

AYAK-KAYIT BİRLEŞTİRMELERDE KÖŞE TAKOZU VE BİRLEŞTİRME TİPİNİN EĞİLME DİRENCİNE ETKİLERİ

Erol BURDURLU*, Murat KILIÇ, Suat ALTUN

H.Ü. Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü, 06532, Beytepe, Ankara, TÜRKİYE,
burdurlu@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada masa ve sehpa gibi mobilyaların ayak-kayıt birleştirmelerinde uygulanan ayak-kayıt birleştirme ve köşe takozu bağlantı tipinin eğilme direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Amaca yönelik olarak, uygulamada daha çok tercih edilmeleri nedeniyle zıvanalı ve kavelalı olmak üzere iki adet ayak-kayıt birleştirme tipi, kınışlı ve vidalı olmak üzere iki adet köşe takozu bağlantı türü seçilmiştir. Köşe elemanlarının bağlanmasında PVAc tutkalı kullanılmıştır. Eğilme direnci tespiti için ISO 6237 standartına uygun olarak Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky)'ndan 40 adet numune hazırlanmış ve numunelere Seider eğilme cihazında eğilme testi uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre en yüksek eğilme direnci (6,054 N/mm²) kavelalı birleştirmede elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mobilya, mobilya konstrüksiyonu, ayak-kayıt birleştirmeler, köşe takozu

THE EFFECTS OF THE CORNER BLOCK AND THE JOINT TYPE ON BENDING STRENGTH IN THE RAIL TO LEG JOINTS

ABSTRACT

In this study, effects of rail to leg and corner block joint type applied to furniture such as table and coffee table on bending strength were researched. In the direction of the research aim, both secret mortise-tenon and dowel as rail to leg joint, and both dado and screw as corner block joint types were tested. PVAc glue was used for fixing the corner elements. To determine bending strength, 40 samples from beech (*Fagus orientalis* Lipsky) were prepared in accordance with ISO 6237 and bending strength tests were applied to specimens by Seider bending test machine. According to the results of test, highest bending strength was measured with dowel (6.054 N/mm²).

Key Words: Furniture, furniture construction, rail to leg joints, corner block.

1. GİRİŞ

Bir mobilya tasarlanırken üç farklı tasarım alanının dikkate alınması gereklidir. Bunlar; fonksiyonel tasarım, estetik tasarım ve mühendislik tasarımıdır. Fonksiyonel tasarımda mobilyanın işlev analizi,

fonksiyon, form, orantı, renk, doku, uyum, v.b. gibi sanatsal tasarım unsurları çözümlenir. Mühendislik tasarımında ise, mobilyanın güvenilirlik ve sağlamlık değerleri ortaya konur. Temel hedef, normal şartlarda ve ekstrem durumlarda ortaya çıkan kuvvetler karşısında mobilya elemanları ile birleştirmelerinin davranışlarının incelenmesi ve buna uygun malzeme ve detay çözümlemesine gidilmesidir. Masa, sehpa gibi iskelet tipi mobilyalarda üst tabla olarak adlandırılan çalışma-kullanım yüzeyine gelen kuvvetlerin zemine aktarılmasında bir araç olan, sıklıkla ayak-kayıt bağlantısı şeklinde uygulanan sistem detaylarının estetik tasarım yanında mühendislik tasarımı açısından da doğru çözümlenmesi gerekir. Aksi durumda, bağlantı yerlerinde kısa zamanda deformasyonlar baş gösterir.

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilyalarda taşıyıcı olarak kullanılan ayak ve kayıtlar mobilyanın genel formuna ve stiline uygun olarak yapılır. Bunlar ayak-kayıt birleştirme olarak adlandırılan özel yapımlar teknikleri ile birleştirilirler. Görsel-sayısal estetik ve bunları etkileyen unsurlar açısından ayaklar ve kayıtlar çok değişik biçimlerde yapılabildiği halde, ayak-kayıt birleştirmelerde büyük bir değişim olmamış yüzyıllardan beri benzer birleştirmeler kullanılmıştır (1). Günümüzde yaygın olarak kullanılan ayak-kayıt birleştirme yöntemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- i) Zıvanalı birleştirmeler
- ii) Kavelalı birleştirmeler
- iii) Özel bağlantı elemanlı birleştirmeler
- iv) Karma bağlantılı (hibrit) birleştirmeler

Ayrıca; bu birleştirmeler kayıtlın ayakla olan pozisyonuna (içerlek, yüz beraber, bindirme paylı, bindirme kayıtlı, 90° ve 45° konumlu), köşe takozuna (metal, ahşap, plastik, kınışlı bağlantılı, vida bağlantılı, kırılmaç kuyruğu kanal bağlantılı), zıvana sayısına (tekli, çoklu), zıvana yapısına (düz, hampaylı, gizli, bindirme paylı, kilitlemeli, kertme) göre de çeşitlendirilebilmektedir.

