



# Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

## Farklı Ahşap Malzemelerden Elde Edilen Kavelalar İle Birleştirilmiş “L” Tipi Mobilya Köşe Birleştirmelerin Moment Taşıma Kapasitelerinin Belirlenmesi

<sup>a</sup> Abdurrahman KARAMAN, Mehmet Nuri YILDIRIM <sup>b\*</sup>

<sup>a</sup> Ormancılık Bölümü, Banaz Meslek Yüksekokulu, Uşak Üniversitesi, Uşak, TÜRKİYE

<sup>b</sup> Tasarım Bölümü, Safranbolu Meslek Yüksekokulu, Karabük Üniversitesi, Karabük, TÜRKİYE

\* Sorumlu yazarın e-posta adresi: mnyildirim@karabuk.edu.tr

### ÖZET

Bu çalışmada, farklı ağaç malzemelerden elde edilen kavelalar kullanılarak hazırlanmış L-tipi mobilya birleştirmelerinin moment taşıma kapasiteleri araştırılmıştır. Çalışmada, birleştirme elemanı olarak Kestane (*Castanea sativa*), Meşe (*Quercus petraea Lieble*), DoğuKayını (*Fagus orientalis Lipsky*) ve Dişbudak (*Fraxinus excelsior L.*) odunlarından elde edilen kavelalar kullanılmıştır. Ahşap esaslı malzemelerden melamin plaka ile kaplanmış yonga levha (Lam-YL) ve orta yoğunlukta lif levha (MDF-Lam) konstrüksiyon malzemesi olarak seçilmiştir. Yapıştırma işleminde fiziksel olarak kuruyan ve mobilya endüstrisinde en çok kullanılan polivinilasetat (PVAc-D3) tutkalı kullanılmıştır. Deneyler ASTM-D1037 standartlarına göre statik yük altında gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, diyagonal çekme yükü altında en yüksek moment taşıma kapasite değeri dişbudak kavelada (82.19 N.m), en düşük moment taşıma kapasitesi değeri ise kestane kavelasında (51.15 N.m) olduğu belirlenmiştir. Diyagonal basınç yükü altında en yüksek moment taşıma kapasite değeri dişbudak kavelada (36.84 N.m), en düşük moment taşıma kapasitesi değeri ise kestane kavelasında (22.98 N.m) olduğu tespit edilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre, basınç ve çekme yükü altında moment taşıma kapasitesi ortalama değeri üzerinde levha tipi ve kavela malzeme çeşidinin etkileri  $p < 0.05$  önem düzeyinde anlamlı iken, ikili etkileşim grupları incelendiğinde aralarında farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Levha türü sonuçlarına göre ise en yüksek değer melamin plaka ile kaplanmış orta yoğunlukta lif levha (MDF Lam), en düşük ise melamin plaka ile kaplanmış yonga levhada (Lam-YL) elde edilmiştir. Mobilya mukavemetinde önem arz eden “L” köşe birleştirmelerinde MDF-Lam malzemesi ve dişbudak kavelası ile birleştirilmiş konseptin kullanılması önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** L tipi birleştirmeler, Kavela, Moment Taşıma Kapasitesi

## Determination of Moment Carrying Capacities Of “L” Type Furniture Corner Joints Combined with Dowels Obtained from Different Wood Materials

### ABSTRACT

In this study, moment carrying capacities of L-type furniture joints prepared using dowels obtained from different wood materials were investigated. Dowel pins which are obtained from Turkish Beech (*Fagus*

