



# STATİK YÜK ALTINDA DEMONTE TİPİ KİTAPLIKLARDA OLUŞAN SÜNME DEĞERİ ANALİZİ

Ali Naci TANKUT<sup>1</sup>, Abdurrahman KARAMAN<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, 74100, Bartın

<sup>2</sup>Uşak Üniversitesi, Banaz MYO, Ormancılık Bölümü, Banaz, Uşak  
nacitankut@yahoo.com, abdurrahman.karaman@usak.edu.tr

## ÖZET

Bu çalışmada, farklı bağlantı elemanları ve ahşap kompozit malzemeler ile üretilmiş demonte tipi kitaplıkların statik yük altında sünme özellikleri araştırılmıştır. Deneysel örnekler ahşap esaslı kompozit levhalardan, yongalevha (YL) ve orta yoğunlukta lif levhalardan (MDF) hazırlanmıştır. Bağlantı elemanı olarak trapez, plastik dübelli minifiks, metal dübelli minifiks, metal T bağlantı, pipo bağlantı ve ay bağlantı elemanları kullanılarak kitaplıklar üretilmiştir. Üretilen demonte kitaplıkların kullanımını esnasında, kritik yükler dikkate alınarak kitaplık rafları 6 ay statik yüke maruz bırakılmıştır. Deneysel sonuçlarına göre en yüksek sünme değeri yongalevha (YL) ile plastik dübelli minifiks birleştirmelerinde (1.321 mm), en düşük, MDF ile trapez birleştirmelerinde (0.577 mm) elde edilmiştir. MDF ve metal dübelli minifiks bağlantı elemanı kullanılarak üretilen kitaplıkların, yongalevha (YL) ve plastik dübelli minifiks bağlantı elemanı kullanılarak üretilen kitaplıklardan daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** MDF, Yongalevha, Bağlantı elemanı, Ahşap kompozit malzeme, Sünme

## THE ANALYSIS OF CREEP VALUE INCURRED UNDER STATIC LOAD IN DEMONTE TYPE BOOKCASES

### ABSTRACT

In this study, the creep properties of demonte bookcases, which are produced with different fasteners and wood based materials were investigated. Particleboard (YL) and medium density fiberboard (MDF) were used as wooden composite materials and also trapez connector with metal parts, metal minifix connector with metal peg, metal minifix connector with plastic peg, metal T connector, pipe type connector, and corner fitting were used as connectors. Demonte bookcases were exposed to static loading for six months by considering the critical loads which could effect while in service use. According to the results, the highest creep value was obtained particleboard (YL) with metal minifix connector with plastic peg combination as 1,321 mm, the lowest creep value was obtained medium density fiberboard (MDF) with trapez connector with metal combination as 0,577 mm. It was determined that the bookcase produced by using medium density fiberboard (MDF) and metal trapez connector better than the bookcase produced by using particleboard (YL) and metal minifix connector with plastic peg combination.

**Keywords:** Medium density fiberboard, Particleboard, Fastener, Wood composite, Creep.

## 1. GİRİŞ

Mobilya imalatında genel olarak, kutu, çerçeve ve kombine olmak üzere üç temel konstrüksiyon kullanılmaktadır. Tablaların kullanıldığı mobilyalar kutu (panel) tipi, masif çerçevelerin yer aldığı mobilyalar çerçeve (iskelet) tipi, hem kutu hemde çerçeve tipinin birlikte kullanıldığı mobilyalar ise kombine konstrüksiyonlu mobilyalar olarak tanımlanmaktadır (Efe, 1994). Mobilya konstrüksiyonların da çeşitli bağlantı ve bağlama teknikleri kullanılmaktadır. Rasyonel tasarımda, bağlantı elemanları ve birleştirme tekniklerinin kabul edilebilir mukavemet özellikleri önceden bilinmelidir (Efe, 1994). Mobilya tasarımında, mekanik özellikleri ve performansı iyi olan kompozit levhaların kullanılması gerekliliğini belirtmiştir (Eckelman, 1999).

Konstrüksiyonda uygulanan birleştirmelerin stabilizesi ve mukavemeti, mobilya sisteminin mukavemetini etkiler (Efe, 1998). Mobilyanın, kullanım esnasında maruz kalacağı yükleri taşıyabilmesi için mühendislik tasarımın hassas ve doğru bir şekilde yapılmasını belirtmiştir (Oflozoğlu, 2006). Kullanım esnasında yüke maruz kalan malzemenin yapısında oluşan gerilmelerin, teorik olarak hesaplanabilmesi için o malzemeye ait gerilme deformasyon denkleminin deneysel olarak tayin edilmesi ile mümkün olabilmektedir (Erman, 1974). Rafların sabitlenmesinde aralıktan yapılan vidalamanın, ayrıca rafların sabitlenmesinde vidanın uzunluğunun ve kitaplığın ön cumbasına yapılan kalınlaştırmanın da rafların sehimini azalttığı belirtilmiştir. Elastikiyet modülü yüksek malzemelerin kullanılmasının ve levha kalınlığının artırılmasının mevcut tasarımların performanslarını geliştireceği ve orta yoğunluklu lif levha (MDF) rafların, yongalevha raflarına göre daha dirençli olduğu belirtilmiştir (Denizli, 2001). Ahşap esaslı kompozit levhalar ile ahşap kirişler arasındaki sünme ile ilgili yapılan bir çalışmada, en çok sünmenin kontrplak levhasında en az ise MDF levhasında elde edildiği belirtilmiştir (Jang, 1995). Sünme ile yapılan bir çalışmada %30'luk bir yükleme sonucu toplam sünmenin iki yılsonunda elastik deformasyonun % 212'si kadar bir değere ulaştığını belirtmiştir (Pierce et al., 1985).