Ayak-kayıt birleştirmelerdeki ve kullanılan malzemelerdeki bu çeşitlilik bu konudaki araştırmaların yoğunlaşmasına sebep olmuştur. Konu ile ilgili ulaşılabilen araştırmalar ve önemli sonuçları aşağıda verilmiştir:

Sandalye konstrüksiyon tasarımında kullanılan kavelalı ve zıvanalı birleştirme tekniklerinin, çekme ve eğilme test elemanları üzerinde denendiği araştırmanın sonuçlarına göre, sandalyenin ön ve arka kayıtları, ayaklara kavelalı birleştirme ile, yan kayıtları ön ve arka ayaklara zıvanalı birleştirme ile bağlanmalıdır (2).

Farklı çap ve boylarda, düz ve yivli gövdeli kayıtdan hazırlanmış kavelaların, çam, meşe ve kayın malzeme üzerindeki çekme dirençlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışma sonuçlarına göre, boy birleştirmelerde en iyi sonuç meşe malzemede 36 mm boyunda ve 8 mm çapındaki kavelalar ile elde edilmektedir (3).

Demonte masa ayak-kayıt birleştirmelerin mukavemetine etki eden faktörlerin araştırıldığı çalışmada, üç değişik köşe takozu, dört değişik birleştirme türü Şeker Akçaağacı (Acer Saccharum Marsh) odunu üzerinde denenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kayıt genişliği, cıvata ve vidaların etkisinden bağımsız olmak üzere birleştirme mukavemeti üzerinde en etkili faktördür (4).

Sabit ve demonte mobilya ayak-kayıt birleştirmelerin mekanik davranış özelliklerini araştırıldığı çalışmada, Kayın odunundan hazırlanan deney örneklerinde, sabit birleştirmelerde PVAc tutkalı kullanılmış, demonte birleştirmelerde ise bağlantı soket-vidalarla yapılmıştır. Ayak-kayıt birleştirmelerde ise kavela kullanılmıştır. Araştırmada dört değişik köşe takozu birleştirme tipi (kınışlı, lambalı, düz, yabancı çıtalı birleştirme), üç farklı genişlikte köşe takozu (100x125, 75x125, 50x125 mm) ve iki bağlantı türü (tutkalı, demonte) kullanılarak, örneklerin eğilme dirençleri tespit edilmiştir. Araştırmada soket-vidalı demonte birleştirmelerin, sabit birleştirmelerden daha başarılı bulunduğu ve sabit birleştirmelerde 50 mm köşe takozlu birleştirmenin en iyi sonucu verdiği bildirilmektedir (5).

Araştırmalardan görüleceği gibi; ayak-kayıt sistemi için kullanılan malzeme, birleştirme tipi, elemanların ebatları, köşe takozunun türü ve yapısı, kavelanın çeşidi ve yapısı, v.b. gibi değişkenler birleştirmenin dayanımı üzerinde etkili olmaktadır. Bu araştırmada; birleştirme çeşidi esas olmak

üzere, birleştirme ve köşe takozu bağlantı tipi sistemin eğilme dayanımı üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır (6).

2. MATERYAL ve METOD

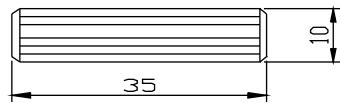
2.1. Materyal

2.1.1 Ağaç malzeme

Denemelerde ağaç malzeme olarak, mobilya endüstrisinde en çok kullanılan yerli ağaç türlerinden birinci sınıf Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) seçilmiştir. Keresteler Siteler (Ankara)' den rasgele seçim yöntemi ile temin edilmiştir. Kerestelerin seçiminde, sağlam, liflerinin düzgün, renginin doğal, budaksız ve homojen yapıda olmasına dikkat edilmiştir. Keresteler doğrudan güneş ışığı almayan ve havalandırılan bir ortamda istiflenerek altı ay süre ile bekletilmiştir.

2.1.2. Kavela

Kavela uygulamalarda düz ya da yivli gövdeli, değişik çap ve boylarda kullanılabilmektedir. Denemelerde piyasadan temin edilen, 10 mm çapında, 35 mm boyunda, yivli gövdeli TS 4539'da (7) belirtilen özelliklerde kayın odunundan hazırlanan (1 mm yivli ve kenarları 1 mm pahlı) kavelalar kullanılmıştır. Araştırmalarda kullanılan kavela ölçüleri Şekil 1'de verilmiştir.



