

SARIÇAM ODUNUNDAN ÜRETİLEN MOBİLYA AYAK KAYIT BİRLEŞTİRMELERDE KÖŞE TAKOZU VE BİRLEŞTİRME ÇEŞİDİNİN EĞİLME DİRENCİNE ETKİLERİ

Arif GÜRAY*
Gültekin UZUNAL**
Burak YILDIRICI***

Özet

Bu çalışmada, mobilya ayak kayı birleştirmelerinde köşe takozu ve birleştirme çeşidinin eğilme direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, sarıçam (Pinus silvestris L.) odunlarından elde edilen numunelere, zıvanalı ve kavelalı olmak üzere iki değişik tipte ayak-kayı birleştirme detayı uygulanmıştır. PVAc tutkallı kutularla diğ ve vidalı olmak üzere iki değişik köşe takozu tipti uygulaması ile elde edilen toplam 40 adet deney örneğine eğilme testi uygulanmıştır. Deney sonuçlarına göre kavelalı ve vidalı köşe takozu birleştirmelerin eğilme direnci 3.719 N/mm², kavelalı ve kınışlı köşe takozu birleştirmelerin eğilme direnci 2.547 N/mm², zıvanalı ve vidalı köşe takozu birleştirmelerin eğilme direnci 1.700 N/mm², zıvanalı ve kınışlı köşe takozu birleştirmelerin eğilme direnci 1.480 N/mm² olarak saptanmıştır. Kavelalı ve vidalı köşe takozu birleştirmeler en iyi sonucu vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çerçeve konstrüksiyon, ayak-kayı birleştirme, kavelalı birleştirmeler, zıvanalı birleştirmeler, köşe takozu

THE EFFECTS OF CORNER BLOCK JOINT AND JOINT TYPE ON BENDING STRENGTH IN FURNITURE RAIL TO LEG JOINTS PRODUCED FROM SCOTCH PINE WOOD

Abstract

In this study it has been researched the effects of corner block joint and joint type on bending strength in furniture rail to leg joints. Two different rail to leg joints (with dowel, mortise and tenon) were applied to the samples taken from scotch pine (Pinus silvestris L.), which are used in highly rate in furniture industry. PVAc was used in the process of jointing. Two different corner block joint types (with screw, with dado in rail) were used. A total of 40 specimens have been applied the bending test. According to the results of test, bending strength of joints with dowels and corner block with screw are 3.719 N/mm², bending strength of joints with mortise and tenon and corner block with dado in rail are 2.547 N/mm², bending strength of joints with mortise and tenon and corner block with screw are 1.700 N/mm², bending strength of joints with mortise and tenon and corner block with dado in rail are 1.480 N/mm². Joints with dowels and corner block with screw have given the best result.

Key Words: Frame construction, table joint, dowel joints, mortised joints, corner block joint.

* Doç. Dr. Hacettepe Üniversitesi Ağaççileri Endüstri Mühendisliği Bölümü

** Ağaççileri Endüstri Mühendisi

*** Ağaççileri Endüstri Mühendisi

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihinin çok eski dönemlerinden beri mobilyanın kullanıldığı bilinmektedir. Bir iç mekan donatı elemanı olarak mobilya, gerek fizyolojik, gerekse kültürel ihtiyaçları karşılaması nedeniyle günümüz eşya kültüründe önemli bir yere sahiptir. Mobilyayı tam anlamıyla ifade eden bir tanım yapmak oldukça güçtür. "Oturulan yerlerin süslenmesine ve çeşitli amaçlarla donatılmasına yarayan eşya" tanımı yaygın olarak kullanılmaktadır (Örs ve Efe, 1998:21).

Bir mobilya tasarlanırken üç farklı tasarım alanının dikkate alınması gereklidir. Bunlar; estetik tasarım, fonksiyonel tasarım ve mühendislik tasarımıdır. Estetik tasarım, bir mobilyada form, orantı, renk, doku, ritim ve benzeri hususların tasarlanmasını konu alır. Fonksiyonel tasarım mobilyadan beklenen fonksiyonların tespiti ve bu fonksiyonları karşılayacak mobilyaların tasarlanmasıdır. Mühendislik tasarımı ise, mobilyanın sağlamlığı, direnci ve muhtemel yükleri karşısındaki davranışlarının hesaplanmasını konu alır (Eckelman, 1978:117).

