



# Kahramanmaraş Sütçü İmam University Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi :09.06.2023  
Kabul Tarihi :17.08.2023

Received Date :09.06.2023  
Accepted Date :17.08.2023

## MOBİLYA VE İÇ MEKAN TASARIMINDA KULLANILAN FARKLI KALINLIKTAKİ LİF LEVHALARIN BAZI ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

### COMPARISON OF SOME PROPERTIES OF DIFFERENT THICKNESS FIBERBOARDS USED IN FURNITURE AND INTERIOR DESIGN

*Celal UĞUR*<sup>2\*</sup> (ORCID: 0000-0002-3278-3674)  
*İbrahim BEKTAŞ*<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0002-0617-6926)  
*Ahmet TUTUŞ*<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0003-2922-4916)

<sup>1</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

<sup>2</sup> Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

\*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Celal UĞUR, celal\_ugur27@hotmail.com

#### ÖZET

Bu çalışmada, mobilya ve iç mekân tasarımında yaygın olarak kullanılan farklı kalınlıktaki lif levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla 4 mm, 6 mm, 8 mm, 16 mm ve 18 mm olmak üzere beş farklı kalınlıkta imal edilmiş orta yoğunluktaki lif levhaların (MDF), fiziksel özelliklerinden su alma ve kalınlığına şişme, mekanik özelliklerden eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve yüzey dayanıklılığı testleri gerçekleştirilmiştir. Yapılan testlerden elde edilen verilerin istatistik analiz sonuçları karşılaştırıldığında; tüm kalınlıklarda yoğunluk ve kalınlığına şişme değerlerinin mobilya ve iç mekân tasarımı için ilgili standartlarda istenen kriterlere uygun olduğu görülürken, su alma değerlerinde değişkenlik gösterdiği ve 4 mm, 6 mm ve 8 mm kalınlığındaki sonuçların standartlarda istenilen değerleri karşılayamadığı anlaşılmıştır. Levhaların kalınlıklarındaki değişimin, mekanik özelliklerden eğilme direnci ve elastikiyet modülünde orantılı bir değişim gösterdiği, yoğunluk değerlerinin söz konusu değişimlerde daha fazla etkili olduğu tespit edilmiştir ve bu sonuçların mobilya ve iç mekân tasarımında kullanılacak levhaların özelliklerine olumlu anlamda katkılar sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Lif levha, fiziksel ve mekanik özellikler, mobilya, iç mekân tasarımı

#### ABSTRACT

In this study, the physical and mechanical properties of fiberboards of different thicknesses, which are widely used in furniture and interior design, were investigated. For this purpose, from the physical properties of medium density fiberboards (MDF) manufactured in five different thicknesses, 4 mm, 6 mm, 8 mm, 16 mm and 18 mm, are water absorption and swelling to thickness. From the mechanical properties bending strength, modulus of elasticity in bending, tensile strength perpendicular to the surface, and surface durability tests were carried out. While it was seen that the density and swelling values in all thicknesses were suitable for furniture and interior design, it was determined that the water absorption values varied and the results in 4 mm, 6 mm and 8 mm thickness could not meet the desired values in the standards. It has been determined that the change in the thickness of the boards shows a proportional change in the mechanical properties of bending and elasticity modulus, and the density values are more effective in these changes and it has been concluded that these results will contribute positively to the properties of the boards to be used in furniture and interior design.

**Keywords:** Fiberboard, physical and mechanical properties, furniture, interior design

ToCite: UĞUR, C., BEKTAŞ, İ., & TUTUŞ, A., (2023). MOBİLYA VE İÇ MEKAN TASARIMINDA KULLANILAN FARKLI KALINLIKTAKİ LİF LEVHALARIN BAZI ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(3), 765-773.

## GİRİŞ

Hammadde teminindeki zorluklar nedeniyle nüfus artışının oluşturduğu talep orman ürünleri sektöründeki arz ile yeterince karşılanamamaktadır. Özellikle, 2022 yazında yaşanan küresel orman yangınları ve 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri hammadde kıtlığını daha da şiddetli hale getirmiştir. Diğer yandan, lif levhaların kullanım alanları da gün geçtikçe yaygınlaşmakta ve özellikle lif levhalar kullanıcılar tarafından diğer levhalara nazaran daha çok tercih edilmektedir. 21. asrın ilk çeyreği itibarı ile bu levhalar özellikle mobilya, iç mekân tasarım ve mutfak dolaplarının üretiminde vazgeçilmez bir hammadde kaynağı durumundadır.

Lif levhalar belirli sıcaklık ve basınç altında lignoselülozik liflerden üretilmiş levhalardır. Arzu edilen kalınlıkta üretilebilmeleri, homojen ve pürüzsüz bir yüzeye sahip olmaları, çivi, vida ve yapıştırıcılarla birleşebilmeleri, büyük ebatlarda üretilebilmeleri ve yüzey kaplamalarına uygun olması bu levhaların öne çıkan özelliklerindedir. Ayrıca, kolay işlenebilmesi, biyotik ve abiyotik haşerelere ve yangına dayanıklı olarak üretilebilmesi, üretim koşullarının kontrol edilebilmesi, masif ahşap malzemede çürüme, budaklanma, lif kıvrılması gibi kusurların olmaması ve nispeten ekonomik olması da öne çıkan özellikleri arasındadır (Eroğlu ve Usta 2000; İstek vd., 2010).