Orientalis Lipsky), Oak (Quercus Petraea Lieble), Chestnut (Castanea SativaMill) and Ashen(Fraxinus Excelsior L.) were used as the wooden particleboard coated (Sunta-Lam) and medium density fiberboard coated (MDF-Lam) with melamine sheet. These dowel pins wood-based materials were selected as construction materials. In the joining process, polyvinyl acetate (PVAc-D4) glue which is the most used in the furniture industry and physically dries quickly was used. The tests were carried out under static load according to the principles specified in the ASTM-D1037 standard. It is aimed to determine the moment transfer in the effect of diagonal pulling and diagonal pushing forces of corner join. As a result of the study, the highest moment carrying capacity value under diagonal tensile load was found in the ashen dowel (82.19 N.m) and the lowest moment carrying capacity value was found in the chestnut dowel (51.15 N.m). Under the diagonal pressure load, the highest moment carrying capacity value was found in the ash dome (36.84 N.m) and the lowest moment carrying capacity value was found in the chestnut dowel (22.98 N.m). According to the sheet type results, the highest value was obtained at medium density fiberboard surfaced with melamine sheet (MDF Lam) and the lowest at particleboard surfaced with melamine sheet (Lam YL). It can be suggested to use the medium density fiberboard material and concept joined with the ashen dowel at the corner joints that are important in furniture strength.

*Keywords:L-Type Joints, Dowel, Bending Moment Capacity,*

## I. GİRİŞ

**K**onutlarda veya işyerlerinde kullanılan mobilyalar kullanım amacına bağlı olarak farklı mekanik zorlamalar etkisinde kalmaktadır. Bu zorlamalarda, etkili olan kuvvetin şekli ve şiddetine göre mobilya elemanlarının birleşme yerlerinde açılma ve gevşeme, elemanlarda eğilme, çatlama veya kırılma gibi deformasyonlar meydana gelmektedir. Bu deformasyonların en aza indirilmesi için, tasarım ve üretim sürecinde çeşitli konstrüksiyonlar uygulanmaktadır [1]. Mobilya üretiminde genellikle, kutu, çerçeve ve kombine olmak üzere üç tip konstrüksiyon kullanılmaktadır. Üretiminde tablaların kullanıldığı kutu, masif çerçevelerin yer aldığı çerçeve, her iki malzeme grubunun yer aldığı kombine konstrüksiyonlar olarak tanımlanmaktadır [2].

Mobilya üretiminde kullanılan malzemelerin; fiziksel ve mekanik etkilere karşı davranışın önceden bilinmesi, tasarımcı, üretici ve kullanıcılara teknik, estetik ve ekonomik yararlar sağlamaktadır. Gerek tasarım gerekse buna dayalı bilimsel çalışmalarda; malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri ile birleştirmelerinin dirençlerine ait veriler kullanılmaktadır [3]. Mobilya ürünlerin mekanik davranış özellikleri, genellikle elemanların üretildiği malzemeler ile bu elemanları birbirine bağlamada uygulanan birleştirme tekniklerine bağlıdır. Mobilya elemanların bağlanmasında; farklı türde bağlantı elemanları kullanılmaktadır. Bu türlerden biri de kavela ile yapılan birleştirme türüdür. Kavelalı birleştirmeler tutkallı olarak uzun yıllar kullanılmaktadır. Bu birleştirme tekniği, düşük maliyetli ve yüksek mukavemet özelliklerine sahip olması nedeniyle seri üretim ve atölye tipi üretim yapan mobilya işletmelerinde yaygın olarak tercih edilmektedir [4]. Kutu konstrüksiyonlu tutkallı köşe birleştirmelerinde en yüksek mukavemetin kavelalı birleştirme tipinde sağlandığını bildiren çok sayıda çalışma bulunmaktadır [5,6,7,8].

Kutu konstrüksiyonlu sistemlere ait birleştirmelerin test edilmesinde genellikle “L”ve “T” tipi birleştirmelerden yararlanılmaktadır. Birleştirmelerin bağlantı yerleri tabla eksenleridoğrultusunda; çekme, eğilme ve makaslama, tabla köşegenleri doğrultusunda iseburulma yüklerinin etkisinde kalmaktadır. Kutu sistemler kullanım esnasında belirtilen dış etki kuvvetlerinin muhtemel etkilerine

dayanım gösterebilmelidirler. İstenilen mukavemet değerlerini karşılayabilecek uygun mobilya tasarımı, mobilya birleştirmelerinde kullanılan bağlayıcıların tutma dirençlerinin yaklaşık değerlerle önceden bilinmesini tahmin etmeyi gerektirmektedir [3,9].