Masa sandalye vb. mobilyalarda ayaklar, mobilyanın genel formuna ve stiline uygun olarak yapılır. Ayaklar çok değişik biçimlerde yapıldığı halde, ayak-kayı birleştirmeler de büyük bir değişime olmamış; yüzyıllardan beri benzer birleştirmeler kullanılmıştır. Günümüz mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ayak-kayı birleştirme çeşitleri aşağıda verilmiştir (Zorlu, 1991:66).

- Düz zıvanalı ayak-kayı birleştirme
- Ham paylı zıvanalı ayak-kayı birleştirme.
- Bindirme kayıtlı ve zıvanalı ayak-kayı birleştirme.
- Kırtmeli ve zıvanalı ayak-kayı birleştirme.
- Kavelalı ve zıvanalı ayak-kayı birleştirme.
- Kavelalı ayak-kayı birleştirme.
- Kavelalı ve 45° konumlu ayak-kayı birleştirme.
- Kırtlangıç kuyruğu ve 45° konumlu ayak-kayı birleştirme.
- 45° konumlu ve çift zıvanalı ayak-kayı birleştirme.
- Kırtme geçmeli ayak-kayı birleştirme

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 bağlanmanın uygun olacağı bildirilmiştir (Kireli,1988a).

Farklı çap ve boylarda, düz ve yivli gövdeli kayın hazırlanmış kavelaların, çam, meşe ve kayın odunları üzerindeki çekme dirençlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışma sonuçları göre, boy birleştirmelerde en iyi sonucun meşe odununda, 36 mm boyunda ve 8 mm çapında ki kavelalar ile elde edildiği belirtilmiştir (Efe,1998:65).

Çam, meşe ve kayın odunları üzerinde 8 farklı kavela tipinin çekme deneylerini tabii tutulduğu denemeler sonucunda en birleştirmelerde en iyi direnç kayın odununda, 36mm boyunda ve 10mm çapındaki kavelalarla sağlanmıştır (Efe,1998:65).

Demonte masa ayak kayı birleştirmelerin mukavemetine etki eden faktörlerin araştırıldığı çalışmada, üç değişik köşe takozu, dört değişik birleştirme türü Şeker Akçağaçi

(Acer Saccharum Marsh) odunu üzerinde denemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, kayır yüksekliği, civata ve vidaların etkisinden bağımsız olmak üzere birleştirme mukavemeti üzerinde en etkili faktördür (Hayashi, Bekelman, 1986:44), (Örs ve diğerleri, 1999:457).

Çalışmanın amacı; çerçeve konstrüksiyonlu mobilya ayak-kayıt birleştirmelerde yaygın olarak uygulanan kınışlı ve vidalı köşe takozuyla desteklenen kavelalı, zıvanalı birleştirmelerin dayanım özellikleri konusunda sayısal verilerinin elde edilmesidir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Ağaç Malzeme

Denemelerde ağaç malzeme olarak, mobilya endüstrisinde en çok kullanılan yerli ağaç türlerinden birinci sınıf sarıçam (*Pinus silvestris L.*) odunu seçilmiştir. Keresteler Ankara-Siteler piyasasından rasgele seçim (Randomly Selected) yöntemi ile temin edilmiştir. Kerestelerin seçiminde, sağlam, liflerinin düzgün, renginin doğal, budaksız ve homojen yapıda olmasına dikkat edilmiştir. Keresteleri direkt güneş ışığı almayan ve havalandırılan bir ortamda istiflenmiş, 20°C sıcaklık ve %65 bağıl nem şartlarındaki iklim odasında denge rutubetine (%12) ulaşmaya kadar bekletilmiştir.