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. Orta yoğunluklu lifli levhalar (MDF) bazı özelliklerinden dolayı orman ürünleri sektöründe önemli bir yere sahiptir ve birçok kullanım alanında tercih edilmektedir. Orta yoğunluklu lif levha (MDF), masif ahşap malzemeye ikame olarak geliştirilen en önemli levha ürünlerinden biri haline gelmiştir (Eroğlu ve usta 2000, İstek ve Eroğlu 2002).

MDF levhalar, masif ve masif levhaların en iyi ikamesi olduğu varsayılmaktadır. Ancak, MDF levhaların özellikleri masif levhalardan farklıdır. MDF levhalar farklı yönlerinde farklı mekanik özelliklere sahip olan masif levhalara kıyasla homojen yapıya ve özelliklerin izotropisine sahiptir. MDF levhaların temel fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi ve söz konusu levhaların pürüzsüz ve kompakt bir yüzeye sahip olması hem mobilya üretimi hem de iç mekân tasarım uygulamaları ve farklı estetik tasarımlar için oldukça önemlidir (Popovska, 2016).

Avrupa'da üretilen MDF levhalar, EN 622-1 (2003) ve EN 622-5 (2009)'da tanımlanan koşullara göre belirtilmiştir. EN 622-5, kullanım amaçlarına göre sınıflandırılan MDF şartlarını tanımlar. Bu sınıflandırmaya göre, Nemli koşullarda kullanım için genel amaçlı levhalar (MDF.H tipi) kullanılmaktadır.

Piyasada bulunan MDF levhaların fiziko-mekanik özellikleri mobilya üreticileri ve tasarımcıları tarafından uygun son kullanımlar için test edilir (Popovska, 2016). MDF levhalar her çeşit mobilya üretiminde, özellikle mutfak, yatak odası, banyo dolabı, salon, masa, sehpa, kapı, baraka, tavan ve taban döşemelerinde dekoratif oyma ve kakma ve diğer tüm yaşam alanlarında kullanılmaktadır (Eroğlu, 1994). Ülkemizde mobilya üretimi imalat sektörünün %4'ünü kapsamaktadır (Kayacıklı ve Emil, 2003). Masif çerçevelerden yapılan mobilyalar, ahşap esaslı levhalar (sunta, yongalevha gibi) mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Göktaş vd., 2004). Hammaddenin niteliği, kullanılan katkı maddeleri, presleme şartları, taslak rutubet miktarı MDF üretiminde nihai ürünün özelliklerine tesir etmektedir (İstek, 2006).

Mobilya ve iç mekan tasarımında doğru tasarımın uygulanabilmesi için kullanılacak malzemelerin, kullanım yeri ve taşınacak yüklere göre malzeme seçiminin yapılması gerekmektedir. Levhaların direnç özellikleri belli limitler dahilinde tahmin edilerek üretilebilir.

Levhalarda kolay işlenebilme, deforme olma olasılığının azlığı, homojen lif dağılımı ile tasarımlarda kalite çıtasını yükseltmektedir. Bunun yanı sıra bu malzemelerin standart boyutlarda üretilmeleri, levhaların endüstriyel uygulamalarında kullanılmalarının da arttırmaktadır (Vlosky ve Wu, 2001).

Bu bakımdan, mobilya ve iç mekân tasarımında kullanılacak olan hammadde ve malzemelerin standartlara uygun ve istenilen kalite ve özelliklerde olması önemlidir. Bu çalışmanın amacı, mobilya ve iç mekânda kullanılan farklı kalınlıktaki ticari orta yoğunluklu lif levhaların, fiziko-mekanik özelliklerini belirlemek, bir biri ile mukayese etmek ve ilgili standartlara uygunluğunu ortaya koymaktır.

## MATERYAL VE METOT

Bu çalışmada, hammadde olarak ticari bir firmadan temin edilen orta yoğunluklu lif levhalardan yaygın olarak kullanılan 5 farklı kalınlıkta (4 mm, 6 mm, 8 mm, 16 mm ve 18 mm) deney numuneleri hazırlanmıştır. Hazırlanan test numuneleri 20°C±2 sıcaklık ve %30±5 bağıl nem de %6 rutubete gelinceye kadar klimatize edilmiştir. Testler, TS EN 325 (1999) TS EN 326-1 (1996) standardı esas alınarak, aynı kalınlık grubu için 5 farklı levhadan kesilen 30 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS 16.0 yazılımı ve Microsoft Office Excel kullanılarak yapılmıştır. MDF levhaların mekanik ve fiziksel özelliklerindeki verilerin dağılımı ve anlamlılık değeri % 95 güven düzeyinde varyans analizi (ANOVA) ve Duncan testi ile analiz edilmiştir. Bu çalışma kapsamında fiziksel ve mekanik özellikler standartlara bağlı kalınarak yapılmıştır;

Yoğunlukların belirlenmesi TS EN 323'e göre hesaplanmıştır. MDF levhalar daire testere yardımı ile 50x50 mm boyutlarında kesilmiş her bir grup için toplam 30 adet örnek hazırlanmıştır. IMAL marka test cihazında örneklerin ağırlık, kalınlık, genişlik ve boy ölçüleri belirlenmiştir. Ölçüleri belirlenen örneklerin yoğunluk değerleri bilgisayar ekranına aktarılarak ölçümler yapılmıştır.