Yonga levha ve MDF den mekanik bağlantı elamanları ve kavela kullanılarak hazırlanan 'L' tipi köşelere uygulanan basınç (kapanma) etkisinde kavelalı birleştirmelerin daha iyi performans gösterdiğini bildirmişlerdir [10]. Kenarları masifli ve yüzeyleri kaplamalı yonga levhalardan birleşme yüzeylerine PVAc tutkalı sürülerek, kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı birleştirilerek elde edilen 'L' tipi köşelere basma ve çekme testleri uygulanmış, çekme ve basma direnci en yüksek kavelalı birleştirmelerde tespit edilmiştir [5].

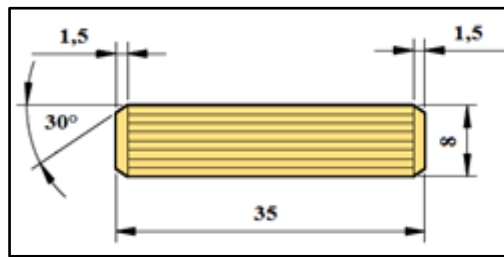
Bu çalışmada, ahşap esaslı melamin plaka ile kaplanmış yonga levha (Lam-YL) ve orta yoğunlukta lif levha (MDF-Lam) ve farklı ahşap malzemelerden üretilmiş kavelalar ile birleştirilen L tipi köşe birleştirmelerin diyagonal çekme ve basınç kuvvetleri etkisindeki moment taşıma kapasitesinin değerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## II. MATERYAL

### *A KAVELA*

Deneylerde mobilya endüstrisindeki yaygın kullanımları göz önüne alınarak kavela malzemesi olarak Kestane (*Castanea Sativa*), Meşe (*Quercus Petraea Lieble*), Doğu Kayını (*Fagus Orientalis Lipsky*), Mill) ve Dişbudak (*Fraxinus Excelsior L.*) odunları seçilmiştir. Kerestelerin seçiminde; 1. Sınıf, kuru, paralel lifli, mantar ve böcek zararlarına uğramaması gibi olumsuz etkiler göz önünde bulundurulmuştur.

Kavela, TS 4539 [11] esaslarına uygun olarak 35 mm boy ve 8 mm çapında, düz yivli yüzey şeklinde kestane, meşe, Doğu kayını ve dişbudak ahşap malzemelerinde elde edilmiştir (Şekil 1).



*Şekil 1. Kavela ölçüleri (mm.) [11].*

### *B TUTKAL*

Yapıştırma işleminde polivinilasetat (PVAc-D3) kullanılmıştır. PVAc-D3 tutkalın teknik özellikleri; yoğunluğu  $1.1 \pm 0.02 \text{ g/cm}^3$  ve viskozitesi  $25^\circ\text{C}$  sıcaklıkta  $13000 \pm 2000 \text{ mPas}$ 'tır [12].

