

# MOBİLYA ÜRETİMİNDE KULLANILAN TİCARİ MDF LEVHALARIN ÖZELLİKLERİ

Abdullah İSTEK<sup>a</sup>, Kamil MUĞLA<sup>b</sup> ve Hikmet YAZICI<sup>c</sup>

a, Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın/TÜRKİYE,  
[aistek@bartin.edu.tr](mailto:aistek@bartin.edu.tr)

b, Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma Meslek Yüksekokulu Ormancılık Bölümü, Zonguldak  
/TÜRKİYE , [kamilugla@beun.edu.tr](mailto:kamilugla@beun.edu.tr)

c, Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma Meslek Yüksekokulu Malzeme ve Malzeme İşleme  
Teknolojileri Bölümü, Zonguldak /TÜRKİYE, [hikmet.yazici@beun.edu.tr](mailto:hikmet.yazici@beun.edu.tr)

## Özet

Bu çalışmada mobilya üretiminde kullanılan yüksek yoğunluklu orta sert lif levhaların (MDF) fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Ticari olarak piyasada bulunan dört farklı markaya ait 8mm, 12mm, 16mm ve 18mm kalınlıklarda mdf levhalar kullanılmıştır. Numune olarak kullanılan ticari levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri TS EN standartlarına göre belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; fiziksel özelliklerden levha rutubeti ve yoğunlukları standartlara uygun olduğu görülmüştür. Ancak su alma ve kalınlığına şişme özelliklerinin değişkenlik gösterdiği ve bazı levhalarda standartlarda istenilen değerlerin dışında olduğu belirlenmiştir. Eğilme dirençleri 8mm, 12 mm, 16 mm ve 18 mm kalınlıklı levhalarda sırasıyla ortalama 48,31-38,86 N/mm<sup>2</sup>, 42,28-35,39 N/mm<sup>2</sup>, 37,79-29,09 N/mm<sup>2</sup> ve 38,84-28,45 N/mm<sup>2</sup> değerler aralıklarında olduğu belirlenmiştir. Yüzeye dik çekme direnci değerleri ise standartlarda istenilen 0,65 N/mm<sup>2</sup> den daha büyük bulunmuştur. Dolayısıyla farklı markalar ve farklı kalınlıklar için mekanik özelliklerin standart değerleri karşıladığı görülmüştür.

**Anahtar kelimeler:** Mobilya, MDF levhalar, Fiziksel ve Mekanik Özellikler

# PROPERTIES COMMERCIAL MDF BOARDS USED FOR FURNITURE PRODUCTION

## Abstract

In this study, physical and mechanical properties of medium-hard high density fiberboard (MDF) used for furniture production were determined. The MDF boards used were commercially available on the market and belong to four different brand with 8 mm, 12 mm, 16 mm and 18 mm thickness. The physical and mechanical properties of commercial sample boards have been determined according to TS EN standards. According to the results obtained; as physical properties; boards moisture and density have been found suitable according to standards. However, variations were observed on water intake and thickness swelling properties of some panels and it was determined as outside of the desired standard range. Bending resistance of 8 mm, 12 mm, 16 mm and 18 mm thick boards, were found in the range of 48.31-38.86 N/mm<sup>2</sup>, 42.28-35.39 N/mm<sup>2</sup>, 37.79-29.09 N/mm<sup>2</sup> and 38.84-28.45 N/mm<sup>2</sup> respectively. The internal bonding strength values were determined greater than the desired standard of 0.65 Nmm<sup>2</sup>. Consequently, mechanical properties of boards belonging different brands and thickness groups meets the requirements of the standards.