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testleri, TS-EN 310 (1999) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu standarda göre; deney parçalarından genişliği 50 mm uzunluğu ise deney numunesinin kalınlığının 20 katının 50 mm fazlası olacak şekilde hazırlanır. Eğilme direnci iki mesnet üzerine serbest olarak yerleştirilen bir deney parçasına orta yerinden dikey yönde yüklenerek, kırılma anına kadar uygulanan kuvvet esnasında net eğilme sahasındaki sehimin ölçülmesi ile hesaplanan değerdir.

Yüzeye dik çekme direnci, TS-EN 319 (1999) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. MDF levhalar daire testere yardımı ile 50x50 mm boyutlarında kesilmiş ve her bir grup için toplam 30 adet örnek hazırlanmıştır. Metal bloklara termoplastik tutkal yardımıyla yapıştırılmış ve IMAL marka test cihazından uygun program seçilerek, örnekler sırasıyla test makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilmiştir. Numuneye 60-90 sn arasında kopacak şekilde kuvvet uygulanır. Kopma anındaki maksimum kuvvet kayıt edilir.

Yüzey dayanıklılığı testi, TS-EN 311 (2005)'e standardına göre belirlenmiştir. MDF levhalar daire testere yardımı ile 50x50 mm boyutlarında kesilmiş ve her bir grup için toplam 30 adet örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan örneklerin yüzeyine bir biçme aleti vasıtasıyla yüzey tabakası boyunca bir yuvarlak zıvana açılır. Zıvananın çapı 35.7 mm ve ana tabakadaki derinliği 0.3±0.1 mm'dir. Yüzeye yaklaşık 0.3-0.4 gr termoplastik tutkal homojen olacak şekilde sürülür ve deney parçası soğuduktan sonra IMAL marka otomatik bilgisayar kontrollü test cihazına yerleştirilip test gerçekleştirilir.

Su alma ve kalınlığına şişme testi, TS EN 317 (1999) belirtilen standarda göre yapılmıştır. MDF levhaların yüksek nem koşullarına ve uzun süreli su etkisine maruz kalma durumlarında davranışlarını görmek için standart bir uygulama olan 24 saat suda bekletme sonrasında kalınlığına şişme ve su alma testi yapılır. 50x50 mm olarak hazırlanan örneklerin en, boy, kalınlık ve ağırlık ölçüleri belirlenmiştir. Daha sonra örnekler su seviyesi 50 mm olan su tankına konulur. 24 saat su içinde bekletildikten sonra su tankından çıkarılır ve bir havlu ile kurulanır. IMAL marka test cihazında tekrar ölçülerek yüzdece su alma miktarları ve kalınlık artışları belirlenir.

## BULGULAR VE TARTIŞMA

Laboratuvar ortamında elde edilen verilere, basit istatistik analiz uygulanmış ve sonuçlar mekanik ve fiziksek özellik olarak ayrı ayrı tablolar halinde sunulmuştur. Deney levhalarının mekanik özelliklerine ait sonuçlar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1'de yer alan test verilerine uygulanan varyans analizi sonuçları, farklı kalınlıktaki MDF levhalarının yoğunluk değerleri üzerinde  $p<0.000$  önem düzeyinde anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

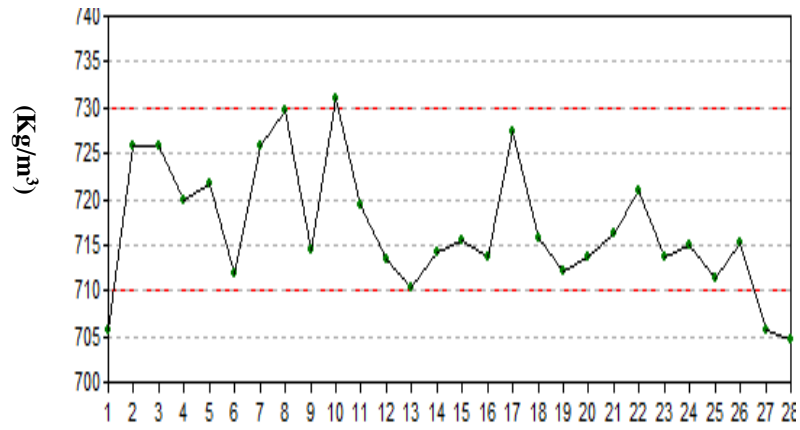
**Tablo 1.** Test Levhalarının Mekanik Özelliklerine İlişkin Analiz Sonuçları<sup>(\*)</sup>