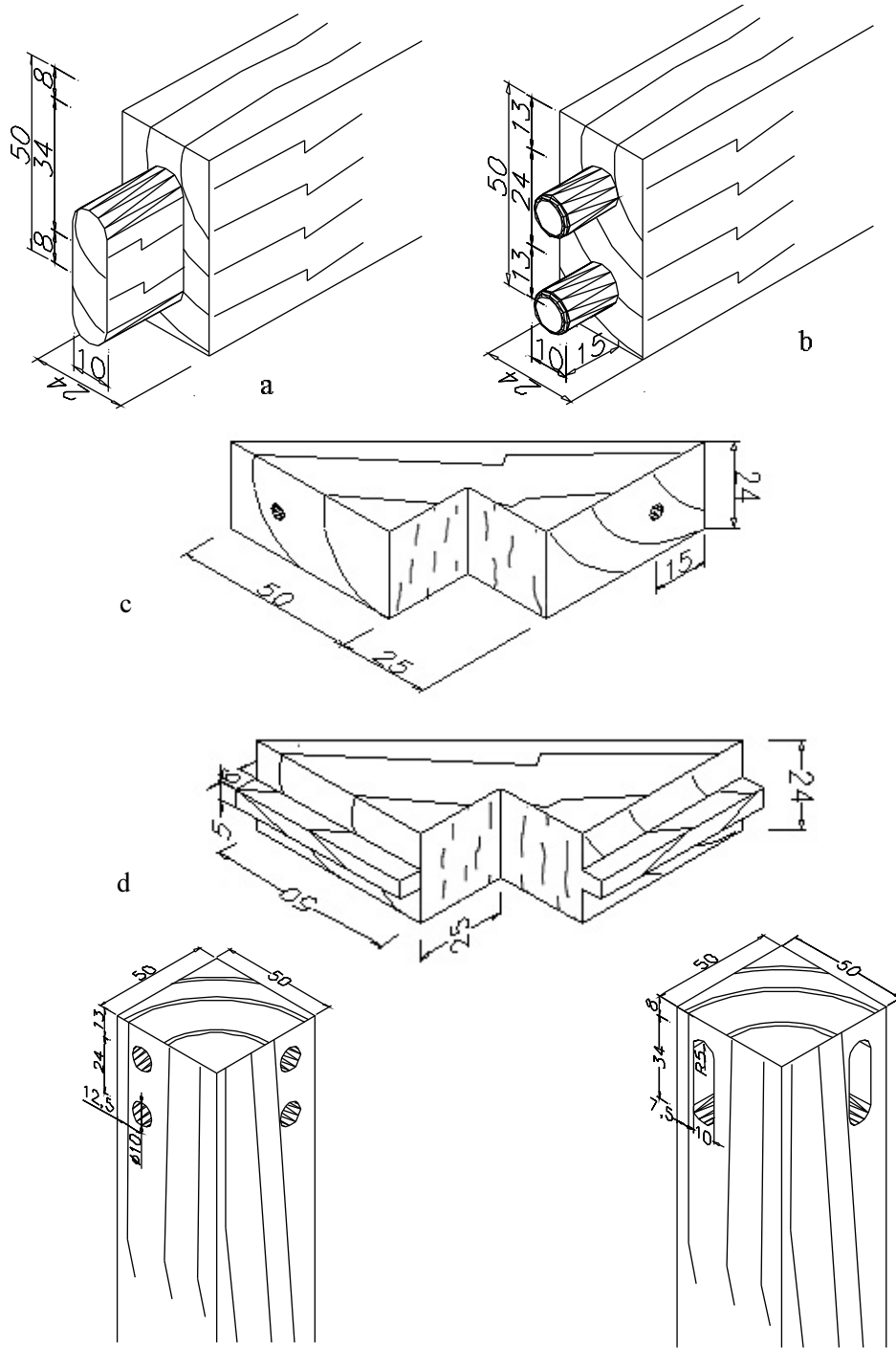
Şekil 1. Denemelerde kullanılan kavela örneği (ölçüler mm'dir).

2.1.3. Tutkal

Ağaç malzemelerin birleştirilmesinde piyasada montaj tutkalı olarak da bilinen PVAc tutkalı kullanılmıştır. İç mekan mobilyalarının montajında en çok kullanılan yapıştırıcı olması nedeniyle bu tutkal tercih edilmiştir. Yapıştırma işlemlerinin yürütülmesinde imalatçı firma önerilerine uyulmuştur.

2.1.4. Deney örneklerinin hazırlanması

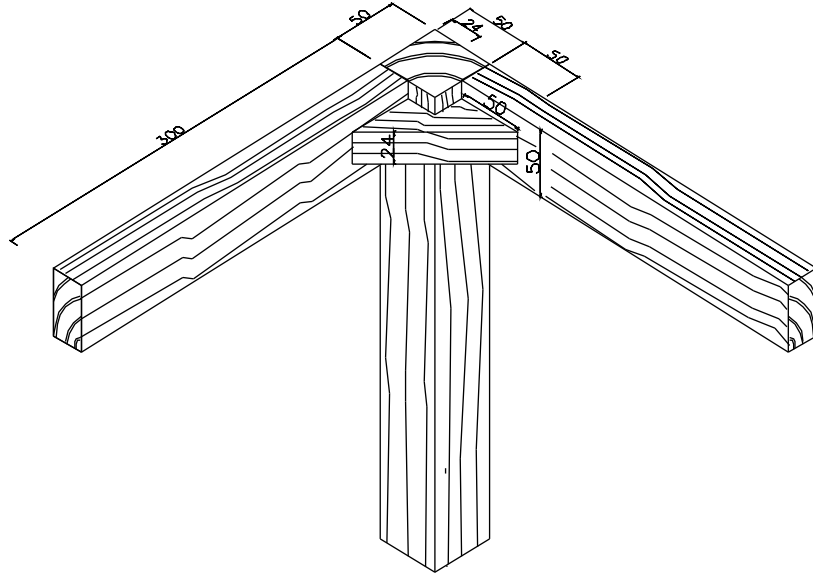
Deney örneklerinin hazırlanmasında ISO 6237 (8) BSI 6948 (9) ve ASTM-D 1037 (10) TS 2471 (11)'de belirtilen standartlara uyulmuştur. Birleştirmelerde kullanılan ayaklar 300x50x50 (1) mm, kayıtlar 300x50x25 1 mm ölçülerindedir. Amaç doğrultusunda ayaklara dişi zıvana yuvaları ve kavela delikleri, kayıtlara da erkek zıvana ve kavela delikleri açılmıştır. Köşe takozu 24 mm kalınlığında olup, alternatiflere bağlı detaylarda gösterildiği gibi şekillendirilmiştir (Şekil 2 a-f). Tüm parçalar kayın odundan üretilmiştir.