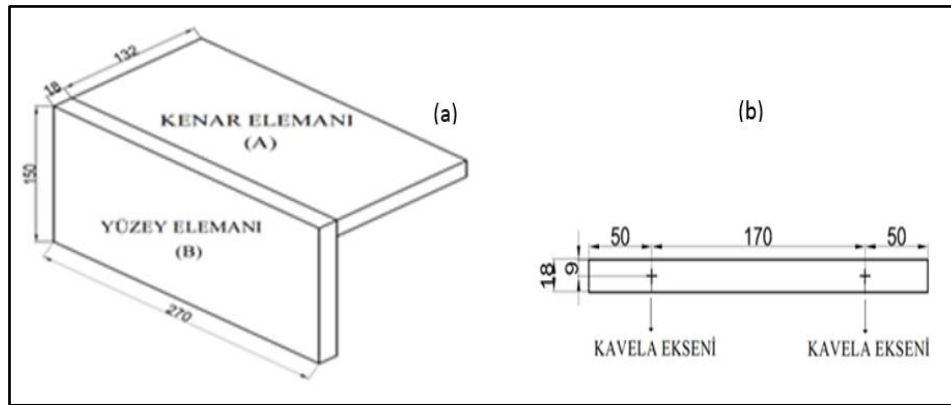
## C DENEY ÖRNEKLERİN HAZIRLANMASI

Her gruptan rastgele ahşap ve ahşap esaslı kompozit malzemelerden ilgili standartlara göre örnekler alınmış ve her bir mekanik test için 10' adet deney örneği hazırlanmıştır. Daha sonra fiziksel özelliklerinden yoğunluk;masif malzemeler için TS 2472 [13], kompozit ağaç malzemeler için de TS EN 323'de [14], rutubet (r) masif ağaç malzemelerde TS 2471 [15], kompozit ağaç malzemelerde TS EN 322 [16], mekanik özelliklerden eğilme direnci;masif ağaç malzemeler için TS 2474 [17], kompozit ağaç malzemeler için ise TS EN 310 [18] ve eğilmede elastikiyet modülü;masif ağaç malzemelerde TS 2478 [19], kompozit ağaç malzemelerde ise TS EN 310 [18] üniversal test cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Deney örneklerinin kalınlıkve uzunluklarının tespitinde 0.01 mm hassasiyetteki dijital kumpas kullanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

**Tablo1.** Kullanılan ahşap ve ahşap esaslı malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri.

Malzeme Çeşidi	Rutubet (%)	Tam Kuru Yoğunluk ( $g/cm^3$ )	Yoğunluk ( $g/cm^3$ )	Eğilme Direnci ( $N/mm^2$ )	Elastikiyet Modülü ( $N/mm^2$ )
Kestane	8.41	0.46	0.48( $r \cong 8$ )	70.10	6768
Meşe	8.61	0.74	0.76( $r \cong 8$ )	118.50	12161
Doğu Kayını	8.49	0.69	0.71( $r \cong 8$ )	122.90	12462
Dişbudak	8.42	0.65	0.69( $r \cong 8$ )	120.00	13400
Lam-YL	6.57	0.57	0.65( $r \cong 6$ )	15.00	4435
MDF-Lam	5.90	0.77	0.79( $r \cong 6$ )	26.51	4347

Deney örnekleri hazırlanırken daha önce yapılmış çalışmalardan yararlanılmıştır [20,21,22,23]. Her bir deney örneği 18 mm kalınlığındaki MDF-Lam ve Lam-YL levhalardan 270 x 132 mm (A) ve 270 x 150(B) mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Kavela deliği merkezleri, parça kesitinin kenarlarından genişlik yönünde 50' şer mm içeride simetrik olacak şekilde ve kalınlık yönünde ise orta ekseninde olacak şekilde ayarlanmıştır. A grubu elemanların cumbalarına merkezleri 50 mm içeriden ve parça kalınlığının ortasında olacak şekilde 8 mm çapında, 20±1 mm derinliğinde, B grubu elemanların yüzeylerine cumbalardan merkezleri 50 mm, maktan yüzeye merkezi 9 mm içeride, 8 mm çapında, 15±1 mm derinliğinde ikişer adet kavela deliği açılmıştır. Tutkallama işleminde ortalama 180±10  $g/m^2$  (PVAc-D3) tutkalı sürülmüştür. Test örneğinin birleştirme detayı Şekil 2'de gösterilmiştir.