Mekanik özellikler	Kalınlık (mm)	Ortalama (%)	SS <sup>a</sup>	SH <sup>b</sup>	R <sup>c</sup>	VK <sup>d</sup> (%)	P <sup>f</sup>	SD <sup>e</sup>
Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	4	721a*	74,9	43,2	129,5	13,11	<i>p</i> <0,000	560-900
	6	737b	59,4	34,3	105,2	8,32	<i>p</i> <0,000	560-900
	8	741b	36,2	20,8	69,8	5,12	<i>p</i> <0,000	560-900
	16	751c	92,1	53,1	184,2	12,71	<i>p</i> <0,000	560-900
	18	766d	61,2	35,3	120,4	8,73	<i>p</i> <0,000	560-900
Eğilme direnci (N/m <sup>2</sup> )	4	22.23a	2,11	4,47	7,3	9,91	<i>p</i> <0,000	≥23
	6	24.34b	2,12	4,5	9,4	13,51	<i>p</i> <0,000	≥23
	8	29.76c	2,1	4,4	2,1	4,96	<i>p</i> <0,000	≥23
	16	32.64d	1,9	3,6	6,8	13,74	<i>p</i> <0,000	≥22
	18	33.65e	1,9	3,8	6,1	13,61	<i>p</i> <0,000	≥22
Elastikiyet Modülü(N/m <sup>2</sup> )	4	1003.15a	449,8	86,6	844,4	9,75	<i>p</i> <0,000	≥2700
	6	1406.12b	435,8	83,9	1231,7	11,56	<i>p</i> <0,000	≥2700
	8	3096.68c	542,3	104,4	3075,4	14,47	<i>p</i> <0,000	≥2500
	16	3165.13d	605,9	116,6	2978,4	18,88	<i>p</i> <0,000	≥2500
	18	3190.41e	418,6	79,1	2902,3	14,89	<i>p</i> <0,000	≥2500
Çekme direnci(N/m <sup>2</sup> )	4	0.86a	0,20	0,04	0,74	20,77	<i>p</i> >0,005	≥0,65
	6	0.82a	0,27	0,07	1,30	23,76	<i>p</i> >0,005	≥0,65
	8	0.91a	0,18	0,03	0,56	19,25	<i>p</i> >0,005	≥0,65
	16	0.89a	0,13	0,02	1,38	23,44	<i>p</i> >0,005	≥0,55
	18	0.94a	0,13	0,02	0,94	25,73	<i>p</i> >0,005	≥0,55
Yüzey dayanıklılığı(N/m <sup>2</sup> )	4	0.50a	0,10	0,01	0,35	10,72	<i>p</i> <0,000	2700
	6	1.06b	0,15	0,02	0,83	11,32	<i>p</i> <0,000	2700
	8	1.05b	0,14	0,02	0,85	21,31	<i>p</i> <0,000	2500
	16	1.28c	0,33	0,11	1,65	12,82	<i>p</i> <0,000	2500
	18	1.57d	0,21	0,04	1,48	22,21	<i>p</i> <0,000	2500

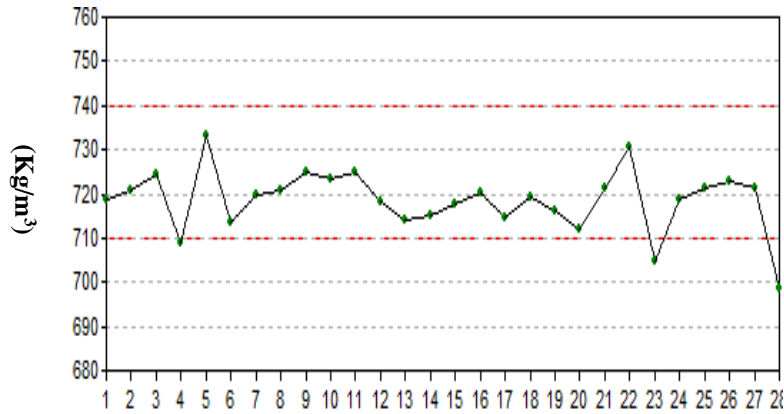
(\*)Numune sayısı: 30, <sup>a</sup>Standart sapma, <sup>d</sup>Standart hata, <sup>c</sup>Dağılım genişliği (%), <sup>d</sup>Varyasyon katsayısı (%), <sup>f</sup>Önem düzeyi, <sup>e</sup>Standart değer.

Tablo 1’de elde edilen veriler, MDF levhaların, mobilya imalatı ve iç tasarımlar da dahil olmak üzere kuru koşullarda kullanım için genel amaçlı levhaların gereksinimlerini karşıladığını göstermiştir. İmal cihazı ile ölçülen farklı kalınlıktaki MDF levhalarının mekanik özelliklerine ait analiz sonuçları incelendiğinde, levha kalınlıkları arttıkça yoğunluk değerlerinde de kısmi bir artış görülmektedir (Tablo 1). 18 mm levhalarda yoğunluk değerleri diğer kalınlıklara nazaran daha yüksek bulunmuştur. Standart özellikleri karşılamak kaydıyla düşük yoğunluklu 4 mm, 6 mm, 8 mm levhalar işleme ve taşıma kolaylığı bakımından iç mekân tasarımında özellikle tavan kaplamalarında kullanılırken, 16 mm ve 18 mm kalınlıklarındaki yüksek yoğunluklu levhalar daha çok mobilya üretiminde avantaj sağlamaktadır. Elde edilen sonuçlar; benzer yoğunlukta üretilmiş lif levhalarla karşılaştırıldığında paralel sonuçların elde edildiği görülmektedir (Özkalaycı, 2017).