Şekil 2. a) Zıvanalı kayıt b) Kavelalı kayıt c) Vidalı köşe takozu d) Kınışlı köşe takozu e) Kavelalı ayak
f) Gizli zıvanalı ayak

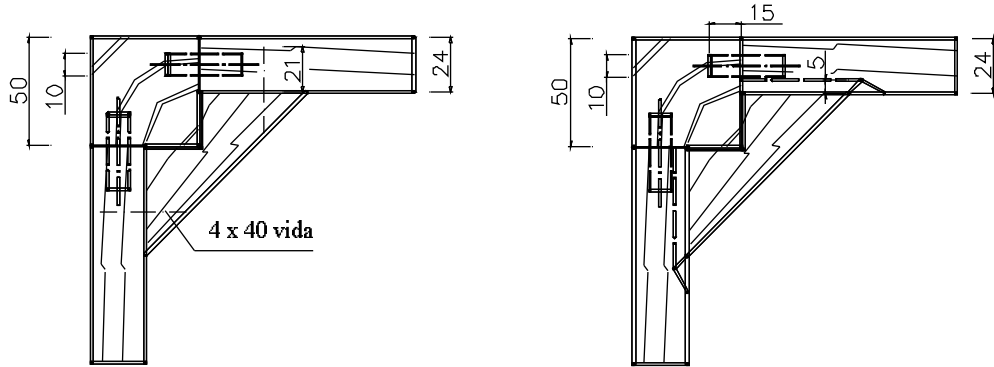
Parçalar, birleşme yerlerine 150 ± 30 gr/m² esasına göre PVAc tutkalı sürülerek bağlanmıştır. Eğilme dirençlerinin belirlenmesi amacıyla; kavelalı ayak-kayıt ve vidalı köşe takozu bağlantılı, kavelalı ayak-kayıt ve kınışlı köşe takozlu, gizli zıvanalı ayak-kayıt ve vidalı köşe takozu bağlantılı ve gizli zıvanalı ayak-kayıt ve kınışlı köşe takozlu ayak-kayıt birleştirme alternatifleri için her birinden 10'ar adet olmak üzere toplam 40 adet numune hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem değerlerine sahip iklimlendirme odasında ağırlıkları değişmez hale gelinceye

kadar bekletilmişlerdir. Numunelerin perspektif görünüşü Şekil 3'de verilmiştir.

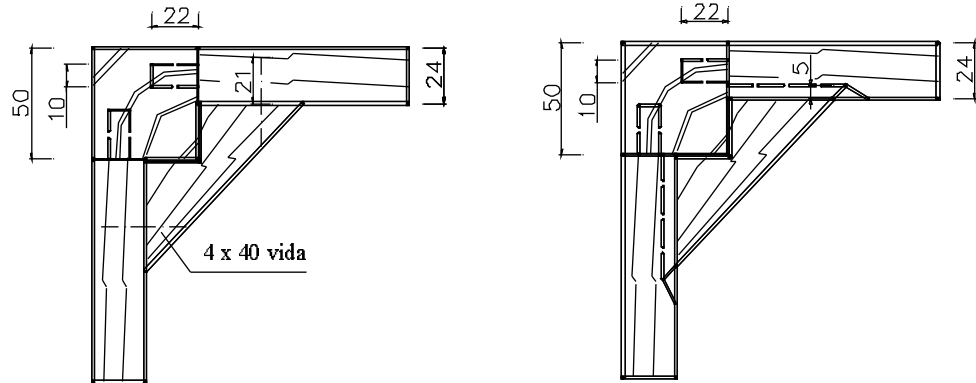


Şekil 3. Denemelerde kullanılan ayak-kayıt birleştirmeler (ölçüler mm'dir).