Dirençlerinin %10 ve %20 oranında yüklemeye maruz bırakılan yongalevha örnekleri 15 günün sonunda; % 10 oranında yüklenen örneklerde toplam sünme, elastik deformasyonun % 48'i, % 20 oranında yüklenen örneklerde ise toplam sünme, elastik deformasyonun % 53'ü oranında olmuştur (Haygreen et al., 1975). Kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelerin mekanik özellikleri ile ilgili çalışmada, tutkalsız (demonte) birleştirmelerin tutkallı (sabit) birleştirmelere mukavemet açısından üstünlük sağladığı bildirilmiştir (Şafak, 2006). Kutu konstrüksiyonlu mobilyalarda minifiksli köşe birleştirmelerin moment taşıma performansların araştırıldığı çalışmada; malzeme çeşidi ve birleştirme elemanı ikili etkileşimine göre, çekme ve basınç deneylerinde en iyi sonucu metal dübelli kontrplak malzeme vermiş, en kötü sonuçun ise metal dübelli yongalevha malzemedede elde edilmiştir (Aslan, 2006). "32 mm Kutu Konstrüksiyonlu Köşe Birleştirmeleri İçin Optimum Kavela Mesafeleri" adlı çalışmada yonga levha ve MDF köşe birleştirmeleri basınç ve çekme yükleri altında test edilmiştir. Basınç ve çekme testlerinde MDF köşe birleştirmelerin yongalevhadan daha dayanıklı olduğu belirtilmiştir (Tankut, 2005). Mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında uygulanan geleneksel ve alternatif birleştirmelerin mekanik özelliklerini belirlemek için yapılan bir çalışmada; esnek birleştirme sağlayan alternatif bağlantı elemanları ile yapılan birleştirmeler, rijit birleştirme sağlayan geleneksel birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur (Örs ve Efe, 1998).

Tankut (2006), yaptığı çalışmasında; lamineli yonga levha ve MDF malzemelerinde metal trapez, plastik trapez, minifiks, köşe bağlantı, rafix ve pipo birleştirme elemanları ile yapılan köşe birleştirmelerinde çekme ve basınç testleri yapmıştır. Deneysel sonuçlarına göre; malzeme, yükleme ve birleştirme tipinin demonte birleştirmelerin direnci üzerine önemli ölçüde etkili olduğunu belirtmiştir. Çekme dirençlerinin basınç dirençlerinden daha büyük sonuçlar verdiğini, hem çekme hem de basınç testlerinde MDF köşe birleştirmelerin yongalevha köşe birleştirmelerinden ortalama % 22 daha dirençli olduğunu açıklamıştır. En büyük direnci MDF'li metal parçalı trapez birleştirmelerin, en küçük direnci ise yongalevhalı rafiks birleştirmelerin gösterdiğini ortaya koymuştur. Yongalevhada hem çekme hem de basınçta; en büyük direnci metal trapezin gösterdiğini, onu da sırasıyla köşe bağlantı, plastik trapez, pipo, minifiks ve rafiksiz izlediğini açıklamıştır.

Liflevhada çekme deneylerinde en büyük direnci aynı şekilde metal trapezin, onu da sırasıyla köşe bağlantı, pipo, plastik trapez, minifiks ve rafiksin izlediğini; basınç deneylerinde ise en büyük direnci yine metal trapezin, onu da sırasıyla köşe bağlantı, minifiks, plastik trapez, pipo ve rafiksin izlediğini belirtmiştir (Tankut, 2006).

Bu çalışmanın amacı, demonte tipi kitaplıkların statik yükleme sonucu raflarında oluşan sünme miktarını tespit etmek ve ayrıca kitaplık üretiminde kullanılan kompozit levha tipi ve birleştirmede kullanılan bağlantı elemanlarının, raf sünme miktarına etkilerinin belirlenmesidir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Ahşap Esaslı Kompozit Malzemeler

Deneylerde ahşap esaslı levha olarak, 18 mm kalınlığında yongalevha (YL) ve orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve 4 mm kalınlığında orta yoğunlukta liflevha (MDF) kullanılmıştır. Tablo 1’de ahşap esaslı kompozit levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri verilmiştir (Bozkurt ve ark., 1987).