2.2. Kavela

Kavela uygulamalarda düz ya da yivli gövdeli, değişik çap ve boylarda kullanılabilir. Denemelerde piyasadan temin edilen, 10 mm çapında, 35 mm boyunda, yivli gövdeli TS 4539'da belirtilen özelliklerde kayın odunundan hazırlanan kavelalar kullanılmıştır. Şekil 1.'de deneylerde kullanılan kavela örneği görülmektedir.



Şekil 1. Denemelerde kullanılan kavela örneği (Ölçüler mm)

2.3. Tutkal

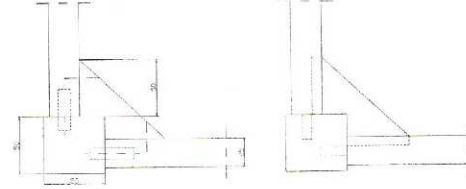
Ağaç malzemelerin kama dişli köşe birleştirilmesinde piyasada montaj tutkalı olarak da bilinen PVAc tutkalı kullanılmıştır. Yapıştırma işlemlerinin yürütülmesinde, imalatçı firma önerilerine uyulmuştur. PVAc tutkalının soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay tabiki, kısa sürede sertleşmesi, kokusuz olması, odunu boyanması, ucuz olması ve kesicileri körletme derecesinin az olması nedeniyle mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu özelliklerden dolayı çalışmada tercih edilmiştir. Tutkal örneklerine 150±10 gr/m² hesabıyla sürülmüştür (Burdurlu, 1994:86).

2.4. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Masa ve sehpa ayakları daha çok yatay yüklerle maruz kalmır. Bu nedenle bir ucu ankestre konsol giriş durumundaki ayaklara, uygulamada etkili olacağı öngörülen noktalardan

kademeli artan statik yüklenme yapılması ve kırılma anında oluşacak maksimum yük değerlerinin tespit edilmesinin uygun olacağı bildirilmiştir (Örs ve diğerleri, 1999:457).

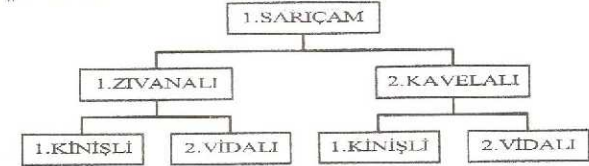
Deney örnekleri; ayaklar 5x5x30 cm, kayıtlar 2.5x5x30 cm ölçülerinde olacak şekilde 1/1 ölçeğinde sarıçam odunundan, ayak-kayıt birleştirmeler kavelalı ve zıvanalı, köşe takozları ise kınışlı ve vidalı (20 x 40 Ağaç vidası) olacak şekilde her bir örnekten ISO 6237'de belirtilen esaslara uyularak yapılmıştır. Buna göre tek ağaç türü, iki birleştirme çeşidi ve iki köşe takozu tipinden 10'ar adet olmak üzere toplam 40 adet deney parçası hazırlanmıştır. Hazırlanan parçalara ait görünüşler Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Denemelerde kullanılan ayak-kayıt birleştirmeler (Ölçüler mm)

Deney örneklerinin hazırlanmasında BS 6948 ve ASTM-D 1037'de belirtilen şartlara uyulmuştur. Deneme deseni Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Deneme deseni