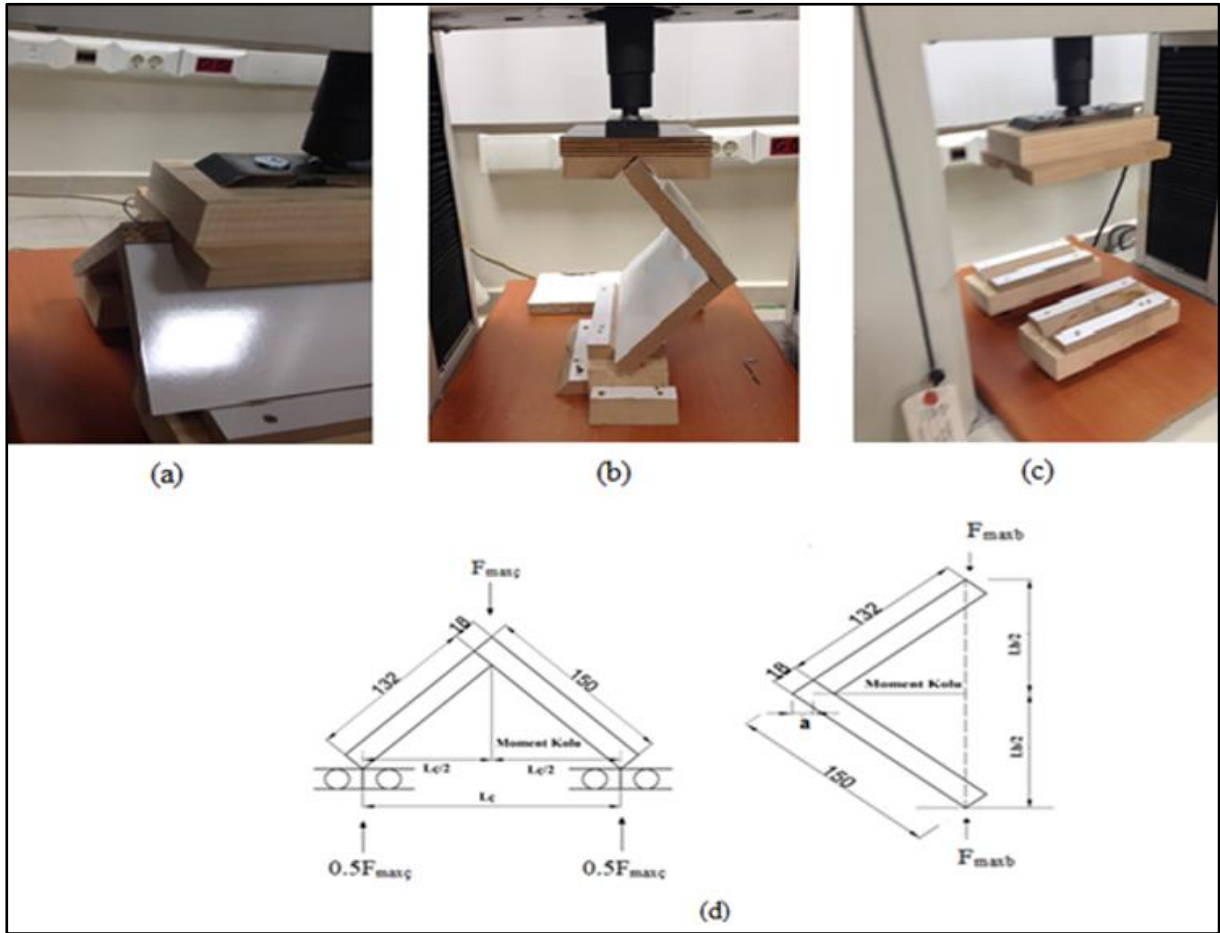


**Şekil 2.**(a) L-tipi köşe birleştirme deney örneği ve (b)kavela delik eksen mesafeleri(mm).

“L” tipi deneylerde, 2 levha tipi (Lam-YL, MDF-Lam), 4 farklı kavala malzeme çeşidi (Doğu Kayını, Meşe, Kestane ve Dişbudak), 2 yükleme tipi ve 10 adet yineleme, toplam 160 adet ( $2 \times 4 \times 2 \times 10 = 160$ ) deney örneği hazırlanmıştır.

### III. METOD

Testler ASTM-D1037 [24] standartlarına göre statik yük altında gerçekleştirilmiştir. Karabük Üniversitesi Safranbolu Meslek Yüksekokulu Ahşap Kültürünü Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarında bulunan 50 KN yük hücreli test cihazında yükleme hızı 5 mm/dk olacak şekilde ayarlanmıştır. Deneyler normal oda koşullarında  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  gerçekleştirilmiş olup, diyagonal çekme ve basınç deneylerinde deney örnekleri, deney düzeneği ve yükleme şekli Şekil 3’de verilmiştir.



**Şekil 3.** (a) Diyagonal çekme deney örneği, (b) diyagonal basınç deney örneği, (c) diyagonal çekme ve basınç deney düzeneği, (d) deney örneklerine yük uygulama noktaları (mm).

