorlu, 1991).

3.5. Kavela

Kavela genellikle sert ağaçlardan değişik biçim ve boyutlarda hazırlanabilen ve ahşap mobilya birleştirmelerinde kullanılan uçları pahlı ince çubuklardır. Bu çalışmada 10 mm çapında 35 mm boyunda yivli gövdeli (TS 4539, 1980)'da belirtilen özelliklerde kayın odunundan hazırlanan kavelalar kullanılmıştır.

3.6. Tutkal

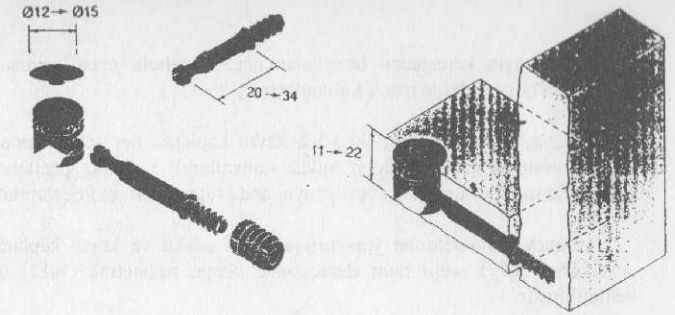
Bu çalışmada tutkallı elemanların birleştirilmesinde polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır. PVAc tutkalı soğuk olarak kullanılması, çabuk setleşmesi, kolay sürülmesi, kokusuz ve yanmaz olması sebebiyle mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yonga ve lif levha yüzeylerinin kaplama ile kaplanmasında kullanım kolaylığı ve teknolojik üstünlükleri nedeniyle üretilen (ÜF) tutkalı tercih edilmiştir.

3.7. Bağlantı Elemanları

3.7.1. Silindirik – Eksantrik Bağlantı Elemanı (Minifix)

Merkezden kaçırılmış noktaların meydana getirdiği kavisli bir çizgiden oluşan silindirik bir elemanın bir ucu vidalı diğer ucu özel form veya şekilli bir başka elemanı sıkması esasına göre çalışan galvanizli metal yada çeşitli alaşımlardan yapılan bağlantı gereçleridir. Denemelerde kullanılan bir örneği Şekil 1' de verilmiştir (Efe, 1994).



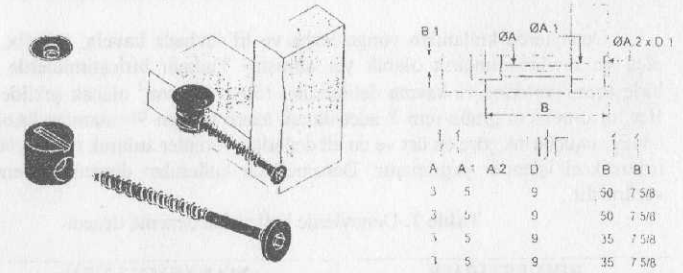
Şekil 1. Minifix çok amaçlı bağlantı elemanı (Ölçüler mm)

Eksantrik sıkmalı silindirik bağlantı elemanının (minifix), Türkiye'de üretilen tipleri kalitesiz olduğu için denemeler, İtalya'dan ithal edilen tipleri ile denemeler yapılmıştır. Minifix bağlantı elemanı soket vidalı türleri temsil etmek üzere deneylere alınmıştır. Malzeme çelikten yapılmış olup kaliteli bir nikelaj ile yüzeyleri kaplanmıştır.

3.7.2. Çok amaçlı bağlantı elemanı (Multifix)

Özellikle ayak-kayıt ve tabla köşe bağlantılarında kullanılan ve bir vida ile stoplayıcı karşılığından oluşan galvanizle kaplı metal bağlantı elemanlarıdır.

Multifix tipi bağlantı elemanlarında stoplayıcı soketler farklı olabilmektedir. Şekil 2' de görülen tiplerde soket sadece stoplama yaparak vidanın gerilmesine karşı koymaktadır. Soketli bağlantı elemanları (M5 - M6 - M8 , 3/16" - 1/4" - 5/16") ölçülerinde üretilmektedir (Efe, 1994).