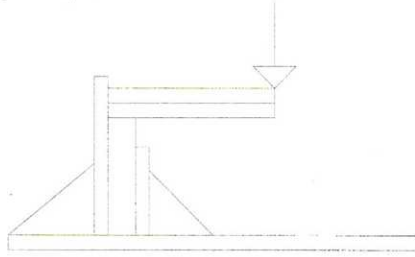


2.5. Kondisyonlama İşlemi

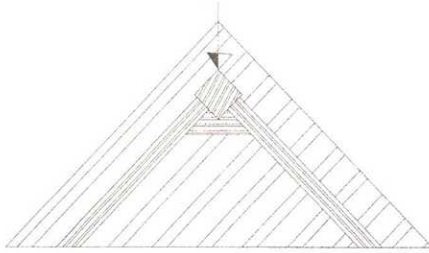
Deney örnekleri, deney öncesi kondisyonlama işlemine tabii tutulmuştur. Bu maksatla 20°C sıcaklık ve %65 bağıl nem ortamında bir ay süreyle bekletilmiştir. Son altı saat aralıklarla yapılan ölçümlerde değişmez ağırlığa ulaştıkları belirlendikten sonra gruplar halinde denemelere alınmışlardır. Ağırlık ölçümleri 0,1 gr duyarlılık analitik terazi ile yapılmıştır. Bu işlem için ISO 6237 ve TS 2471'de belirtilen esaslara uyulmuştur.

2.6. Deneylerin Yapılışı

Deneyler 3 tonluk Seidner Eğilme Cihazında ISO 6237, BSI 6948 ve ASTM-D 1037'de belirtilen esaslara uyularak ve basınç kolunda 2 mm/dk hız sağlanan statik yüklemelerle yapılmıştır. Deney düzeneği ve yük uygulama noktası Şekil 3'de, karşı görünüş ise Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 3. Deney düzeneği ve yük uygulama noktası; (Örs ve diğerleri, 1999:457).



Şekil 4. Yük uygulama düzeni karşı görünüşü (Örs ve diğerleri, 1999:457).

2.7. Gerilme Analizleri

Her bir deney elemanı için kırılma anındaki maksimum yük (F_{max}) makine göstergesinden okunmuştur. Kuvvetin tesir ettiği toplam alanlar da (ΣA) hesaplanmıştır.

Deney örneklerine uygulanan kuvvetin etkisi ile birleşme noktalarında bir dış moment (External Moment),

$$M = F \cdot d \quad (\text{N.mm}) \quad (2.7.1)$$

bu dış momente karşılık dönme noktasında bir iç moment (Internal Bending Resisting Moment) oluşmaktadır.

$$m = A \cdot G_e \cdot L_x \quad (\text{N.mm}) \quad (2.7.2)$$

Hesaplamalarda kullanılan alanlar;

$$A_{(vida)} = [n(\pi \cdot D \cdot L)] \quad (\text{mm}^2) \quad (2.7.3)$$

n = vida sayısı

D = vida çapı (mm)

L = vida boyu (mm)

$$A_{(zivana)} = a \cdot b \quad (\text{mm}^2) \quad (2.7.4)$$

a = kenar uzunluğu (mm)

b = kenar uzunluğu (mm)

$$A_{(kötetakaozu)} = a \cdot b \quad (\text{mm}^2) \quad (2.7.5)$$

a = kenar uzunluğu (mm)

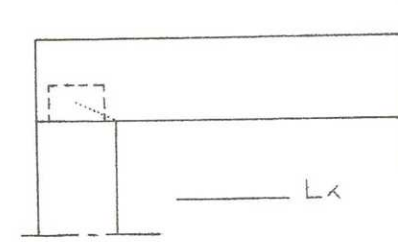
b = kenar uzunluğu (mm)

$$A_{(kavala)} = [n(\pi \cdot D \cdot L)] \quad (\text{mm}^2) \quad (2.7.6)$$

n = kavala sayısı

D = kavala çapı (mm)

L_x = kavala boyu (mm) L_x = Dönme noktasından kavala veya zivana ağırlık merkezine olan uzaklık (mm)



Şekil 5. Ağırlık merkezinin dönme noktasına olan uzaklığı

Hesaplanan dış moment, iç momente eşitlenerek;

$$M = m$$

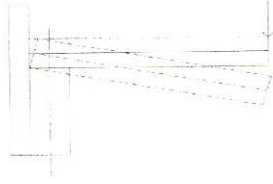
$$F \cdot d = A \cdot G_e \cdot L_x \quad (\text{N.mm}) = (\text{mm}^2 \cdot G_e \cdot \text{mm})$$

Eğilme gerilmesi (G_e)

$$G_e = F.d / A.L_x \quad (N / mm^2) \quad (2.7.8)$$

d: kuvvet kolu, A: Alan, L_x - Dönme noktasından kavela veya zivanalı ağırlık merkezine olan uzaklık (mm)

Eşitliklerinden hesaplanmıştır.