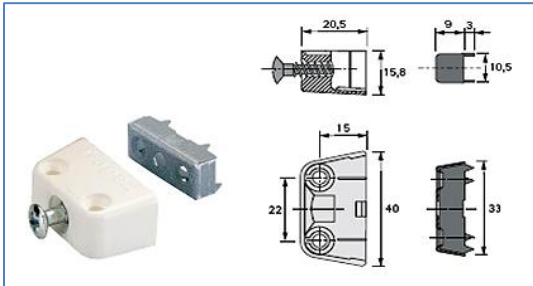
Tablo 1. Kullanılan malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri.

Malzeme	Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	Rutubet (%)	Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> )
MDF	0.62	7.1	32.12	2780
YL	0.58	6.9	16.58	1822

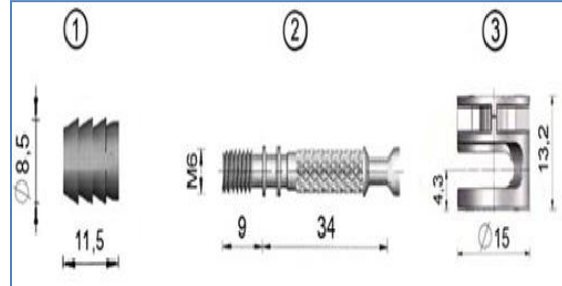
Tablo 1’de demonte tipi kitaplıkların üretiminde kullanılan ahşap esaslı kompozit levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri verilmiştir. Mobilyanın mukavemeti kullanılan malzemelerin fiziksel ve mekanik özelliklerine göre değişim gösterebilir.

### 2.2. Bağlantı Elemanları

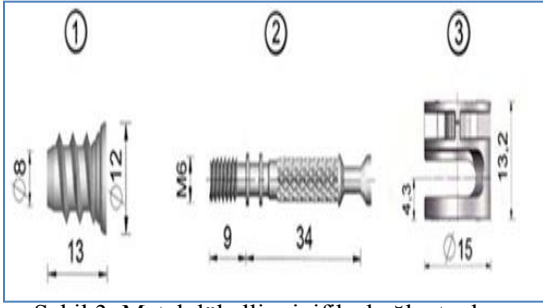
Demonte tipi kitaplıkların konstrüksiyonunda Trapez bağlantı elemanı (Şekil 1), Plastik dübelli minifiks bağlantı elemanı (Şekil 2), Metal dübelli minifiks bağlantı elemanı (Şekil 3), Metal T bağlantı elemanı (Şekil 4), Pipo bağlantı elemanı (Şekil 5) ve Ay bağlantı elemanı (Şekil 6) kullanılmıştır (Hettich International, 2000).



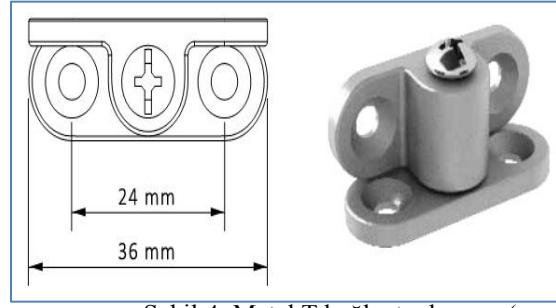
Şekil 1. Trapez bağlantı elemanı (mm)



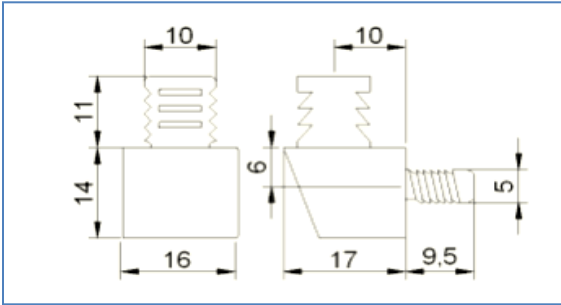
Şekil 2. Plastik dübelli minifiks bağlantı elemanı  
(1) Plastik dübel, (2) Eksantrik mil (3) kafa (mm)



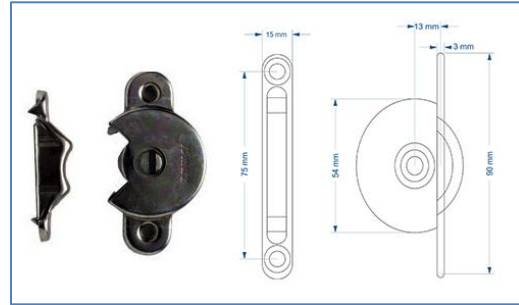
Şekil 3. Metal dübelli minifiks bağlantı elemanı



Şekil 4. Metal T bağlantı elemanı (mm)