Şekil 4 ve Şekil 5'te birleştirilen elemanların üst görünüşleri verilmiştir



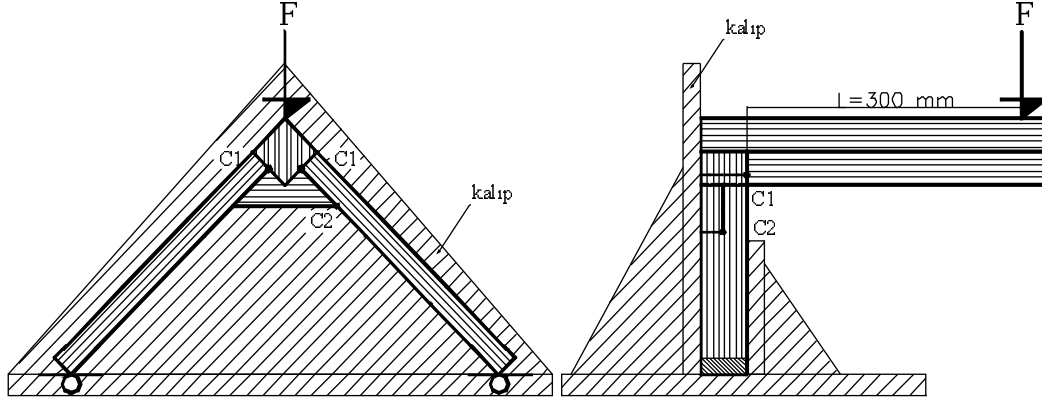
Şekil 4. Kavelalı ayak-kayıt birleştirmeli, kınışlı ve vidalı köşe takozlu numuneler (ölçüler mm'dir).



Şekil 5. Gizli zıvanalı ayak-kayıt birleştirmeli, kınışlı ve vidalı köşe takozlu numuneler (ölçüler mm'dir).

2.2. Yöntem

Hazırlanan numunelere eğilme testi uygulanmasında 3 tonluk Seidner Eğilme Cihazı kullanılmıştır. Testlerde ISO 6237, BSI 6948 ve ASTM-D 1037'de belirtilen esaslara uyulmuştur. Eğilme testine yönelik olarak numunelerin makineye yerleştirilmesi için bir kalıp yapılmıştır (Şekil 6). Numuneler yerleştirildikten sonra basınç kolunda 2 mm/dk hız sağlanan statik yüklemeler yapılmıştır. Yükleme birleştirmede kırılma meydana gelene kadar devam ettirilmiştir. Elde edilen değerler Çizelge 1'de verilmiştir.



Şekil 6. Eğilme deneyine tabi tutulan, numunelerin deney düzeneğine yerleşimi.

Çizelge 1. Kırılma anındaki maksimum kuvvetler (Fmaks).

Örnek No	Fmax (N)			
	Kavelah Kayıt Bir.		Zıvanalı Kayıt Bir.	
	Kinişli K.T.	Vidalı K.T.	Kinişli K.T.	Vidalı K.T.
1	1150	1100	1800	1600
2	950	1120	1800	1250
3	1180	960	1800	1650
4	1080	1000	1400	1500
5	1000	990	1400	1400
6	1000	910	1550	1350
7	1120	890	1450	1500
8	1130	1020	1650	1700
9	1100	940	1950	1700
10	1050	960	1600	1480
Ortalama	1076	989	1640	1513
Standart sapma	± 75	± 74	± 193	± 151

Eğilme deneylerinde, mesnet noktaları kuvvet doğrultusunun dışında olduğu için, köşe birleştirme yerlerinde moment kuvveti meydana gelir. Meydana gelen moment kuvveti aşağıdaki eşitlikle hesaplanır:

$$M = F_{max} \times L \text{ (Nm)}$$

Ancak, burada kuvvet kayıtlara 45° açıyla uygulandığından Fmax'ın kayıt eksenindeki bileşenlerinin kullanılması gerekir. Bu durumda, eşitlik, aşağıdaki şekle dönüşür:

$$M = F_{\max} \times \sin / \cos 45^\circ \times L \quad (\text{Nm}) \quad [1]$$

Burada, M=Eğilme momenti (Nmm), Fmaks=Kırılma anındaki yük (N), L=Dönme noktasından (C), kuvvet doğrultusunda dik mesafe (mm) dir.

Deney örneklerine yük uygulandığı andan itibaren, ayak-kayıt birleştirmelerden kavelalı birleştirmelerde; kavala yüzeylerinde kayma gerilmeleri, kavala ara kesit yüzeylerinde ise normal gerilmeler meydana gelir. Zıvanalı birleştirmelerde de; zıvana yüzeylerinde kayma, zıvana arakesit yüzeyinde ise normal gerilmeler meydana gelir.

Köşe takozu bağlantıları da dişli ve vidalı (tutkallı) olmak üzere iki şekilde yapılmıştır. Hem dişli, hem vidalı birleştirmelerde yüzeylere tutkal sürülmüştür. Bir ucu ankastre, bir ucu serbest konsol giriş pozisyonundaki ayağa, deney kuvveti uygulandığında, kayıt elemanları öne doğru eğilmeye zorlanacaktır. Bu durumda kayıtlarla bağlantısı olan köşe destek elemanlarının tutkallı yüzeylerinde kopma gerilmeleri, vidada ise eksenel (çekme) gerilmeler oluşacaktır.