Şekil 2. Multifix çok amaçlı bağlantı elemanı (Ölçüler mm)

Deneylerde kullanılan çok amaçlı mobilya bağlantı elemanı multifix Türkiye'de üretilen sabit stoplamalı türleri temsil etmektedir. Malzeme çelikten yapılmış olup, düz kısımları hafif nikelajlıdır.

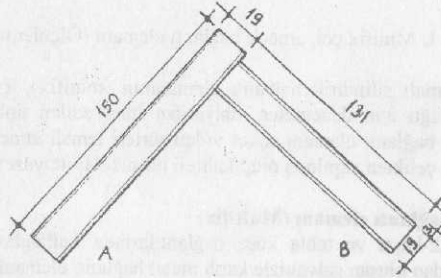
3.8. Deney Numunelerinin Hazırlanması

Bu çalışmada (TS 180, Tadil 1991/12) göre üretilmiş 18 mm kalınlığında yatık yongalı levha ile (TS 64, 1984)'e göre üretilmiş 18 mm kalınlığında lif levha (MDF) kullanılmıştır. Numunelerin genişlik ölçüsü (ASTM-D 143-83, 1983) esaslarına göre belirlenmiştir. Yonga levhadan hazırlanan deney numuneleri net 7 mm kalacak şekilde

1'ci sınıf kayın keresteden hazırlanan masif çıtalarla masiflenmiştir. Lif levhadan hazırlanan numunelerde masif kullanılmamıştır.

Deney numunelerinin iki yüzü kayın kaplama ile sıcak preste $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ de $1,5 \text{ kg/cm}^2$ basınçta ürefoomaldehit tutkallı kullanılarak 5 dakika preslenmiştir. Preslenen numunelerin soğutulması iki yüzeyi aynı anda soğuyacak şekilde yapılmıştır.

Deney numunelerine yapıştırılan masif çıtalar ve kayın kaplamalar $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta $\%65 \pm 5$ bağıl nem derecesinde denge rutubetine ($\%12$) ulaşınca kadar bekletilmiştir.



Şekil 3. A-B elemanlarından oluşan deney numunesi (Ölçüler mm)

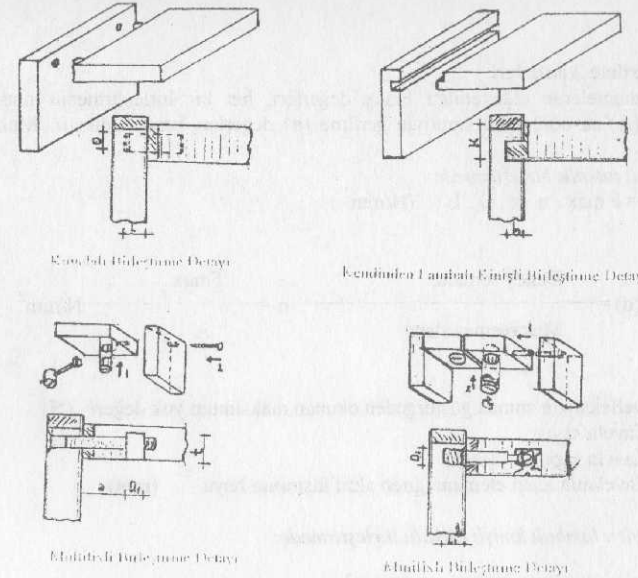
Her bir deney numunesi, iki levha parçası ile bunları birbirine bağlayan; tutkallı kavelalı, tutkallı kendinden kınışlı (lambalı), tutkallı ve tutkalsız kavela+ minifix, kavela + multifix birleştirme çeşitleri kullanılarak hazırlanmıştır (Şekil 3).