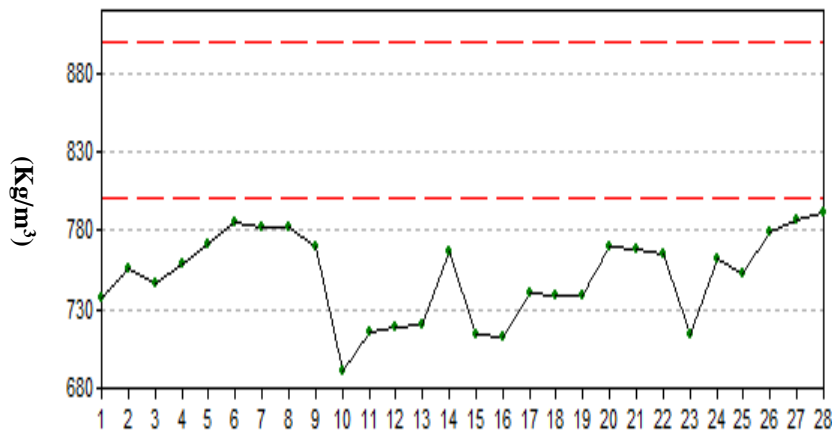
Ham MDF levhalardan elde edilen farklı kalınlıklardaki deney numunelerinin ham levha yoğunluk dağılım grafikleri Şekil 1 (A, B, C, D ve E)’de verilmiştir.