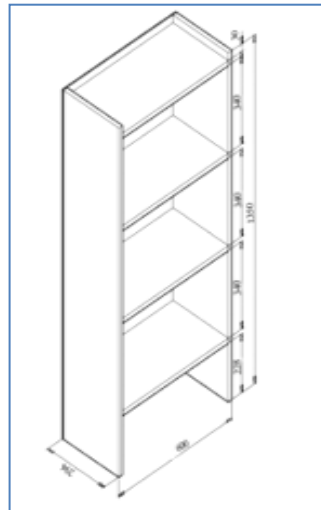


Şekil 5. Pipo bağlantı elemanı (mm)



Şekil 6. Ay bağlantı (mm)

Demonte tipi kitaplık yapımında 2 çeşit ahşap esaslı kompozit malzeme (MDF ve YL) Tablo 2'deki kesim listesine göre çizicili yatar daire makinesinde kesilmiştir. Montaj için gerekli delik işlemleri, çoklu delik makinesinde açılmıştır. Farklı bağlantı elemanları (trapez, plastik dübelli minifiks, metal dübelli minifiks, metal T bağlantı, pipo bağlantı ve ay bağlantı) kullanılarak bu parçaların montajı yapılmıştır. Arkalıkların, 3,5×16 vida kullanılarak sadece yan tablalara montajı yapılarak Şekil 7'deki gibi demonte tipi kitaplıklar üretilmiştir.



Şekil 7. Demonte tipi kitaplık

### 2.3. Deney Öneklerine Yük Konulması

Deney örneklerin hazırlanmasında 2 malzeme çeşidi ve 6 farklı bağlantı elemanı kullanılarak, 4 raflı kitaplıklar hazırlanmıştır.

Güç ve mobilya kararlılığı (Strength and stability of furniture, british education) standartlarına (BS4875;1975) göre mm<sup>2</sup> ye normal olarak 2.5 kg yük konulması ön görülmektedir. Deney yükü olarak ağırlığı 2600 gr, yeknesak ve homojen yapıda briket tuğlalar kullanılmıştır. Her bir rafa, rafın ön ve arka kenarından 50 mm içeride ve yan kenarından ise 32 mm olacak şekilde toplam 15 adet briket tuğlası yerleştirilmiştir. Şekil 8’ deki demonte tipi kitaplıktaki her bir rafa toplam 39 kg yük ve toplam ise dört rafa 156 kg yük konulmuştur.



Şekil 8. Deney örneklerine yük konulması.

### 2.4. Sehim Ölçülerin Alınması

Sehim ölçümlerinde, 0.001 mm hassasiyetinde ölçüm yapabilen Şekil 9’daki komparatörler kullanılmıştır. İlk önce kitaplık rafların yük konulmadan önceki sehim ölçümleri yapılmıştır. Her bir rafa 39 kg yük konulup elastik deformasyonu saptamak amacı ile anlık sehim ölçümleri alınmış ve bu ölçümler 15, 30 ve 60 dakika arayla tekrarlanarak yapılmıştır. Sünme performansını saptamak amacı ile toplamda yüklü halde 180 günlük ölçüm yapılmış, ölçüm aralıkları ilk hafta her gün, daha sonra haftalık ve aylık ölçümler alınarak deneyler tamamlanmıştır.



Şekil 9. Komparatörler ile sehim ölçümlerin yapılması (mm).

## 2.5. Sünme

Cisimlerin sabit yük altında zamana bağlı şekil değiştirmelerine sünme denmektedir. Ahşap ve kompozitleri yük altında uzun süreli bırakıldığında sünme meydana gelir. Sünme deneylerinin büyük bir kısmı küçük kirişler üzerinde yapılmaktadır. Kirişler orta noktalarından sabit bir yüklemeye maruz bırakılmakta ve aynı noktadaki eğilmeler belirli bir zaman dilimi içinde kayıt edilmektedir. Ahşap ve ahşap kompozit malzemelerin sünme miktarı Eşitlik 1 ile hesaplanmaktadır (Güntekin 2003).

$$H = \frac{d_t - d_0}{d_0} \quad (1)$$

Burada; H= bağıl sünme (mm),  $d_t$  = t zamandaki deformasyon (mm),  
 $d_0$ = ilk elastik deformasyon (mm).

## 2.6. İstatiksel Analiz

Deneylerden elde edilen veriler SPSS paket programında değerlendirilmiştir. Araştırma kapsamında incelenen etki faktörleri arasındaki farkın belirlenmesinde MANOVA varyans analizi kullanılmış ve gruplar veya kademeler arasındaki farkların anlamlı ( $P < 0,05$ 'e göre) bulunması durumunda Duncan testi uygulanarak değerler arasındaki fark karşılaştırılmıştır. Belirlenen ortalama, üst ve alt değerleri, varyans analizlerine ilişkin değerler, varyans analizinde anlamlı (%95 güven düzeyinde) bulunan gruplara ilişkin Duncan testine ait sonuçlar tablolar halinde verilmiştir.