Deneylerde kullanılan yonga levha ve lif levhada kavela, minifix, multifix, tür ölçü ve sayıları simetrik olarak yer almıştır. Tutkallı birleştirmelerde tutkal PVAc birleştirme yerlerine ve kavela deliklerine, $150 \pm 10 \text{ gr/m}^2$ olacak şekilde sürülmüştür. Her bir örneklem grubu için 8 adet olmak üzere toplam 96 numune hazırlanmış olup, deney sonuçlarına göre en üst ve en alt değerleri verenler atılarak toplam 80 adet veri ile istatistiksel işlemler yapılmıştır. Denemelerde kullanılan deneme deseni Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneylerde kullanılan deneme deseni

BİRLEŞTİRME ÇEŞİDİ	MALZEME TÜRÜ		TOPLAM
	YONGA LEVHA	LİF LEVHA	
KAVELALI	8	8	16
LAMBALI KİNIŞLI	8	8	16
MINİFİX+KAVELA	8	8	16
MULTİFİX+KAVELA	8	8	16
TUTKAL+MINİFİX+KAVELA	8	8	16
TUTKAL+MULTİFİX+KAVELA	8	8	16
TOPLAM	48	48	96

Denemelerde kullanılan birleştirmelere ait detaylar ve perspektifler Şekil 4' de verilmiştir.



Şekil 4. Birleştirmelere ait detay ve perspektif görüntüleri

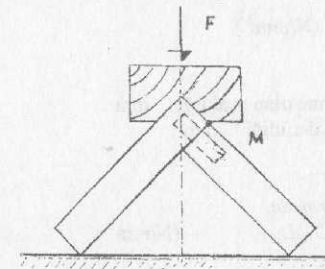
3.9. Kondisyonlama İşlemi

Numuneler deney öncesinde, $20 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem ortamına ayarlı iklimlendirme cihazında denge rutubetine ($\%12$) gelinceye kadar bekletilmişlerdir. Son altı saat aralık ile yapılan ölçümlerde değişmez ağırlığa ulaşan numuneler, gruplar halinde denemelere alınmıştır. Ağırlık ölçümleri 0.001 gr duyarlıklı analitik terazi ile yapılmıştır. Bu işlem için (ISO 6237, 1987) ve (TS 2471, 1976)'de belirtilen esaslara uyulmuştur.

3.10. Deneme Metotları

Deneyler, 3 tonluk Seidner eğilme cihazında, basınç kolonunda 2 mm/dk hız sağlanan statik yüklemelerle (ISO 6237, 1987)'de belirtilen esaslara göre yapılmıştır.

Çekme deney düzeneği Şekil 5' de gösterilmiştir.



Şekil 5. Çekme deneyi düzeneği

3.11. Gerilme Analizleri

Denemelerde elde edilen F_{max} değerleri, her bir birleştirmenin mukavemet alanları (A)'na bölünmek suretiyle gerilme (σ) değerleri hesaplanmıştır. Mukavemet alanları;

* *Kavelalı tutkallı birleştirmede:*

$$\text{Gerilme} = F_{max} / n \cdot \pi \cdot D \cdot L \quad (\text{N/mm}^2) \quad (1)$$

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{\text{Deney sonucu}}{\text{Mukavemet alanı}} = \frac{F_{max}}{A} \quad \text{N/mm}^2$$

Burada :

F_{max} :Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N)

n :Kavela sayısı

D :Kavela çapı (mm)

L :Kavelanın karşı elemana giren aktif kısmının boyu (mm)

* *Kendinden lambalı kınışlı tutkallı birleştirmede:*

$$(\sigma) = F_{max} / 2 \cdot (W \cdot h) + (W \cdot K) \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2)$$

h :Lamba boyu (mm)

k :Numunenin kalınlığı (mm)

w :Numunenin genişliği (mm)

* *Kavelalı tutkalsız Minifix mekanik birleştirmede:*

$$(\sigma) = F_{max} / n \cdot (\pi \cdot D_1 \cdot L_1) \quad (\text{N/mm}^2) \quad (3)$$

n :Soket-vida sayısı

D :Soket-vida çapı (mm)

L :Soket-vida boyu (mm)