[1] Nolu eşitlik ile hesaplamış olduğumuz dış moment kuvvetine karşı, birleşme yüzeylerinde ve birleştirme elemanlarında dönme noktalarına (C_1 ve C_2) göre alan momentleri meydana gelir. Oluşan bu momentler; kavelalı-dişli birleştirme için aşağıdaki [2] nolu formülle kavelalı-vidalı birleştirme için [3] nolu formülle hesaplanır:

$$M_{kd} = [(A_k \times \tau \times Y_k) + (A_{ak} \times \sigma \times Y_{ak})] + [(A_{diş} \times \tau_{diş} \times Y_{diş})] \quad [2]$$

$$M_{kv} = [(A_k \times \tau \times Y_k) + (A_{ak} \times \sigma \times Y_{ak})] + [(A_{vida} \times \tau_{vida} \times Y_{vida})] \quad [3]$$

Dış kuvvetin etkisiyle oluşan dış moment kuvvetleri, birleşme yüzeylerindeki dönme noktalarına (C_1 , C_2) göre oluşan alan momentlerine eşit kabul edilerek vidalı ve dişli birleştirme için gerilme değerleri aşağıdaki [4] ve [5] nolu formüllere dönüşür:

$$\sigma_{kdiş} = \frac{M - [(A_k \times \tau \times Y_k) + (A_{ak} \times \sigma \times Y_{ak})]}{[A_{diş} \times Y_{diş}]} \quad \text{N/mm}^2 \quad [4]$$

$$\sigma_{kvida} = \frac{M - [(A_k \times \tau \times Y_k) + (A_{ak} \times \sigma \times Y_{ak})]}{[A_{vida} \times Y_{vida}]} \quad \text{N/mm}^2 \quad [5]$$

Burada;

σ_{kvida} = Kavelalı birleştirmede vidanın çekme gerilmesi değeri (N/mm²)

$\sigma_{kdiş}$ = Kavelalı dişli birleştirmenin kopma gerilmesi değeri (N/mm²)

A_k = Kavala yapışma yüzey alanı (628 mm²)

σ = PVAc tutkalının kayma gerilmesi değeri (5 N/mm²) (12)

Y_k = Kavala ekseninden dönme eksenine (C_1) olan mesafe (25,5 mm)

A_{ak} = Kavelalı birleştirme arakesit yüzey alanı (1200 mm²)

σ = PVAc tutkalının kopma gerilmesi değeri (0,8 N/mm²) (12)

Y_{ak} = Arakesit yüzeyi ağırlık merkezinden dönme eksenine (C_1) olan mesafe (25 mm)

- $A_{diş}$ = Dişli birleştirme yüzeyi alanı (1700 mm²)
 $Y_{diş}$ = Dişli birleştirme yüzeyi ağırlık merkezinden dönme merkezine (C_2) mesafe (12 mm)
 A_{vida} = Vidanın alanı ve köşe takozu kesit alanı (263,76 + 1200 = 1463,76 mm²)
 Y_{vida} = Vida ekseninden dönme merkezine (C_2) olan mesafe (12 mm) dir.

Aynı hesaplamalar zıvanalı birleştirme ile birleştirilmiş numunelerde, zıvanalı-dişli birleştirme için aşağıdaki [6] ve zıvanalı-vidalı birleştirmeler için [7] nolu eşitliklere dönüşür:

$$\sigma_{zdiş} = \frac{M - [(A_z \times \tau \times Y_z) + (Aa_z \times \sigma \times Ya_z)]}{[A_{diş} \times Y_{diş}]} \quad \text{N/mm}^2 \quad [6]$$

$$\sigma_{zvida} = \frac{M - [(A_z \times \tau \times Y_z) + (Aa_z \times \sigma \times Ya_z)]}{[A_{vida} \times Y_{vida}]} \quad \text{N/mm}^2 \quad [7]$$

Burada;

- σ_{dis} = Zıvanalı dişli birleştirmenin kopma gerilmesi değeri (0,8 N/mm²)
 σ_{zvida} = Zıvanalı birleştirmede vidanın çekme gerilmesi değeri (5 N/mm²)
 A_z = Zıvana yapışma yüzey alanı (1746,8 mm²)
 Y_z = Zıvana ağırlık merkezinden dönme noktasına (C_1) olan mesafe (27,3 mm)
 Aa_z = Zıvanalı birleştirme arakesit yüzey alanı (1200 mm²)
 Ya_z = Arakesit yüzeyi ağırlık merkezinden dönme merkezine (C_1) olan mesafe (25 mm) dir.

3. BULGULAR

Eğilme test cihazından elde edilen kırılma noktası değerleri [4],[5],(6), ve [7] nolu formüller kullanılarak amaca bağlı farklı detaylar için eğilme direnci değerlerine dönüştürülmüştür.

Hesaplama yönteminin bir uygulaması sadece bir değer için aşağıda bir örnekle açıklanmıştır. Bu hesaplamalardan elde edilen tüm eğilme direnci değerleri ise Çizelge 2'de verilmiştir.