## 3. BULGULAR

Denemeler sonucunda elde edilen sünme değerleri Tablo 3'de verilmiştir. En düşük sünme değeri (0,577 mm) ile MDF ve trapez bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen demonte tipi kitaplıklarda, en yüksek sünme değeri (1,321 mm) ile yongalevha (YL) ve plastik dübelli minifiks bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen demonte tipi kitaplıklarda belirlenmiştir.

Tablo 3. Kitaplıkların 6 ay statik yük altında oluşan sünme değerleri.

Malzeme Çeşidi	Bağlantı Çeşidi	Ortalama (mm)	Minimum (mm)	Maksimum (mm)	Standart Sapma
MDF	TÇ	0,577	0,526	0,629	0,041
	MP	0,622	0,571	0,674	0,060
	MM	0,597	0,545	0,649	0,014
	T	0,692	0,641	0,744	0,015
	P	0,686	0,634	0,737	0,056
	AY	0,603	0,552	0,655	0,074
	TÇ	1,187	1,136	1,239	0,078
YL	MP	1,321	1,269	1,372	0,068
	MM	1,181	1,129	1,232	0,052
	T	1,212	1,161	1,264	0,080
	P	1,251	1,199	1,303	0,084
	AY	1,169	1,117	1,220	0,043

(TÇ: Trapez, MP: Plastik Dübelli Minifiks, MM: Metal Dübelli Minifiks, T: Metal T Bağlantı, P: Pipo Bağlantı, AY: Ay Bağlantı).

Farklı bağlantı çeşidi ve malzeme çeşidi kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyaların, sünme değerlerine ait MANOVA varyans analizi sonuçları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Sünme değerlerine ait MANOVA varyans analizi sonuçları.

Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P<%5
Malzeme Çeşidi (A)	2	18,198	9,099	3407,000	0,000
Bağlantı Çeşidi (B)	6	0,061	0,010	3,796	0,003
Etkileşim A*B	12	0,097	0,008	3,024	0,002
Hata	63	0,168	0,003		
Toplam	84	53,408			

MANOVA varyans analizi sonuçlarına göre, malzeme çeşidi, bağlantı çeşidi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimlerinin sünme miktarına etkilerinin 0,05 hata payı ile istatistiksel anlamda önemli olduğu tespit edilmiştir. Bu kapsamda farklılıkların gruplar arasında önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 5, Tablo 6 ve Tablo 7’de verilmiştir. Farklı harfler P<0,05 önem düzeyinde ortalamalar arasında fark olduğunu göstermektedir.

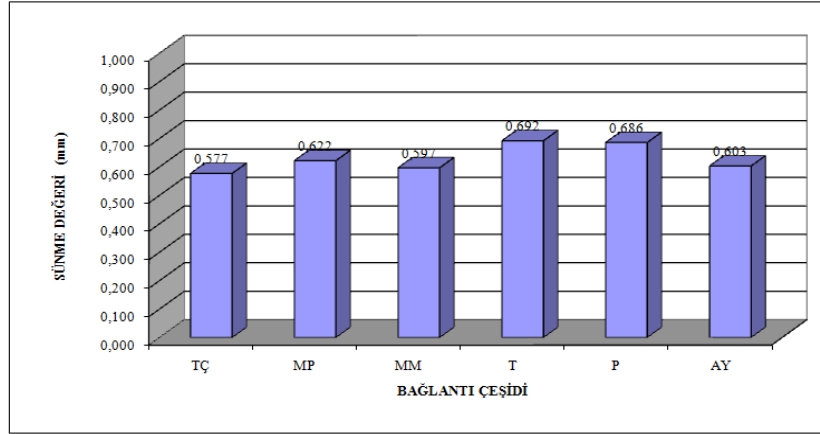
Bağlantı çeşidinin, sünme değerine ait ortalamaların karşılaştırılması Tablo.5’de verilmiştir.

Tablo 5. Sünme değerlerinde bağlantı çeşidine ait Duncan testi sonuçları.

Bağlantı çeşidi	X (mm)	HG
Trapez	0,882	A
Ay bağlantı	0,886	A
Metal dübelli minifiks	0,889	A
Metal T bağlantı	0,952	B
Pipo bağlantı	0,969	B
Plastik dübelli minifiks	0,972	B

Yapılan Duncan testi sonucuna göre uygulanan trapez, ay bağlantı, metal dübelli minifiks elemanları arasındaki farklılık %95 güven düzeyinde anlamsız yani aralarında fark yoktur ve aynı grup içerisinde yer aldıkları görülmüştür. Ayrıca, % 95 güven düzeyinde metal T bağlantı, pipo bağlantı ve plastik dübelli minifiks bir grup olarak görülmektedir.