**Keywords:** Furniture, MDF Panels, Physical and Mechanical Properties

## 1. Giriş

Endüstride kullanılan odun hammaddesinin gerek kullanım alanının çeşitlenmesi gerekse de hammadde bulmadaki güçlükler, endüstriyi masif ağaç malzemeye alternatif üretimler yapmaya zorlamıştır. Orta yoğunlukta lif levha (MDF), masif ağaç malzemeye alternatif olarak geliştirilmiş levha ürünlerinin en önemlilerinden birisi olmuştur. Lif levhalar ligno-selülozik hammaddelerin liflendirilmesiyle elde edilen lif ve lif demetlerinin yeniden şekillendirilmesi ile elde edilen geniş yüzeyli bir levhadır [1],[2]. MDF, 1960'lı yılların ikinci yarısından itibaren başta Amerika olmak üzere Avrupa'da Almanya, İngiltere, Fransa gibi ülkelerde de gittikçe artarak üretilmeye başlanmıştır.

Dünya’da ilk MDF fabrikası 1965 yılında New York Deposit’te kurulmuştur. Bunu daha sonra 1966 yılında New York’ta Allied Chimal Corporation firması takip etmiştir. 1973 yılından itibaren çeşitli Avrupa ülkelerinde MDF üretilmeye başlamıştır [3],[4].

Ahşap kompozit levhalar arasında yonga levhaya alternatif olarak üretilen MDF hızlı gelişmesiyle yonga levha üretimini hemen hemen yakalamıştır. Ülkemizde 2013/2014 yılı verilerine göre lif levha üretimi kurulu kapasitesi 18,295 m<sup>3</sup>/gün, yongalevha üretimi kurulu kapasitesi ise 20,877 m<sup>3</sup>/gün olarak bilinmektedir. MDF levhaların hızla yükselmesinde etkili olan sebepleri hammadde isteğinin yonga levhadan daha geniş olması, masif ağaç malzeme gibi işlenebilmesi, başta mobilya endüstrisi olmak üzere birçok kullanım alanında yongalevha ve kontrplak yerine tercih edilmesi, fiziksel özelliklerinin ve mekanik direnç değerlerinin iyi olmasıdır [5]. Lif levha en az %80 oranında bitkisel lif içerdiğinden mekanik ve teknolojik özellikleri istenildiği gibi ayarlanabilmektedir. Lif levhaların mekanik ve teknolojik özellikleri; levha yapımında kullanılacak olan liflerin özellikleri (lif uzunluğu, lif genişliği, lümen çapı) katkı maddelerinin miktarları ve levhaların özgül ağırlıklarına bağlıdır. Bu özelliklere liflerin elde edilme yöntemleri, levha yapım teknikleri, levha taslaklarının hazırlanması, pres basıncı, pres süresi ve pres sonrası işlemleri de eklemek mümkündür. Lif levhalar kullanılan hammadde kaynağına, keçe oluşturma yöntemine, levha yoğunluğuna ve kullanım yerlerine göre sınıflandırılmaktadır [6]. TS 3635 EN 316 (Nisan 1998) standardına göre ise orta yoğunlukta lif levhalar kendi arasında iki sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar yoğunluğu 400-560 kg/m<sup>3</sup> arasında düşük yoğunlukta orta sert liflevhalar (LDF) ve yoğunluğu 560-900 kg/m<sup>3</sup> arasında yüksek yoğunluklu orta sert lif levhalar (MDF) olarak sınıflandırılmaktadır. MDF levhalar her türlü mobilya üretiminde, büro mobilyası, yatak odası ve yemek odası takımları, masa, vestiyer, tavan ve taban döşemelerinde kapı ve baraka yapımında dekoratif oyma ve kakma işlerinde kullanılmaktadır [7].