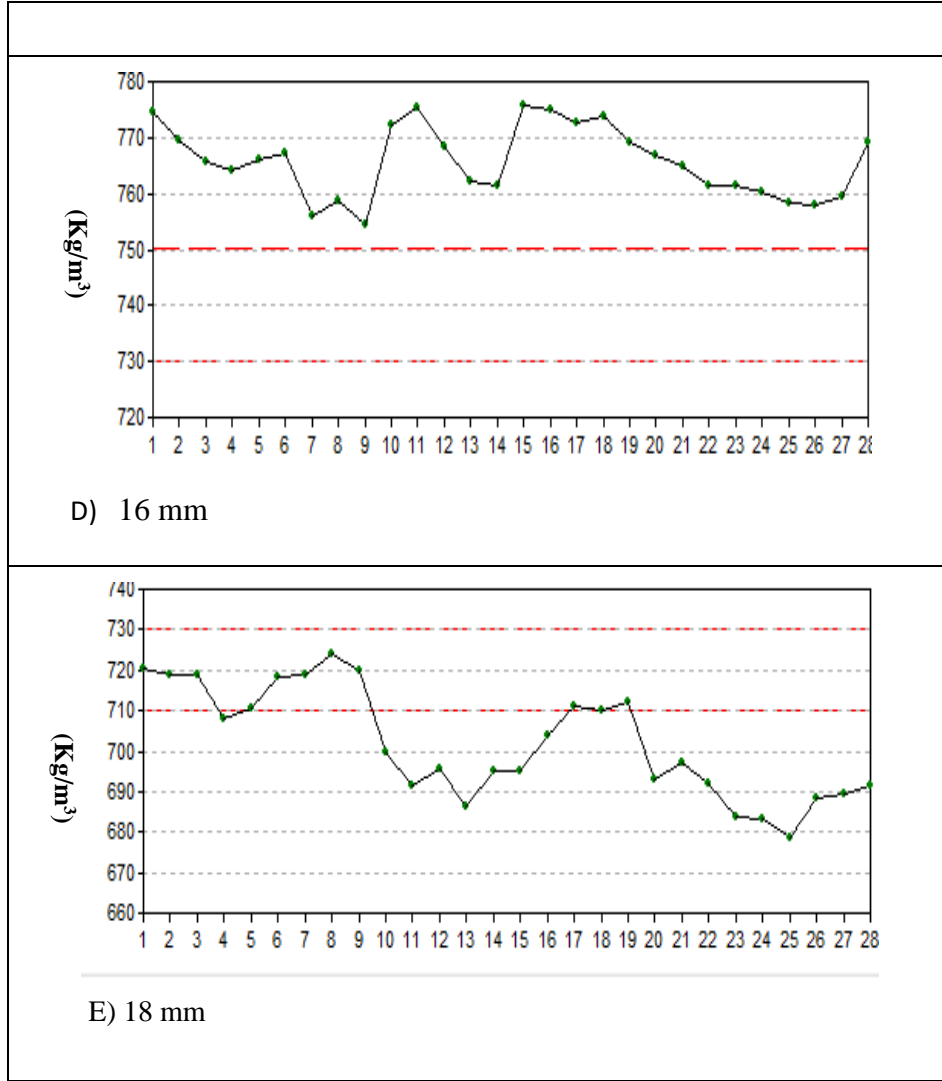
A) 4 mm



B) 6 mm



C) 8 mm



Şekil 1. Ham Levha Yoğunluk Dağılım Grafikleri

Şekil 1’de görüldüğü gibi ham levha yoğunluk dağılım eğrilerinin doğrusal olmadığı gözüksede yoğunluk değerleri belirli sınırlar içerisinde. Yoğunluğun birimi  $\text{kg/m}^3$  olarak ifade edilir ve aynı sınıf levha gruplarında kalınlıklar değişkenlik gösterebilir. Yoğunluğun birim alana düşen lif miktarı farklılık göstermemektedir. Levha içerisinde birim alana düşen lif miktarı değişkenlik gösterdiğinden yoğunluk dağılım grafikleri de farklılık göstermektedir. Farklı kalınlıklardaki MDF levhaların yoğunluk değerleri arzu edilen standartlar içerisinde. Kullanılan odun türü, üretim şartları ve kimyasal miktarları yoğunluk üzerinde etkili olmaktadır.

Eğilme direnci, levhaların mobilya ve iç tasarımdaki kullanım alanlarında, maruz kalacağı yükün miktarını hesaplamada kullanılan en önemli kriterlerden bir tanesidir. (İstek vd., 2015). Tablo 1’de görüldüğü gibi en yüksek eğilme direnci 18 mm kalınlıklı levhalarda ortalama  $33.65 \text{ N/mm}^2$ , en düşük 4 mm kalınlıklı levhalarda  $22.23 \text{ N/mm}^2$  olarak hesaplanmıştır. Eğilme direnci testlerinden elde edilen veriler (Tablo 1) üzerinden yapılan istatistik analiz sonuçları, gruplar arasında  $p < 0.000$  güven düzeyinde anlamlı şekilde etki ettiği görülmektedir. Bu etkinin ortalamalar arasındaki ayrımı Duncan testi ile ortaya konmaktadır.

Tablo 1’de görüldüğü gibi mobilya üretiminde büyük oranda kullanılan 16 mm ve 18 mm levha sınıflarının eğilmede elastikiyet modül değerleri istenilen standart değerlerini karşılamaktadır. Bu durumun bu sınıf levhaların kalınlıklarının diğer sınıf levha gruplarından daha yüksek olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü 18 mm kalınlıklı levhalarda  $3165 \text{ N/mm}^2$ , en düşük 4 mm kalınlıklı levhalarda  $1003 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farkın % 5 yanılma ihtimali ile önemli olduğunu yapılan varyans analizi sonuçları ile ortaya konmuştur (Tablo 1). Farklı kalınlıklarda eğilme direnci değerlerinin standartlarda istenilen değerlerden daha iyi olduğu anlaşılmaktadır. Mobilya üretiminde kullanılan MDF levhalarda kamburluk (dönme) istenmeyen bir özellik olduğundan kullanılan levhalarda eğilme ve elastiklik değerlerinin yüksek olması

istenir. Yüksek eğilme ve elastiklikte MDF levhaların tüm yönlerde homojen bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu homojenlik mobilya üretimi ve iç mekân uygulamalarında daha iyi kullanım için MDF levhaların istenilen yönde kesilmesine olanak sağlamaktadır.

Farklı kalınlıktaki MDF levhalar için yüzeye dik çekme direnci üzerine yapılan varyans analizi sonucuna göre gruplar arasındaki farkın % 5 yanılma ihtimali ile önemli olmadığını ortaya koymuştur. Yüzeye dik çekme direnci ahşap esaslı levhalarda kullanılan tutkalın yeterli yapışma mukavemetini sağlayıp sağlamadığını belirler. Levha kalınlığı arttıkça yüzeye dik çekme direncide paralel olarak artmaktadır. Levha kalınlığı arttıkça yeterli iç yapışmanında artması beklenir. Tüm levha sınıflarında iç yapışma mukavemetinin yeterli olduğu görülmüştür. Çekme direnci için elde edilen değerler, test edilen MDF levhaların mobilya üretimi ve diğer iç mekân elemanlarındaki uygulamalar için TS EN 622-5 standardında kuru koşullar altında genel amaçlar için belirtilen ve en az değer olan 0.55 N/mm<sup>2</sup> değerine göre daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Mobilya ve iç mekân tasarımda kullanılan levhalarda yüzey dayanıklılığı en önemli kriterlerden biridir. Elde edilen sonuçlar TS EN 311 (1999) standartlarına uygundur. Genel olarak üretilen bütün levha sınıflarında yüzey dayanıklılığı direnci; yüzeye dik çekme direnci, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü özellikleri ile benzer sonuçlar göstererek levha kalınlığı arttıkça yüzey sağlamlığı değerleri de kısmi bir artış göstermiştir. Kalınlık azaldıkça yüzey tabakasındaki yapışma kalitesinin de azaldığı düşünülmektedir. Bunun da yüzey dayanıklılığı değerlerini düşürmesi muhtemeldir. Gerçekleştirilen istatistik analizler yüzey dayanıklılığı direnci değerleri arasında anlamlı farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur ( $p < 0.000$ ). Farklı kalınlıktaki MDF levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2.** MDF Levhaların Kalınlığa Bağlı Ortalama Su Alma ve Kalınlığına Şişme Değerleri Analiz Sonuçları<sup>(\*)</sup>