Formül [7]' ye göre zıvanalı birleştirmeli, vidalı köşe takozu bağlantılı örnekte ortalama azami (maksimum) kuvvet (1513 N) için eğilme direnci değeri :

$$\sigma_{zvida} = \frac{(1513 \times 0,707 \times 300) - [(1746,8 \times 5 \times 27,3) + (1200 \times 0,8 \times 25)]}{(1463,76 \times 12)} = 3,33 \text{ N/mm}^2$$

olarak hesaplanır. Bulunan veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Deneyler sonucunda bulunan eğilme direnci değerleri

Örnek No	Eğilme Direnci Değeri (N/mm ²)			
	Kavelalı Kayıt Birleştirme		Zıvanalı Kayıt Birleştirme	
	Kinişli K.T.	Vidalı K.T.	Kinişli K.T.	Vidalı K.T.
1	6,86	7,36	5,85	4,38
2	4,78	7,60	5,85	0,15
3	7,17	5,67	5,85	4,98
4	6,13	6,15	1,69	3,17
5	5,30	6,03	1,69	1,96
6	5,30	5,06	3,25	1,36
7	6,54	4,82	2,21	3,17
8	6,65	6,39	4,29	5,59
9	6,34	5,43	7,41	5,59
10	5,82	5,67	3,77	2,93
Ortalama	6,09	6,02	4,19	3,33
Standart sapma	± 0,77	± 0,91	± 2,00	± 1,83

3.1.İstatistik Metot

Deneme gruplarına ait her bir birleştirme ve köşe takozu bağlantı tipinin eğilme direncine etkisini belirlemek için elde edilen değerler MSTATC paket programı ile varyans analizine tabi tutulmuştur.

Araştırma sonucu elde edilen ayak kayıt birleştirme ve köşe takozu bağlantı çeşitlerine ilişkin değerler arasında farkların anlamlılığının tespiti için çoklu varyans analizi, farklılıkların anlamlı çıkması halinde, bu farklılıkların birleştirme tipleri arasındaki önemi için LSD testi uygulanmıştır. Çoklu varyans analizi ile ilgili değerler Çizelge 3'te birleştirme tiplerine ait LSD tablosu Çizelge 4'te ve köşe takozu bağlantı çeşitlerine ilişkin LSD değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 3. Ayak-kayıt ve köşe takozu bağlantı tipinin eğilme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbesiyet Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Hata İhtimali Sonuç (p≤0,05)
A	1	52,739	52,739	24,0256	0,0000 **
B	1	2,158	2,158	0,9829	0,780 NS
AxB	1	1,548	1,548	0,7054	0,850 NS
Hata	36	79,024	2,195		
Toplam	39	135,469			

A: Birleştirme çeşidi B: Köşe takozu çeşidi **: 0.05 Hata Payı için önemli NS: Önemsiz

Çizelgenin incelenmesiyle birleştirme türleri arasındaki farkın, 0.05 anlamlılık düzeyinde önemli olduğu köşe takozu türleri ve ikili etkileşimlerin eğilme direncine etkileri % 95 güvenle önemsiz olduğu görülecektir.

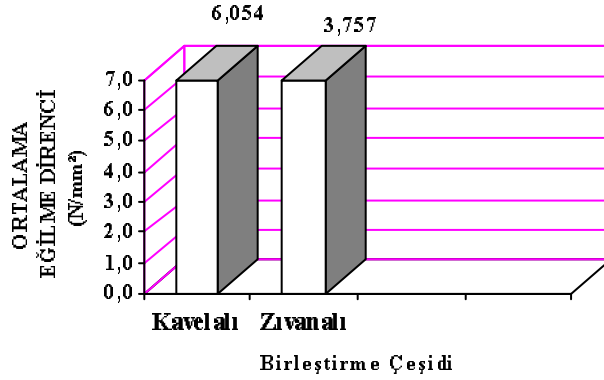
Çizelge 4. Birleştirme çeşitlerine ilişkin ortalama değerler

Birleştirme Çeşidi	Eğilme Gerilmesi(N/mm ²)	
	$\bar{x}$	Homojenlik Grubu
Kavelalı	6,054	A
Zıvanalı	3,757	B

LSD=0,9502

6,054-3,757=2.297 > LSD (0,9502)

Buna göre birleştirme çeşitleri arasında $\alpha=0.05$ düzeyinde fark vardır ve fark önemlidir. Birleştirme çeşitlerine ilişkin ortalama değerler Şekil 7' de verilmiştir.



Şekil 7. Birleştirme çeşidine göre ortalama eğilme direnci histogramı

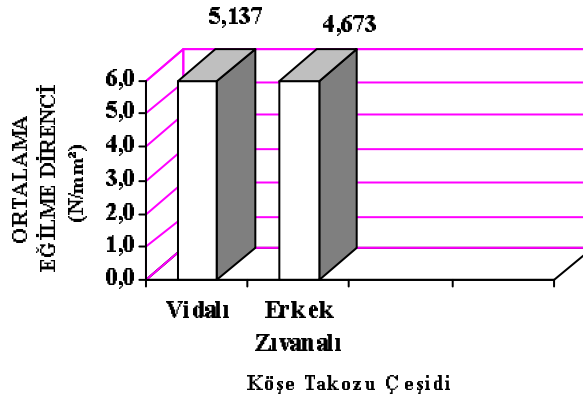
Çizelge 5. Köşe takozu çeşitlerine ilişkin ortalama değerler

Köşe Takozu Çeşidi	Eğilme Gerilmesi(N/mm ²)	
	$\bar{x}$	Homojenlik Grubu
Vidalı	5,137	A
Kinişli	4,673	A

LSD=0,9502

5,137-4,673=0,464 < LSD (0,9502)

Buna göre köşe takozu çeşitleri arasında $\alpha=0,05$ düzeyinde fark yoktur. Köşe takozu çeşitlerine ilişkin ortalama değerler Şekil 8' de verilmiştir.