* *Kavelalı tutkalsız Multifix mekanik birleştirmede:*

$$(\sigma) = F_{max} / n_2 \cdot (a \cdot t) \quad (\text{N/mm}^2) \quad (4)$$

n_2 :Multifix soket sayısı

a :Soketin birleştirme yüzeyine olan uzaklığı mm

t :Soketin kayıt içerisindeki derinliği mm

* *Kavelalı tutkallı Minifix birleştirmede:*

$$(\sigma) = F_{max} / n \cdot (\pi \cdot D \cdot L) + n_1 \cdot (\pi \cdot D_1 \cdot L_1) \quad (\text{N/mm}^2) \quad (5)$$

n :Kavela sayısı

D :Kavela çapı mm

L :Kavelanın karşı kısma giren aktif kısmı mm

n_1 :Soket sayısı

D_1 :Soket çapı mm

L_1 :Soket boyu mm

* *Kavelalı tutkallı multifix birleştirmede:*

$$(\sigma) = F_{max} / n \cdot (\pi \cdot D \cdot L) + n_2 \cdot (\pi \cdot a \cdot t) \quad (\text{N/mm}^2) \quad (6)$$

n :Kavela sayısı

D :Kavela çapı mm

L :Kavelanın karşı kısma giren boyu mm

n_2 :Soket sayısı

a :Soketin birleştirme yüzeyine uzaklığı

t :Soketin kayıt içerisindeki boyu

3.12. Verilerin Değerlendirilmesi

Kutu tipi mobilyalar üzerinde etkili olan nokta veya yayılı yükler, birleştirme ve elemanlarda çekme gerilmelerine neden olmaktadır. Söz konusu gerilmeler, elemanlardan çok birleştirmeler üzerinde etkili olmakta ve dolayısıyla mobilyaları deforme etmektedir.

Bu çalışmada kutu konstrüksiyonlu tabla köşe birleştirmeler değişik iki ahşap levha türü olan yonga ve lif levhalar üzerinde, tutkallı ve tutkalsız 6 değişik köşe birleştirme çeşidi ile uygulanmıştır. Her bir birleştirme çeşidi için 8'erli gruplar statik yük altında çekme deneyine tabi tutulmuştur.

Denemeler sonunda (2 x 6 x 8) 96 ölçüm sonucu elde edilen verilerden 80'i istatistiksel hesaplamalarda kullanılmıştır. Her bir birleştirme tipinin çekme dirençlerine etkisi çoklu varyans analizi ile belirlenmiş, farklılıkların $\alpha:0,001$ ' e göre anlamlı çıkması halinde bu farklılıkların birleştirme tipleri arasındaki önemi için LSD testi kullanılmıştır.

Denemelerde elde edilen verilerin ortalamaları ile bunlara ait deneme deseni Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Çekme gerilmeleri ortalamaları (N/mm²)

BİRLEŞTİRME ÇEŞİDİ	MALZEME TÜRÜ	
	YONGA LEVHA	LİF LEVHA
KAVELALI	0.236	0.411
LAMBALI KİNIŞLİ	0.201	0.168
MİNİFİX+KAVELA	1.169	1.550
MULTİFİX+KAVELA	2.474	3.730
TUTKAL+MİNİFİX+KAVELA	0.744	1.133
TUTKAL+MULTİFİX+KAVELA	1.037	1.510

4. BULGULAR

Mobilya köşe birleştirmelerinin çekme direncine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

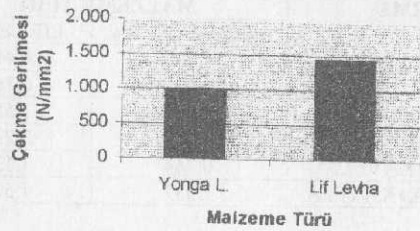
Tablo 3. Köşe Birleştirme "Çekme Direnci"ne Etkilene İlişkin Varyans Analizi.

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplama F	α Tipi Hata İhtimali	Sonuç
Tekerrür	7	0,254	0,151	2,011	0,0907	Ns
Malzeme Türü	1	3,548	3,548	140,632	0,0000	***
Birleştirme Çeşidi	5	66,432	13,286	526,636	0,0000	***
Malzeme Türü x Birleştirme Çeşidi	11	2,919	0,584	23,141	0,0000	***
Hata	385	1,388	0,025	-	-	-
Genel	409	74,541	1,050	-	-	-