Fiziksel Özellikler	Kalınlık (mm)	Ortalama (%)	SS <sup>a</sup>	SH <sup>b</sup>	R <sup>c</sup>	VK <sup>d</sup> (%)	P <sup>f</sup>	SD <sup>e</sup>
Kalınlığına şişme (24h)	4	17,94c**	14,6	2,6	64,6	84,71	$p < 0,000$	≥15
	6	12,19bc	6,8	1,2	23,3	53,02	$p < 0,000$	≥15
	8	12,15bc	6,1	1,1	23,3	44,03	$p < 0,000$	≥17
	16	5,60a	2,2	0,4	8,5	38,84	$p < 0,000$	≥12
	18	11,26b	7,1	1,3	32,9	60,39	$p < 0,000$	≥12
Su alma (24h)	4	61,88c	12,1	2,2	51,9	19,78	$p < 0,000$	≤40
	6	48,63b	22,1	4,0	64,4	46,07	$p < 0,000$	≤40
	8	62,83c	10,2	1,8	50,8	16,46	$p < 0,000$	≤40
	16	32,50a	15,8	2,8	63,2	49,05	$p < 0,000$	≤40
	18	37,05a	13,9	2,5	53,0	37,04	$p < 0,000$	≤40

<sup>(\*)</sup>Numune sayısı: 30, <sup>a</sup>Standart sapma, <sup>d</sup>Standart hata, <sup>c</sup>Dağılım genişliği (%), <sup>d</sup>Varyasyon katsayısı (%), <sup>f</sup>Önem düzeyi, <sup>e</sup>Standart değer.

Tablo 2 de görüldüğü gibi 24 saat suda bekletildikten sonra kalınlığına şişme değerinin istenilen standart değer altında olması, MDF'nin iç mekân uygulamaları ve mobilya üretimi için bir malzeme olarak kullanıldığında boyutsal stabilitesini garanti eder. 24 saatlik şişme değerleri için TS EN 622-5 standardında kuru koşullar altında genel ve taşıyıcı amaçlar için aranan %12 değerini 4 mm levha grupları dışında diğer tüm levha gruplarının sağladığı anlaşılmıştır. Tablo 2’de görüldüğü gibi su alma miktarlarında ise %40 ‘ın üzerinde bir artışın olması, bu levhaların standartta belirtilen özellikleri karşılamadığını göstermektedir. Farklı kalınlıktaki MDF levhaların 24 saat su alma ve kalınlığına şişme değerleri üzerine yapılan varyans analizi sonucuna göre gruplar arasındaki farkın  $p < 0.005$  önem düzeyinde önemli olduğu Tablo 2’den anlaşılmaktadır. Verilere göre 4 mm, 6 mm ve 8 mm kalınlıklarındaki levhaların su alma değerleri standart limitlerini karşılamadığı anlaşılmıştır. Bu durum levhaların yüksek nemli alanlarda daha uzun süre kullanılmaması gerektiğini gösterir. Kalınlığına şişme ve su alma değerleri yoğunluk, ağaç türü, kullanılan kimyasal (parafin) gibi faktörler tarafından etkilenmektedir (İstek vd., 2015).

Tablo 1ve 2’de yer alan bazı test sonuçları, benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında bir birine paralel sonuçların elde edildiği görülebilir. İstek vd. (2015)’te, 18 mm’lik MDF levhalarda 24 saat suda bekletme sonucu, su alma değerlerini %19.35 ile 43.05 arasında elde ederken, kalınlığına şişme değerlerini %5.24 ile 7.61 arasında elde etmiştir. Yine aynı çalışmada, 18 mm’lik MDF levhalarda yüzeye dik çekme direnci 0.91 ile 1.25 N/mm<sup>2</sup> arasında tespit edilmiştir. Aynı şekilde, Ashori vd, (2009) yüzeye dik çekme direncini 0.17-0.32 N/mm<sup>2</sup>, eğilme direncini 29 N/mm<sup>2</sup> ve elastikiyet modülünü 2582 N/mm<sup>2</sup> olarak ölçtüğü ve bu sonuçların mevcut çalışmadaki aynı test

sonuçlarına yakın olduğu ilgili verilerden görülebilir. Tablo 2’de verilen sonuçlar, benzer yoğunlukta üretilmiş lif levhalarla karşılaştırıldığında, paralel sonuçların elde edildiği görülmektedir (Özkalaycı, 2017). Söz konusu çalışmada, fiziksel özelliklerden 24 saat su alma %23 ve kalınlığına şişme %11 olarak hesaplanmıştır.

## SONUÇ VE ÖNERİLER

MDF levhaların temel fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi ve söz konusu levhaların, pürüzsüz ve kompakt bir yüzeye sahip olması, hem mobilya üretimi hem de iç mekân tasarım uygulamaları ve farklı estetik tasarımlar için oldukça önemlidir. Bu çalışmada da farklı kalınlıklardaki MDF levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin arzu edilen kalite standartlarına, mobilya ve iç mekân tasarım alanlarına uygunluğu araştırılmıştır.