Moment kolları dik üçgen bağlantısından yararlanılarak çekme için  $L_\zeta = 80.61$  (mm), basınç için  $L_{bk} = 93.34$  (mm) olarak hesaplanmıştır. Birleştirmelerin performansı, deney yükleri ve koşulları altında taşınan momentler olarak alınmış ve her bir örnek tarafından diyagonal çekme ve basınç yükleri altında taşınan momentler hesaplanmıştır. Diyagonal basınç deneyinde moment kolu ( $L_{bk}$ ) Eşit. 1’e, moment ( $M_b$ ), Eşit. 2’ye ve diyagonal çekme deneylerinde ise moment ( $M_\zeta$ ), Eşit. 3’e göre hesaplanmıştır.

$$L_{bk} = \sqrt{(150)^2 - (0.5 \times L_b)^2} - a \quad 1$$

$$M_b = F_{maxb} \times L_{bk} \quad 2$$

$M_b$ = Basınç yükü altında taşınan moment (N.m),  $F_{maxb}$ = Göçme anındaki maksimum kuvvet (N),  
 $L_{bk}$ = Moment kolu (93.34 mm),  $a$ = 12.73 mm'dir.

$$M_\zeta = \frac{F_{max\zeta}}{2} \times L_\zeta \quad 3$$

$M_\zeta$ = Çekme yükü altında taşınan moment (N.m),  $F_{max\zeta}$  = Göçme anındaki maksimum kuvvet (N),  
 $L_\zeta$ = Moment kolu (80.61 mm).

### İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Basınç ve çekme yükleri altında taşınan moment kapasitelerinde, levha tipinin etkilerini belirlemek için; ortalama değerler, “t” testi, kavela malzeme çeşidinin etkilerini belirlemek için ise çoğul varyans (ÇVA) analizi kullanılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde etki derecesi Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

## IV. BULGULAR VE TARTIŞMA

Ahşap esaslı levhalardan (MDF Lam, Lam YL) ile çeşitli ağaç türü odunlarından elde edilen kavelalar kullanılarak hazırlanan “L” tipi köşe birleştirme deney örneklerinin diyagonal çekme ve basınç deneyleri sonucunda elde edilen moment taşıma kapasitesi ortalama değerleri Tablo 2’de ve değerlere ilişkin çoğul varyans(ÇVA) analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo 2.** Diyagonal çekme ve basınç deneyleri sonucu elde edilen moment taşıma kapasiteleri.

Kavela Malzeme Çeşidi	Moment Taşıma Kapasitesi (N.m)											
	Diyagonal Çekme						Diyagonal Basınç					
	Levha Tipi											
	Lam-YL			MDF-Lam			Lam-YL			MDF-Lam		
X <sub>ort.</sub>	S <sub>td.</sub>	HG	X <sub>ort.</sub>	S <sub>td.</sub>	HG	X <sub>ort.</sub>	S <sub>td.</sub>	HG	X <sub>ort.</sub>	S <sub>td.</sub>	HG	
Kestane	43.16	1.55	F	59.13	2.12	E	19.62	2.53	D	26.29	3.39	C
Meşe	57.55	2.06	E	77.70	2.79	C	27.03	2.58	C	35.68	3.41	B
Doğu Kayını	62.63	2.25	D	86.32	6.22	B	28.84	2.56	C	39.80	3.53	B
Dişbudak	69.76	2.75	D	94.61	10.58	A*	31.21	2.53	B	42.46	3.70	A*

X<sub>ort.</sub>: Ortalama Değer      S<sub>td.</sub>: Standart Sapma      HG: Homojenlik Grup      \*: En yüksek diyagonal çekme ve basınç direnci değerini ifade etmektedir.