NS :Önemsiz,
*** :0,001' e göre anlamlı

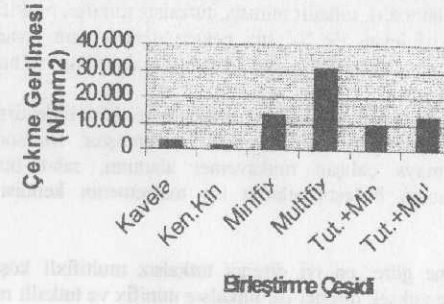
Faktörlerden, malzeme türü, birleştirme çeşidi ve bunların ikili etkileşimlerinin çekme direncine (gerilme analizi) göre etkileri 0,001 hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Malzeme türünün, birleştirmelerin çekme dirençlerine etkilerine ilişkin ortalamaların LSD kritik değeri 0,075 için karşılaştırılması Şekil 6'da verilmiştir.

**Şekil 6.** Malzeme türüne göre çekme direncine ait grafik

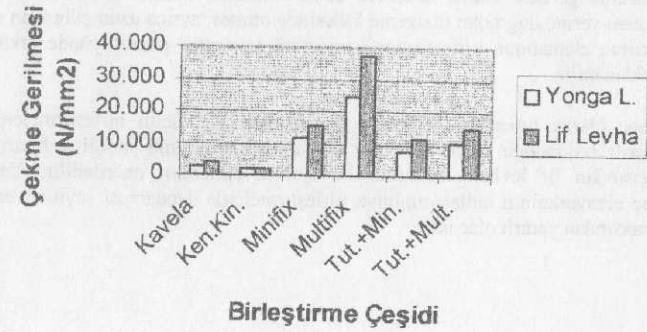
Buna göre, lif levha (MDF), yonga levhalara göre daha başarılı bulunmuştur.

Birleştirme çeşitlerinin çekme direnci üzerindeki etkilerine ilişkin ortalamaların LSD kritik değeri 0,130 için karşılaştırılması Şekil 7' de verilmiştir.

**Şekil 7.** Birleştirme çeşidine göre çekme direncine ait grafik

Birleştirme çeşitlerinden sırasıyla; tutkalsız multifixli köşe birleştirme en yüksek çekme direncini vermiştir. En zayıf çekme direncini ise tutkallı kınışlı köşe birleştirmede elde edilmiştir. Tutkalsız minifixli köşe birleştirme ile tutkallı multifixli köşe birleştirme çekme dirençleri değerleri arasında önemli bir fark yoktur ve tutkalsız multifixli birleştirmeden sonra en yüksek çekme direnci değerlerini vermiştir.

Malzeme türü ve birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin direnci sonuçlarının LSD kritik değeri 0,184 için karşılaştırılması Şekil 8' de verilmiştir.

**Şekil 8.** Malzeme türü, birleştirme çeşidi etkileşimi sonuçları

Malzeme türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimi sonuçlarına göre en iyi direnci, lif levhalı tutkalsız multifixli köşe birleştirme vermiştir. En zayıf değer ise lif ve yonga levhalı kınışlı köşe birleştirmelerde elde edilmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kutu mobilya köşe birleştirme konstrüksiyonunda uygulanan kavelalı, yabancı çitahlı, kendinden kınışlı (lambalı), tutkallı minifix, tutkalsız minifix, multifix birleştirme tekniklerinin, yonga ve lif levha ile 'L' tipi çekme deneylerinin sonuçlarına göre; çekmeye çalışan kuvvetlere karşı lif levha, yonga levhadan daha başarılı bulunmuştur.

Çekme denemeleri sonucuna göre, tutkalsız (demonte) köşe birleştirmeler, tutkallı (sabit) köşe birleştirmelerine göre daha başarılı bulunmuştur. Bu sonuç; zorlama kuvvetlerine karşı koymaya çalışan mukavemet alanının, sabit birleştirmelerde tutkallanan yüzey, demonte birleştirmelerde ise malzemenin kendisi olmasından kaynaklanabilir.

Birleştirme çeşidine göre, en iyi direnci tutkalsız multifixli köşe birleştirme vermiştir. İkinci derecede yüksek direnci ise tutkalsız minifix ve tutkallı multifixli köşe birleştirmeler vermişlerdir. En zayıf direnç kendinden kınışlı (lambalı) köşe birleştirmelerde elde edilmiştir.