Mobilya, günlük hayatımızın her alanında, oturma, yatma, yemek yeme, seyahat etme, dinlenme ile çalışma mekânlarında kullanılan ve her türlü eşyanın yerleştirilmesi ve korunması gibi birçok görevi olan sabit ve taşınabilir eşyalara verilen ortak addır. Ülkemizde mobilya üretimi fabrikasyon ve atölye tipi olup atölye tipi küçük ölçekli işletmelerin yoğunlukta olduğu bir sektördür ve imalat sektörünün %4 ünü

kapsamaktadır [8]. Mobilyalar üretiminde masif çerçeveden yapılanlar, ahşap esaslı levhalardan (lif levha, yonga levha gibi) üretilenler ve her iki konstrüksiyonun beraber olarak kullanıldığı kombine tasarımlar yaygın olarak kullanılmaktadır [9].

Mobilya üreticilerinin karşılaştığı en önemli sorunları istenilen fiyata hammadde temin edilememesi, hammadde kalitesizliği ve sermaye yetersizliği olarak vurgulanmaktadır. Ayrıca işletmelerin kullandıkları hammadde ve malzemelerin %74.5'i iç piyasadan satın almakta, %12.7'sini ithal etmekte ve %10.6'sı ise kendi tesislerinde üretmektedir. Aynı çalışmada, mobilya endüstrisinde kullanılan odun ve odun esaslı hammaddelerin %21,2'si kaplanmış yongalevha ve %8,3 kaplanmış mdf levhalar oluşturduğu belirtilmektedir [10]. Lif levha üretiminde levha kalitesini etkileyen faktörler arasında hammadde özelliği, levha yoğunluğu, katkı maddeleri miktarları ve çeşidi, pres şartları ve pres sonrası yapılan işlemler en önemlileridir [11].

Ulusal ve uluslararası ticaret bakımından ürün ve hizmetlerin kalitesi standartlarla değerlendirilmektedir. Bu bakımdan mobilya üretiminde kullanılacak olan hammadde ve malzemelerin istenilen standart kalitede olması gerekmektedir. Bu çalışmada amaç iç piyasada bulunan farklı firmalara ait mobilya üretiminde kullanılan ticari yüksek yoğunluklu orta sert lif levhaların (MDF) fiziksel ve mekanik özelliklerini araştırılmak, levha kalitesini belirlemek ve gerekli değerlendirmeleri yapmaktır.

## **2. Materyal ve Yöntem**

### *2.1. Materyal*

Bu çalışmada yüksek yoğunluklu orta sert lif levhalar (MDF) hammadde olarak kullanılmıştır. Deney numuneleri ülkemizde ticari marketlerde yaygın bulunan 4 farklı markaya ait levha örnekleri tesadüfî olarak temin edilmiştir. Her bir markaya ait 4 farklı kalınlıklarda; 8mm, 12mm, 16mm ve 18mm, her bir kalınlık için 3 farklı levhadan test örnekleri alınmıştır. Sonuç olarak toplam 4 firmadan 4 farklı kalınlıkta her bir kalınlık için 3 farklı levha olmak üzere toplam 48 (4X4X3) levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir.

### *2.2. Yöntem*

Bu çalışmada ülkemizde ticari olarak piyasada en yaygın bulunan 4 farklı firmaya ait 4 farklı kalınlıkta yüksek yoğunluklu orta sert lif levhalar kullanılmıştır. Test örnekleri TS EN 325 (1999) ve TS EN 326-1 (1999) standartlarına göre hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler  $65 \pm 5$  bağıl nem ve  $20 \pm 2$  °C şartlarına sahip iklimlendirme dolabında denge rutubetine gelinceye kadar (2 hafta) kondisyonlanmıştır. Özgül ağırlık (yoğunluk) (n=6) deneyleri TS EN 323 (1999), su alma ve kalınlığına şişme (n=8) TS EN 317 (1999), yüzeye dik çekme TS EN 319 (1999), eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü TS EN 310 (1999) standartlara uygun olarak belirlenmiştir.

### 3. Bulgular ve Değerlendirme

Bu çalışmada ülkemizde üretim yapan 4 farklı firmanın piyasaya sürdüğü 4 farklı kalınlıklardaki yüksek yoğunluklu orta sert lif levhaların (MDF) özelliklerinin standartlara uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve her bir özellik ayrı ayrı firmalar arasında karşılaştırmalı olarak ortaya konulmuştur.