Tablo 5’deki bağlantı çeşidine göre sünme değeri, plastik dübelli minifiks bağlantı (0,972 mm), trapez birleştirmelerden (0,882 mm), % 10.20 daha yüksek çıkmıştır. Bağlantı türüne ait elde edilen sünme ortalamaları Şekil 10’da gösterilmiştir.



Şekil 10. Bağlantı çeşidi sünme değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması.

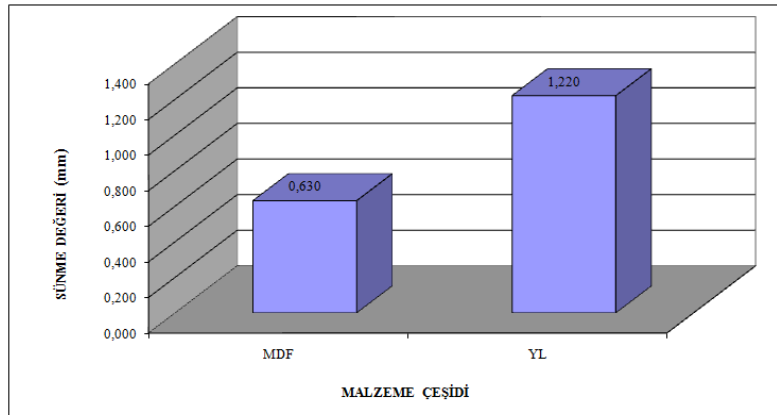
Malzeme çeşidinin, sünme değerine ait ortalamaların karşılaştırılması Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Sünme değerlerinde malzeme çeşidine ait Duncan testi sonuçları.

Malzeme çeşidi	X (mm)	HG
MDF	0,630	A
YL	1,220	B

Malzeme çeşidi değerleri arasındaki farklılık %95 güven düzeyinde anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Malzeme çeşidine göre sünme değeri, yongalevhada (YL) (1,220 mm), MDF'den (0,630 mm), % 94 daha yüksek çıkmıştır. Malzeme çeşidine ait elde edilen sünme ortalamaları Şekil 11'de gösterilmiştir.

Şekil 11'de görüldüğü gibi malzeme çeşitlerinin ortalama sünmeye karşı gösterdikleri performansları elastiklik modülleri ile ilişkili olarak, önce MDF, sonra yongalevha (YL) olarak sıralanmıştır.



Şekil 11. Malzeme çeşidi sünme değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması.



Tablo 7. Bağlantı ve malzeme çeşidi faktörlerin sünme miktarına ait Duncan testi sonuçları (mm).

Etkileşimler	Ortalama	Homojenlik Grubu	Etkileşimler	Ortalama	Homojenlik Grubu
MDF-TÇ	0,577	A	YL-AY	1,169	B
MDF-MM	0,597	A	YL-MM	1,181	B
MDF-AY	0,603	A	YL-TÇ	1,187	B
MDF-MP	0,622	A	YL-T	1,212	B
MDF-P	0,686	A	YL-P	1,251	B
MDF-T	0,692	A	YL-MP	1,321	B

(TÇ: Trapez, MP: Plastik Dübelli Minifiks, MM: Metal Dübelli Minifiks, T: Metal T Bağlantı, P: Pipo Bağlantı, AY: Ay Bağlantı).

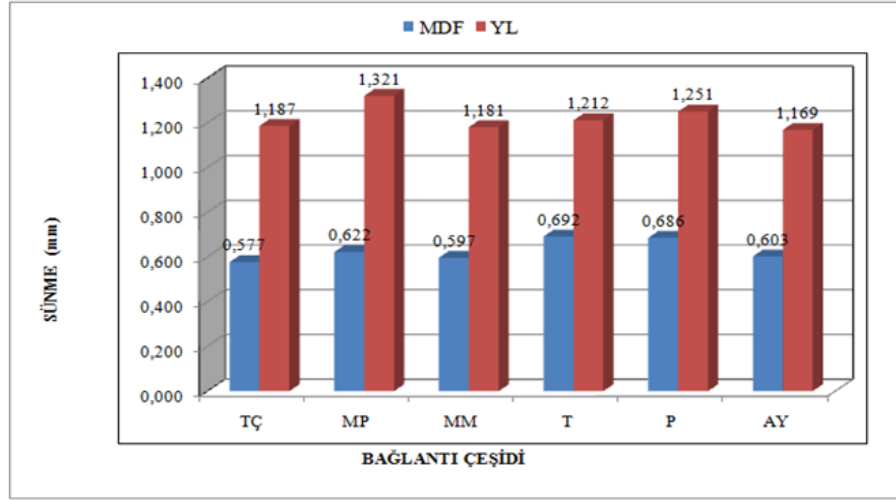
Bağlantı çeşidi ve malzeme çeşidi etkileşiminin sünme değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Bağlantı ve malzeme çeşidi etkileşimine göre sünme ortalama değerleri (mm).