Malzeme türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine göre en yüksek çekme direncini lif levhalı tutkalsız multifixli köşe birleştirmeler vermiştir. En zayıf direnç ise her iki levha üzerinde kendinden kınışlı (lambalı) köşe birleştirmelerde elde edilmiştir.

Deney sonuçlarına göre; çekmeye çalışan kuvvetler karşısında belirli birleştirme çeşitleri benzer mekanik davranış göstermişlerdir. Malzeme türleri üzerinde de aynı benzer davranış söz konusudur.

Bu durumda birleştirmelerin direnci üzerinde asıl etken olan değişkenin, birleştirme çeşidi olduğu gözlenmektedir. Multifixli tutkalsız birleştirmenin açık farkla gerek malzeme gerekse yükler üzerinde etkin olmasının nedeni, zorlanmanın tutkal yapışma alanı yerine doğrudan malzeme kitlesinde olması, ayrıca uzun çubuktan oluşan bu birleştirme elemanının birleştirmenin moment kuvvetini pozitif yönde etkilemesi olarak açıklanabilir.

Sonuç olarak tutkalsız (demonte) birleştirmelerin tutkallı birleştirmelere göre daha başarılı bulunduğu ifade edilebilir. Kutu konstrüksiyonlu mobilya tasarımında direnç açısından lif levhalı multifixli birleştirme kullanımı önerilebilir. Yeni tip birleştirme elemanlarının tablalı mobilya birleştirmelerde denemesi sayısal veri elde edilmesi açısından yararlı olacaktır.

KAYNAKLAR

ASTM-D-143-83 Standart Methods of Testing Small Clear Speciments, 1983.

Efe H., "Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket-Vida Tutma Yetenekleri" ORENKO 93. 2. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, K.T.Ü Orman Fakültesi, Trabzon, Bildiri Metinleri ,319-339, 1993.

Efe H., "Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel Ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri", Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1993.

Efe H., "Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı", *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1998.

ISO 6237/DIS, Adhesives-Wood to Adhesive Bonds Determination of Shear Strength by Tensile Loading, 1987.

Örs Y.,Efe H., "Mobilya (Çerçeve Konstrüksiyon) Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri" *Doğa. Tr. of Agriculture and Forestry*, 22-5,21-27,1998.

Örs Y.,Efe H., Kasal A., "Mobilya Masa Ayak-Kayıt Demonte Birleştirmelerde Köşe Takoza Geometrisinin Birleşime Direncine Etkileri", I. Uluslararası Mobilya Kongresi, İ.T.Ü., İstanbul, 1999.

Özçiçi A., "Yonga Levha ile Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerine ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 1995.

Şanıyar N., Zorlu İ., *Ağaç İşleri Gereç Bilgisi*, Milli Eğitim Basımevi, 303, İstanbul, 1980.

TS 2471, Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarının Tayini, TSE, Ankara, 1976.

TS 64, Odun Lifli Levhalar Genel Amaçlar İçin Terimler-Tanımlar, TSE, Ankara, 1984.

TS 180, Yonga Levhalar Yatkı Yongalı Genel Amaçlar İçin, TSE, Ankara, Tadil 1984/01, 1991/11, 1991/12.

TS 4539, Ahşap Birleştirmeler, TSE, Ankara.

TS 801, Kayın Kereste Genel Amaçlar İçin Terimler-Tanımlar, TSE, Ankara, 1991.

Wan-Qian, L., Eckelman C., A., "Effec Of Number Of Fastener On The Strength Of Corner Joints For Cases", *Forest Products Journal*, 48, 1, 93-95 USA, 1981.

Zorlu İ., *Ağaç İşleri Konstrüksiyon Bilgisi Ders Kitabı*, Milli Eğitim Basımevi, Ankara, 1991.

Zhang H.,L.,Eckelman C.,A., "Rational Design of Multi-Dowel Corner Joints in Case Construction", *Forest Products Journal*, 43, 11/12, 52-58 ,USA, 1993.

Zhang H.,L.,Eckelman C.A., "The Bending Moment Resistance of Single Dowel Corner Joints in Case Construction", *Forest Products Journal*, 43, 6, P9, 19-24, USA,1993.