Ticari piyasada bulunan aynı kalınlıkta farklı markalara ait levha yoğunluk değişimleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Farklı ticari levhaların kalınlığa bağlı yoğunluk değerleri

Yoğunluğu(kg/m <sup>3</sup> )	Levha	Ticari Firma			
	Kalınlığı (mm)	A	B	C	D
8		786	801	855	835
12		753	799	815	812
16		709	737	785	776
18		707	711	770	772

Tablo 1’ de görüldüğü gibi ticari levha markalar arasında önemli yoğunluk farklılıkları bulunmaktadır. C kodu ile belirtilen levhaların tüm kalınlıklarında yoğunluk değerleri diğerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Buna karşın A markalı levhalar ait tüm

kalınlıklarında diğler levhalara göre daha düşük yoğunlukta olduğu anlaşılmıştır. Standart özellikleri karşılamak kaydıyla düşük yoğunluklu levhalar hem işleme ve taşıma kolaylığı bakımından hem de üretim maliyetleri bakımında yüksek yoğunluklu levhalara göre avantaj sağlamaktadır. Farklı markalı ticari MDF levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerleri tablo 2 ve tablo 3' de verilmiştir.

Tablo 2. Farklı ticari levhaların kalınlığa bağlı ortalama su alma değerleri

	Levha Kalınlığı (mm)	Ticari Firma			
		A	B	C	D
Su alma (%)	8	27,30	29,85	28,42	29,05
	12	25,12	30,25	25,89	27,44
	16	24,87	57,15	23,28	28,19
	18	23,18	43,05	19,35	26,53

Tablo 3. Farklı ticari levhaların kalınlığa bağlı ortalama kalınlığına şişme değerleri

	Levha Kalınlığı (mm)	Ticari Firma				Standart değer
		A	B	C	D	
Kalınlığına şişme (%)	8	10,55	10,86	12,53	11,12	≤17
	12	8,27	7,32	8,67	6,13	≤15
	16	8,50	11,12	7,52	6,90	≤12
	18	7,13	7,61	6,25	5,24	≤12

Odun kompozit levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerleri en önemli fiziksel özelliklerindedir. Tablo 3' de görüldüğü gibi tüm levha gruplarında kalınlığına şişme değerlerinin istenilen kalitede olduğu anlaşılmıştır. Su alma değerlerinde ise %40 üzerinde bulunan levhaların standart özellikleri sağlamadığı anlaşılmaktadır. Verilere göre B firmasına ait 16mm ve 18 mm kalınlıklarındaki MDF levhaların su alma

değerleri standart özellikleri karşılamadığı anlaşılmıştır. Farklı kalınlıktaki MDF levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Farklı ticari levhaların ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri

Yüzeye dik çekme (N/mm <sup>2</sup> )	Levha	Ticari Firma				Standart değer
	Kalınlığı (mm)	A	B	C	D	
	8	1,70	1,90	1,33	1,20	≥0,65
	12	1,46	1,62	1,48	1,18	≥0,60
	16	1,11	1,02	1,08	0,75	≥0,55
	18	1,06	0,91	1,25	1,18	≥0,55

Ahşap esaslı levhalarda iç yapışma, yani tutkalın yeterli yapışma direnci sağlayıp sağlamadığını belirlemek amacıyla yüzeye dik çekme direnci deneyi yapılmaktadır. Levha kalınlığına bağlı olarak yüzeye dik çekme direnci değişmektedir. Levha kalınlığı arttıkça yeterli iç yapışma ve dayanımı elde edebilmek için daha yüksek iç yapışma değeri aranmaktadır. Tüm firmalara ait levha guruplarında iç yapışmanın yeterli olduğu belirlenmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci B markalı 8 mm kalınlıkta levhalarda ortalama 1,90 N/ mm<sup>2</sup>, en düşük d markalı levhalarda 16 mm kalınlıklı levhalarda 0,75 n/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir. Deney levhalarından elde edilene ortalama eğilme direnç değerleri tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Farklı ticari levhaların ortalama eğilme direnci değerleri