Şekil 6. Makavemet elemanı gerilme dağılımı modeli ve deflasyonu formu (Örs ve diğerleri, 1999:457).

2.8. İstatistik Metot

Ayak-kayıt birleştirmelerde ağaç türü, birleştirme çeşidi ve köşe takozunun eğilme direncine etkilerini belirlemek için 1x2x2 faktöriyel tertibine göre 10'arlı gruplar statik yük altında eğilme deneyine tabii tutulmuştur. İstatiksel analizde MSTATC paket programından yararlanılmıştır.

Deneme gruplarına ait her birleştirme tipinin eğilme direncine etkisi çoklu varyans analizi ile belirlenmiş, farklılıkların anlamlı çıkması halinde, bu farklılıkların birleştirme tipleri arasındaki önemi için LSD testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR

Deney sonuçlarına göre çoklu varyans analizi Çizelge 2 'de, birleştirme çeşidine ait LSD tablosu Çizelge 3 'de, köşe takozu çeşidine ait LSD tablosu Çizelge 4 'de verilmiştir.

Birleştirme çeşidi, köşe takozu çeşidi ve ikili etkileşimlerin eğilme direncine etkileri 0.05 anlamlık düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 2. Birleştirme çeşidi ve köşe takozu çeşidinin eğilme direncine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestiyel Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Hatahtimali (p≤0,05)
A	1	10.880	10.880	215.2103	0.0000
B	1	0.388	0.388	11.2452	0.0019
AXB	1	0.096	0.096	0.1671	0.0010
Hata	36	12.21	0.034		
TOPLAM	39	12.514			

A: Birleştirme çeşidi
B: Köşe takozu çeşidi

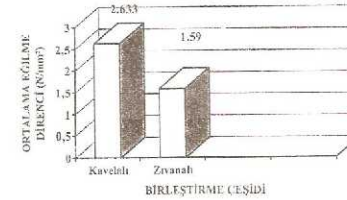
Çizelge 3. Birleştirme çeşidine ait LSD tablosu

Birleştirme Çeşidi	Eğilme Gerilmesi(N/mm ²)	
	\bar{x}	Homojenlik Grubu
Kavelalı	2.633	A
Zivanalı	1.590	B

LSD=0.1183

2.633-1.590=1.043 > LSD (0.1183)

Buna göre birleştirme türleri $\alpha=0.05$ düzeyinde fark vardır ve önemlidir. Şekil 7'de birleştirme çeşitlerine göre ortalama eğilme direnci değerleri gösterilmiştir.



Şekil 7. Birleştirme çeşidine göre ortalama eğilme direnci histogramı

Çizelge 4. Köşe takozu çeşidine ait LSD tablosu

Köşe Takozu Çeşidi	Eğilme Gerilmesi(N/mm ²)	
	\bar{x}	Homojenlik Grubu
Vidalı	2.210	A
Kılnıflı	2.013	B

LSD=0.1183

2.210-2.013=0.197 > LSD (0.1183)

Buna göre köşe takozu türlerinde $\alpha=0.05$ düzeyinde fark vardır ve önemlidir. Şekil 8'de köşe takozu çeşidine göre ortalama eğilme direnci histogramı gösterilmiştir. birleştirme



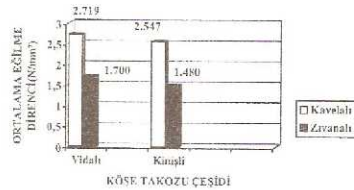
Şekil 8. Köşe takozu çeşidine göre ortalama eğilme direnci histogramı

Çizelge 5'de Birleştirme çeşidi ve köşe takozu çeşidine ait LSD tablosu, Şekil 9'da ise birleştirme çeşidi ve köşe takozu çeşidine göre ortalama eğilme direnci histogramı gösterilmiştir.