Bağlantı Çeşidi	Malzeme çeşidi	
	MDF	YL
Trapez	0,577	1,187
Plastik Dübelli Minifiks	0,622	1,321
Metal Dübelli Minifiks	0,597	1,181
Metal T Bağlantı	0,692	1,212
Pipo Bağlantı	0,686	1,251
Ay Bağlantı	0,603	1,169

Tablo 8’de malzeme çeşidine göre sünme değeri, yongalevhada (YL) (1,220 mm), MDF’den (0,630 mm), % 94 daha yüksek çıkmıştır. Malzeme çeşidine ait elde edilen sünme ortalamaları Şekil 11’de gösterilmiştir.

Tablo 8’ de görüldüğü gibi MDF panel kullanılarak yapılan kitaplık raflarında en iyi performansı trapez bağlantı elemanı ile yapılan birleştirmeler, en kötü performansı ise metal T bağlantı elemanı ile yapılan birleştirmeler vermiştir. Yongalevha (YL) panel kullanılarak yapılan kitaplıklarda ise en iyi performansı ay bağlantı ile yapılan birleştirmeler, en kötü performansı ise plastik dübelli minifiks bağlantı elemanı ile yapılan birleştirmeler vermiştir.



Şekil12. Bağlantı çeşidi ve malzeme çeşidi etkileşiminin sünme değerlerine ait ortalamaların karşılaştırılması.

Bağlantı çeşidi ve malzeme çeşidi etkileşimine ait grafikte (Şekil 12)'de görüldüğü gibi Bağlantı çeşidi ve malzeme çeşidi etkileşimi bakımından, en düşük sünme değeri MDF ve trapez bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyalarda (0,577 mm), en yüksek sünme değeri ise yongalevha ve plastik dübelli minifiks ağırlantı elemanı kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyalarda (1,321 mm) belirlenmiştir. Yongalevha (YL) ve plastik dübelli minifiks bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyalarda sünme değeri, MDF ve trapez bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyalardan % 128.94 daha yüksek çıkmıştır.

#### 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Malzeme çeşidi bakımından; en düşük sünme değeri MDF'de, en yüksek sünme değeri yongalevhada (YL) bulunmuştur. Sünme değeri yongalevhada (YL), MDF'den % 94 daha fazla çıkmıştır.

Bağlantı elemanı çeşidi bakımından; en düşük sünme değeri trapez bağlantı elemanında, en yüksek sünme değeri plastik dübelli minifiks bağlantı elemanında bulunmuştur. Sünme değeri plastik dübelli minifiks bağlantı elemanında, trapez bağlantı elemanından % 10.20 daha fazla çıkmıştır.

Bağlantı çeşidi ve malzeme çeşidi etkileşimi bakımından; en düşük sünme değeri MDF ve trapez bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyada, en yüksek sünme değeri yongalevha (YL) ve plastik dübelli minifiks bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyada belirlenmiştir.

Sünme değeri, yongalevha (YL) ve plastik dübelli minifiks bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyada, MDF ve trapez bağlantı elemanı kullanılarak imal edilen kutu konstrüksiyonlu mobilyadan % 128,94 fazla bulunmuştur.

Deneysel çalışmalar ve ile yapılan analizler, gerilmeler ve deformasyonların en fazla birleştirme elemanlarında olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuç da yapılacak ürün tasarımlarında ahşap kompozit malzemelerin kullanım yerlerinde karşılaşılabilecekleri olası yüklere karşı uygun konstrüksiyon seçiminin yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Gressel aynı yükleri uygulayarak yaptığı bir karşılaştırmada MDF'deki sünme miktarının yongalevhadan % 24 daha fazla olduğunu belirtmiştir (Gressel, 1972).

Levha kompozitleri ile ahşap kirişler arasındaki sünme bir çalışma incelemiş ve bu amaçla yongalevha, MDF ve kontrplak örnekleri ahşap kirişlere çivi ile birleştirilmiştir. Bu malzemeler içinden en çok sünme gösteren kontrplak, en az sünme gösteren ise MDF olmuştur (Jang, 1995).

Yapılan bir araştırmada değişken rutubet şartları altında yapılan denemelerde MDF'deki sünme miktarı yonga levhadan daha yüksek bulunmuştur (Seco et al., 1998).

Montaja hazır mobilya birleştirmelerin performansları konulu bir çalışmada, MDF ile yapılmış birleştirmeler yongalevha ile yapılmış birleştirmelere göre, direnci % 21 ve esnekliği % 31 oranında daha yüksek bulunmaktadır. MDF ile yapılmış birleştirmelerde bu yüksek direnç ve esneklik MDF'nin daha yüksek yoğunluğa, elastikiyet modülüne ve vida tutma direncine sahip olmasına bağlı olabileceği ifade edilmiştir (Güntekin, 2003).