Eğilme direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Levha	Ticari Firma				Standart değer
	Kalınlığı (mm)	A	B	C	D	
	8	48,31	38,86	42,16	43,20	≥23
	12	41,68	35,39	37,96	42,28	≥23
	16	37,79	29,09	35,22	32,70	≥22
	18	37,98	28,45	32,82	38,84	≥22

Levhaların kullanım yerinde taşıyacağı ve maruz kalacağı yükün miktarını hesaplamada kullanılan en önemli kriter eğilme direncidir. Tablo 5’ te görüldüğü gibi piyasada alınan farklı marka ve kalınlıkların eğilme direnç değerleri standartlarda istenilen değerlerden daha iyi olduğu, levhaların istenen kalitede olduğu anlaşılmıştır. En yüksek eğilme direnci A markalı 8 mm kalınlıklı levhalarda ortalama 48,31 N/mm<sup>2</sup>, en düşük B markalı 18 mm kalınlıklı levhalarda 28,45 N/mm<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Levhaların kalitesinin belirlenmesi amacıyla yapılan testler sonucunda elde edilen ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6. Farklı ticari levhaların ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri

Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm <sup>2</sup> )	Levha	Ticari Firma				Standart
	Kalınlığı (mm)	A	B	C	D	değer
8	8	3610	3463	3805	3526	≥2700
12	12	3361	3258	3643	3430	≥2500
16	16	2633	2851	3391	2739	≥2200
18	18	2554	2698	3045	2627	≥2200

Tablo 6’da görüldüğü gibi tüm levha gruplarının eğilmede elastikiyet modül değerleri istenilen standart değerleri karşıladığı görülmüştür. C markalı levhalarda eğilme elastikiyet modül değerlerinin tüm kalınlıklarda diğer markalardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumun bu grup levhaların yoğunluklarının diğer guruplardan daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü C markalı 8 mm kalınlıklı levhalarda 3805 N/mm<sup>2</sup>, en düşük A markalı 18 mm kalınlıklı levhalarda 2554 N/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada dört farklı markaya ait dört farklı kalınlıktaki ticari MDF levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin istenilen kalite standartlarına uygun olup olmadığı araştırılmıştır. Bilindiği üzere mobilya üretiminde kullanılan lif levha ve yonga levhaların belirli özellikleri sağlaması yasalarla zorunludur. Ülkemiz iç piyasada yaygın



olarak bulunan ve mobilya üretiminde kullanılan MDF levhaların özellikleri bu çalışma ile belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen veriler ile standart veriler karşılaştırılarak ticari MDF levhaların uygunluğu ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre genel olarak firmaların ürettikleri levha gruplarının fiziksel ve mekanik özellikleri standartlarda istenilen değerleri karşıladığı görülmüştür. Ancak, bazı kalınlık ve levha gruplarında bazı özellikler standart kalitede olmadığı görülmüştür. Bunu rağmen tüm marka ve kalınlıkların özellikle beklenen performansları sağladığı tespit edilmiştir. Yüze dik çekme direnci değerleri 8 mm, 12 mm, 16 mm ve 18 mm kalınlıklı levhalarda sırasıyla ortalama 1,70-1,20 N/mm<sup>2</sup>, 1,62-1,18 N/mm<sup>2</sup>, 1,11-0,75 N/mm<sup>2</sup> ve 1,25-0,91 N/mm<sup>2</sup> aralıklarında değiştiği belirlenmiştir. Eğilme dirençleri 8 mm, 12 mm, 16 mm ve 18 mm kalınlıklı levhalarda sırasıyla ortalama 48,31-38,86 N/mm<sup>2</sup>, 42,28-35,39 N/mm<sup>2</sup>, 37,79-29,09 N/mm<sup>2</sup> ve 38,84-28,45 N/mm<sup>2</sup> değerler aralıklarında olduğu belirlenmiştir. En iyi eğilmede elastikiyet modülü ise C markalı 8 mm kalınlıklı levhalarda 3805 N/mm<sup>2</sup>, en düşük A markalı 18 mm kalınlıklı levhalarda 2554 N/mm<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak, çalışmadan elde edilen veriler ışığında, mobilya üretimine uygunluğu denetlenen dört farklı markanın 4 farklı kalınlıktaki levha grupları beklenen kalite performansını sağladığı anlaşılmıştır. Özellikle mekanik özellikler bakımından bu çalışmada kalitesi belirlenen markaların ticari olarak piyasada satılan MDF levha gruplarının standart değerlere göre iyi kalitede olduğu tespit edilmiştir.