Çizelge 5. Birleştirme çeşidi ve köşe takozu çeşidine ait LSD tablosu

Birleştirme Çeşidi	Eğilme Gerilmesi(N/mm²)			
	Kavetalı		Zıvanalı	
Köşe Takozu Çeşidi	X	H. G.	X	H. G.
Vidalı	2.719	A	1.700	C
Kınıklı	2.547	B	1.480	D

LSD=0.1672



Şekil 9. Birleştirme çeşidi ve köşe takozu çeşidine göre ortalama eğilme direnci histogramı

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya ayak-kayıt birleştirmelerinde uygulanan dönüşümlü birleştirme teknikleri, gruplar itibariye farklı mekanik davranış özellikleri göstermektedir.

Birleştirme çeşitlerinde kavelalı birleştirmenin (2.633 N/mm²), zıvanalı birleştirmeye (1.59 N/mm²) göre eğilme direncinin daha yüksek olduğu, tespit edilmiştir.

Köşe takozu çeşidine göre ise, vidayla bağlanmış köşe takozları (2.210 N/mm²), kınışla bağlanmış köşe takozlarına (2.013 N/mm²) göre daha iyi sonuç vermiştir.

Birleştirme türünün köşe takozu ile ikili etkileşiminde ise en iyi sonuç kavelalı birleştirmeli vidalı köşe takozunda (2.719 N/mm²) alınmıştır. Onu sırasıyla kavelalı birleştirmeli kınışlı köşe takozlu (2.547 N/mm²), zıvanalı birleştirmeli vidalı köşe takozlu (1.7 N/mm²) ve zıvanalı birleştirmeli kınışlı köşe takozlu (1.480 N/mm²) konstrüksiyonlar izlemiştir.

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

Bu sonuçlara göre; ayak-kayıt birleştirmelerde sarıçam odununun kullanılması halinde, birleştirmenin kavelalı olarak yapılması ve köşe takozu uygulamasının vidalı olması önerilmektedir.

5. KAYNAKLAR

ASTM-D-1037 (1991), Standart Test Methods for Evaluating Properties of Wood -Base Fiber and Particle Panel Materials, Philadelphia.

BSI 6948 (1989), Mechanically Fastened Joints in Timber and Wood-Based Materials.

Burdurlu, Erol (1994), Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim-Kullanım Teknolojisi, Bizim Büro Basımevi, Ankara.

Eckelman, A., Carl (1978), Strength Design Of Furniture I, Tim Tech. Inc, W. Lafayette, 117, Indiana.

Efe, Hasan (1998), "Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Boy Birleştirmelerinde Farklı Kavelalı Türlerinin Mekanik Davranış Özellikleri", Journal Of Polytechnic, Vol:1, No: 1-2, s.65-74.

Efe, Hasan, (1999), "Sabit ve Demonte Mobilya Masa Ayak-Kayıt Birleştirmelerinin Mekanik Davranış Özellikleri", Journal Of Polytechnic, Vol:2, No: 4, s.53-63.

Hayashi, Yuichi and Eckelman, A., Carl (1986), "Design Of Corner Block with Anchor Bolt Table Joints", Forest Products Journal, 36(2):44-48.

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

Kürel, İhsan (1988), Sandalyelerde Kullanılan Önemli Ahşap Birleştirmelerin Mekanik Özellikleri, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Örs, Yalçın; Efe, Hasan; Kasal, Ali (1999), "Mobilya Masa Ayak Kayıt-Demonte-Birleştirmelerde Köşe Takozu Geometrisinin Birleştirme Direncine Etkileri", I Uluslararası Mobilya Kongresi, s.457-471, İstanbul.

Örs, Yalçın ve Efe, Hasan (1998),"Mobilya (Çerçeve Konstrüksiyon) Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri", **Doğa-Turkish Journal. of Agriculture and Forestry**, 22, 5.21-27, Ankara.

TS 2471 (1976), Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyle İçin Rutubet Miktarının Tayini, TSE, Ankara.

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

Zorlu, İrfan (1991), Ağaç İşleri Konstrüksiyon Bilgisi Temel Ders Kitabı, Milli Eğitim Basımevi, Ankara.