Yapılan çalışma sonuçları, genel olarak levha kalınlıkları arasındaki farklılığın fiziksel ve mekanik özelliklerde beklenen ölçüde bir değişim göstermediği belirlenmiştir. Kalınlıklar arasındaki test sonuçlarının biri birine yakın olmasından dolayı bu levhaların kullanımında maliyet ve hammadde sarfiyatı açısından daha uygun olan düşük kalınlıktaki MDF’lerin değerlendirilmesinin de mümkün olduğu anlaşılmaktadır.

Testlerde mobilya ve iç mekânlara uygunluğu araştırılan beş farklı kalınlıktaki levha gruplarının belirlenen özelliklerinin, istenen kalite düzeyini karşıladığı anlaşılmıştır. Özellikle mekanik özellikler bakımından bu çalışmada kalitesi belirlenen beş farklı kalınlıktaki MDF levhaların piyasada satılan ticari MDF levha gruplarına nazaran genel olarak daha iyi kalitede olduğu tespit edilmiştir. Bilindiği gibi, mobilya üretiminde kullanılan lif levha ve yongalevhaların belirli özellikleri taşıması standartlarla zorunlu hale getirilmiştir. MDF levhalardan yapılan mobilyaların kalitesi, ürünün özelliklerine, kaplama malzemesine ve kalınlığa bağlı olarak tasarlanan konstrüksiyona ve birleştirme gücüne dayanır. Bununla birlikte orta yoğunluklu lif levhalar, iyi fiziksel ve mekanik özellikleri, kolay işlenmeleri ve pürüzsüz yüzeyleri nedeniyle mobilya üretimi ve iç mekân uygulamaları için en hızlı kullanılan ahşap esaslı ürünlerden biridir.

Sonuç olarak, MDF levhaların daha uzun ömürlü kullanımı için yoğun rutubetli ortamlarda uygulanmasından kaçınılması önerilebilir. Banyo alanları gibi bu tür uygulamalarda, mobilya üreticileri ve iç mimarlar, tüm kullanım süresi boyunca ürünlerin iyi boyutsal stabilitesini sağlayacak olan yüksek nem koşullarında uygulama için MDF H tipi levha kullanmayı önerebilir.

## KAYNAKLAR

- Ashori, A., Nourbakhsh, A., & Karegarfard, A., (2009): Properties of medium density fiberboard based on bagasse fibers. *Journal of composite materials*, 43(18), 1927-1934. DOI: [10.1177/0021998309341099](https://doi.org/10.1177/0021998309341099).
- Eroğlu, H., & Usta, M. (2000). Lif Levha Üretim Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 200/30, ISBN: 975-6983-10-8, KTU Matbaası, Trabzon.
- Eroğlu, H. (1994). Lif Levha Endüstrisi, Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Yayın No:45.
- Göktaş, O., Özen, E., Çolak, AM., & Günsel, U. (2004). Ağaç Levhalardan Yapılan Vidalı Birleştirmeli Rafların Yüzeye Dik (Lateral) Yük Taşıma Performansları, *Teknoloji*, Cilt 7, Sayı 3, 445-453.
- İstek, A., Muğla, K., & Yazıcı, H. (2015). Mobilya üretiminde kullanılan ticari MDF levhaların özellikleri. *Selçuk-Teknik Dergisi*, 14(2), 333-343.
- İstek, A., Aydemir, D., & Aksu, S. (2010). The effect of décor paper and resin type on the physical, mechanical, and surface quality properties of particleboards coated with impregnated décor papers. *BioResources*, 5(2), 1074-1083. <https://dx.doi.org/0http://hdl.handle.net/11772/13749>
- İstek, A. (2006). Sert Lif levhaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Sıcaklık ve Basıncın Etkisi, *Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8 (10), 29-35.
- İstek, A., & Eroğlu, H. (2002). Buğday Saplarından (*Triticuma estivum* L.) Sert Lif Levha Üretimi, *II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 1038-1041, Artvin.
- Kayacıklı, T., & Emil, T. (2003). Dünyada ve Türkiye’de Mobilya Sektörü, İTO Yayınları, ISBN 975-512-720-8, İstanbul



Özkalaycı, A. (2017). Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Odun Esaslı Levhaların Teknolojik Özelliklerinin Araştırılması. KSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (basılmamış), Kahramanmaraş, s:55.

EN 622-1. (2003). Fibreboards. Specifications. General requirements.

EN 622-5 (2009). Fibreboards. Specifications. Requirements for dry process boards (MDF).

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

TS EN 319, Nisan (1999).Yongalevhalar ve Lif Levhalar Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.

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

TS EN 311 (1999). Ahşap Esaslı Levhalar - Yüzey Sağlamlığı - Deney Metodu. TSE, Ankara

TS EN 325, Nisan (1999). Ahşap Esaslı Levhalar – Numune Boyutlarının Ölçümü, 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

Vlosky, R., & Wu, Q. (2001). A brief look at raw material usage in the furniture and cabiner industries in the southern United States Forest Prod. J. 51(9): 25–29.

VJ Popovska, B., Iliev., & I, Spiroski. (2016). Characteristics of Medium Density Fiberboards for Furniture Production and Interior Application. Journal of Architecture and Design, <http://dx.doi.org/10.3889/seejad.2016.100>