### **Kaynaklar**

- [1] Eroğlu H, Usta M. Liflevha Üretim Teknolojisi, Trabzon: K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları; 2000.
- [2] İstek A, Eroğlu H. Buğday Saplarından (*Triticum aestivum* L.) Sert Lif Levha Üretimi, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 1038-1041, Artvin, 2002.
- [3] Suchsland O, Woodson GE. Fiberboard manufacturing practices in the United States. Agric. Handb., 640. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 263 p, 1986.

[4] Akbulut T, Hızıroğlu S, Ayrılmış N. Surface absorption, Surface Roughness, and Formaldehyde Emission of Commercially Manufactured MDF in Turkey, Forest Products Journal, Madison, USA, 1999.

[5] Ayrılmış, N. Ağaç Türünün MDF zerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İ. Fen Bilimleri Enstitüsü,. İstanbul. 2000.

[6] Eroğlu H. Lif Levha Endüstrisi Ders Notları, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayın No: 304, 1988.

[7] Eroğlu H. Lif Levha Endüstrisi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No:45, 1994.

[8] Kayacıklı T, Emil T. Dünyada ve Türkiye’de Mobilya Sektörü, İTO Yayınları, ISBN 975-512-720-8, İstanbul 2003.

[9] Göktaş O, zen E, olak AM, Günsel U. Ağaç Levhalardan Yapılan Vidalı Birleştirmeli Rafların Yüzeye Dik (Lateral) Yük Taşıma Performansları, Teknoloji, 2004; Cilt 7, Sayı 3, 445-453.

[10] Yurdakul , olak M, etin T, Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Hammaddeler ve Tedarikinde Karşılaşılan Sorunlar, Kastamonu niversite Orman Fakültesi Dergisi, 2013; 13 (2): 220-227.

[11] İstek A. Sert Lif levhaların Fiziksel ve Mekanik zelliklerine Sıcaklık ve Basıncın Etkisi, Z.K.. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2006, 8 (10), 29-35.

TS EN 316, Nisan 1998, Odun Lifi Levhalar – Tarifler Sınıflandırma ve Semboller, TSE, Ankara.

TS EN 325, Nisan 1999, Ahşap Esaslı Levhalar – Numune Boyutlarının lm, TSE, Ankara.

TS EN 326-1, Nisan 1999, Ahşap Esaslı Levhalar – Numune Alma Kesme ve Muayene, TSE, Ankara.

TS EN 323, Nisan 1999, Ahşap Esaslı Levhalar – Birim Hacim Ağırlığının Tayini, TSE, Ankara.

TS EN 317, Nisan 1999, Yongalevhalar ve Lif Levhalar – Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, TSE, Ankara.

TS EN 319, Nisan 1999, Yongalevhalar ve Lif Levhalar Levha Yüzeyine Dik ekme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.

TS EN 310, Nisan 1999, Ahşap Esaslı Levhalar – Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.