Tankut (2006), yaptığı çalışmasında; lamineli yongalevha ve MDF malzemelerinde metal trapez, plastik trapez, minifiks, köşe bağlantı, rafix ve pipo birleştirme elemanları ile yapılan köşe birleştirmelerinde çekme ve basınç testleri yapmıştır. Deney sonuçlarına göre; malzeme, yükleme ve birleştirme tipinin demonte birleştirmelerin direnci üzerine önemli ölçüde etkili olduğunu belirtmiştir. Hem çekme hem de basınç testlerinde MDF köşe birleştirmelerin yonga levha köşe birleştirmelerinden ortalama % 22 daha dirençli olduğunu açıklamıştır. En büyük direnci MDF'li metal parçalı trapez birleştirmelerin, en küçük direnci ise yongalevhalı rafiks birleştirmelerin gösterdiğini ortaya koymuştur.

Çalışmanın sonucuna göre demonte tipi kitaplık üretimi yapan işletmeler malzeme tercihini MDF, bağlantı elemanı tercihini ise trapez bağlantı elemanından yana kullanmalıdırlar.

Rekabetin ve küreselleşen dünyanın acımasız kesin kuralları mobilya sektöründe yeni tasarımlara olan ihtiyacın artmasına yol açmıştır. Bu rekabet ortamında diğer işletmelerin bir adım önüne geçebilmek ancak tasarım ve analiz programlarının etkin bir şekilde kullanımı sayesinde mümkün olabilir. Yapılan bu çalışmanın ileride yapılacak bu tarz çalışmalara temel teşkil etmesi düşünülmekte, farklı ahşap kompozit türleri, konstrüksiyon şekilleri ve birleştirme elemanları için de araştırmalar yapılması önerilebilir.

## KAYNAKLAR

- Aslan, E. 2006. Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyalarda Minifiksli Köşe Birleştirmelerin Moment Taşıma Performanslarının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü ABD. Ankara, Türkiye.55-56 s.
- Bozkurt, Y. and Göker Y. 1987. Ağaç Malzemenin Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3445/388, İstanbul.
- BS 4875. 1975. Strength and Stability of Domestic and Contact Furniture- Part 3: Cabinet Furniture
- Denizli, N. 2001. Improving the Strength and Durability of Panel-Based Cabinet Furniture. Ph. D. Thesis, Purdue University, West Lafayette, Indiana, USA.
- Eckelman, C.A. 1999. Designing High Quality Furniture with Wood Composites., West Lafayette, Indiana, USA. Purdue University Paper. p.42-47.
- Efe, H. 1994. Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği ABD, Trabzon, Türkiye. 13-43s.

- Efe, H. 1998. Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı. Politeknik Dergisi. 1(1-2), 41-54 s.
- Erman, B. 1974. Nonlinear Ortotropik Malzemelerin Zamana Bağlı Davranışı. İTÜ İnşaat Fakültesi, Boğaziçi Matbaası, İstanbul.
- Gressel, V.P. 1972. The Effect of Time Climate and Loading Conditions on The Bending Behavior of Wood-Base Materials. Part III. Discussion of Results. Holz als Rohund Werkstoff. 30, 479.
- Güntekin, E. 2003. Montaja Hazır Mobilya Birleştirmelerinin Performansları. Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi. (2), 37-48.
- Haygreen, J. Hall, H. Yang, K. and Sawicki, R. 1975. Studies of Flexural and Creepbehavior in Particleboard under Changing Humidity Conditions. Wood and Fiber. 7(2), 74-90.
- Hettich International. 2000. Mobilya Aksesuarları ve Uygulamaları, Almanya, s:8.49-58,
- Jang, S. 1995. Mechanical characteristics of Dowel Joints under Cyclic Loads. Mogjae Ganghak-Journal of the Korean. Wood Science and Technology. (4): 91-95.
- Oflazoğlu, C. 2006. Mobilyada Mühendislik Tasarımına Yönelik Bilgisayar Yazılımlarının Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Bölümü ABD, Zonguldak, Türkiye. 27-27s.
- Örs, Y., ve Efe, H. 1998. Mobilya (Çerçeve Konstrüksiyon) tasarımında bağlantı elemanlarının mekanik davranış özellikleri. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22: 21–27
- Pierce, C.B., Dinwoodie, J.M., and Paxton, B.H. 1985. An İmproved Model for Prediction of Creep Deflection. Wood Science and Technology. 5(19), 83-91.
- Seco, J., And Barra, M. 1998. Long-term deformation of MDF panels under alternating humidity conditions. Wood Science and Technology. 6,43-57
- Şafak, R. 2000. Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Mekanik Özellikler. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü ABD. Ankara, Türkiye.12-15 s.
- Tankut, A.N. 2005. Optimum Dowel Spacing for Corner Joints in 32 mm Cabinet Construction. Forest Product Journal.. 55(12), 100-104.
- Tankut, N. 2006. Resistance of corner joints connected with different RTA fasteners in cabinet construction. Forest Productd Journal, 56 (4) : 5-40.