Şekil 8. Köşe takozu çeşidine göre ortalama eğilme direnci histogramı.

4. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Ayak-kayıt birleştirmelerde birleştirme tipi ve köşe takozu bağlantı çeşidinin eğilme direncine etkilerini belirlemek için 2x2 faktöriyel tertibine göre 10'arlı gruplar halinde toplam 40 adet numune statik yük altında eğilme deneyine tabii tutulmuştur. Universal test aletindeki, kırılma anındaki yükler göz önüne alındığında, gizli zıvanalı ayak-kayıt ve kınışlı köşe takozlu birleştirme en yüksek Fmax değerini (Fmaks ortalama 1640 N) vermiştir. Bunu sırasıyla gizli zıvanalı ayak-kayıt ve vidalı köşe takozlu birleştirme (Fmaks ortalama 1513 N), kavelalı ayak-kayıt ve kınışlı köşe takozlu birleştirme (Fmax ortalama 1076 N) ve kavelalı ayak-kayıt ve vidalı köşe takozlu birleştirme (Fmax ortalama 989 N) izlemiştir. Bu sonuçlara göre birleştirmenin taşıyabileceği toplam yük açısından en dayanıklı birleştirme tipi, gizli zıvanalı ayak-kayıt ve kınışlı köşe takozu bağlantılı birleştirmedir.

Eğilme direnci açısından bakıldığında ise, kavelalı birleştirmenin (6,054 N/mm²), zıvanalı birleştirmeye (3,757 N/mm²) göre eğilme direnci daha yüksektir. Zıvanalı birleştirme daha fazla yük taşırken eğilme direncinin daha düşük olması yüzey alanının 1,41 kat daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

İstatistiksel açıdan köşe takozu bağlantı çeşidinin eğilme direnci üzerine etkisi önemli değildir. Buna göre herhangi bir köşe takozu bağlantı türünün tercih edilmesi mümkündür. Tercihle üretim maliyetlerinin (Direkt işçilik ve malzeme maliyeti) düşüklüğü ön planda tutulmalıdır.

Deney örneklerinde tek tip tutkal (PVAc) kullanılmıştır. Farklı tipteki tutkal uygulamalarıyla deneyler yinelenebilir.

Bu sonuçlara göre; kuvvet taşıma performansının önemli olduğu uygulamalarda zıvanalı, birim alanda gerilmenin önemli olduğu durumlarda (ve özellikle seri üretimde) kavelalı birleştirme önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Örs, Y., Efe, H., Kasal, A., "Mobilya masa ayak kayıt-demonte-birleştirmelerde köşe takozu geometrisinin birleştirme direncine etkileri", *1. Uluslararası Mobilya Kongresi*, İstanbul, 457-471 (1999).
- Kürel, İ., "Sandalyelerde kullanılan önemli ahşap birleştirmelerin mekanik özellikleri", Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 55-62 (1988).
- Efe, H., "Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya boy birleştirmelerinde farklı kavela türlerinin mekanik davranış özellikleri", *Journal of Polytechnic*, 1(1-2):65-74 (1998).
- Hayashi, Y., Eckelman, A., C., "Design of corner block with anchor bolt table joints", *Forest Products Journal*, 36(2):44-48 (1986).
- Efe, H., "Sabit ve demonte mobilya masa ayak-kayıt birleştirmelerin mekanik davranış özellikleri", *Journal Of Polytechnic*, 2(4):53-63 (1999).
- Yıldırıncı, B., Uzun G., "Ayak-kayıt birleştirmelerden kavelalı ve zıvanalı birleştirmelerin dayanımlarının karşılaştırılması", Bitirme Tezi, *H.Ü. Ağaçlı Endüstri Mühendisliği Bölümü*, Ankara, 1-28 (2001).
- TS 4539, "Ahşap birleştirmeler - kavelalı birleştirme kuralları", *TSE*, Ankara, 1-6 (1985).
- "Adhesives-wood-to-adhesive bonds determinations of shear strength by tensile loading", *ISO/DIS 6237*, 1-8 (1987).
- "Mechanically fastened joints in timber and wood-based materials", *BSI 6948*, 1-42 (1989).
- "Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials", *ASTM-D-1037*, Philadelphia, 11-20 (1991).
- TS 2471, "Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarının tayini", *TSE*, Ankara, 1-2 (1976).
- Tekin, A., "Bazı ağaç türlerinde temel makinalar ile açılmış zıvanaların diyagonal basınç ve çekme dirençlerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 51-60 (1999).