Tablo 2 incelendiğinde levha tipine göre diyagonal çekme ve basınç yüklemeleri altında taşınan ortalama moment değeri en yüksek MDF-Lam, en düşük değer ise Lam-YL bulunmuştur. MDF-Lam levha'nın Lam-YL levha'ya göre daha başarılı olması, özgül ağırlığının yüksek olması, kendi içyapısındaki moleküller arasındaki kohezyon çekim kuvvetinin kuvvetli olması ve tutkal ile kavela

malzemesi arakesitinde adezyon kuvvetinin yüksek olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bunun sebebi ise MDF-Lam'ın özgül ağırlığının Lam-YL göre daha yüksek olmasından ve teknolojik özelliklerinin daha üstün olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatür taramasında kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmeleriyle ilgili yapılan birçok çalışmada lif levhaların eğilme direnci, elastikiyet modülü ve çekme direncinin, yonga levhalardan daha yüksek olduğu belirtilmiştir [25,26,27,28,29].

Kavela malzeme çeşidi bakımındandıagonal çekme ve basınç yüklemeleri altında taşınan moment değeri sırasıyla dişbudak kavela, doğu kayını kavela, meşe kavela ve kestane kavela elemanlarında olduğu belirlenmiştir. Dişbudak kavela bağlantı elemanı ile hazırlanan deney örneklerin çekme yükü altında moment taşıma kapasitesi ortalama değerinin, kestane kavela ile hazırlanan deney örneklerine göre %60 daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Dişbudak malzemede üretilen kavelalardamaksimum kavela çekme değerinin elde edilmesinin sebebi, dişbudak ahşap malzemenin; halkalı traheli bir yapıda olması ve elastikiyet modülüdeğerinin yüksek olması etkili olduğu söylenebilir. Ahşap malzemenin yoğunluğu ile yapışma direncinin orantılı olduğu, yoğunluğun fazla olması etkili faktör olduğunu bildirmişlerdir [30-31].

Levha tipi ve kavela malzeme çeşidi etkileşimi bakımından; diyagonal çekme ve basınç yüklemeleri altında taşınan ortalama en yüksek moment değeri MDF-Lam ile dişbudak kavela bağlantı elemanı kullanılarak hazırlanan deney örneklerinde, en düşük değeri ise Lam-YL ile kestane kavela bağlantı elemanı kullanılarak hazırlanan deney örneklerinde belirlenmiştir. Mobilyalarda, kavela tutma performansını etkileyen faktörler; kavelanın malzeme içerisindeki yapışma yüzey alanı, malzemeye açılan kavela deliği duvarlarının yüzey pürüzlülüğü, kullanılan malzemenin yoğunluğu ve sertliğidir.

**Tablo 3.** Levha tipi ve kavela malzeme çeşidinin moment taşıma etkilerine ilişkin çoğul varyans (ÇVA) analizi.

	Varyans Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kareler	F Değeri	P<0.05
<b>Diyagonal Çekme</b>	Levha Tipi	1	8957.451	8957.451	393.497	0.000
	Kavela Malzeme Çeşidi	3	10486.986	3495.662	153.563	0.000
	LT x KMÇ	3	240.149	80.050	3.517	0.019
	Hata	72	1638.985	22.764		
	Toplam	80	400618,225			
<b>Diyagonal Basınç</b>	Levha Tipi	1	1760.814	1760.814	187.152	0.000
	Kavela Malzeme Çeşidi	3	2186.528	728.843	77.467	0.000
	LT x KMÇ	3	69.323	23.108	2.456	0.070
	Hata	72	677.411	9.408		
	Toplam		83400.152			

LT: Levha Tipi

KMÇ: Kavela Malzeme Çeşidi

Varyans analizi sonuçlarına göre, deney örneklerin diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükü altında moment taşıma kapasitesi ortalama değerleri üzerinde levha tipi ve kavela malzeme çeşidinin etkileri %95 güven düzeyinde güvenilirlikte ( $p<0.05$ ) önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Yani deney örneklerin diyagonal çekme ve basınç yükü altında moment taşıma kapasitesi ortalama değerleri ile kavela malzeme çeşidi arasında anlamlı bir farklılık göstermektedir. Ancak, diyagonal basınç altında ikili etkileşim grupları incelendiğinde aralarındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Deney örneklerin diyagonal çekme ve basınç yükü altında moment taşıma kapasitesi ortalama değerleri ile levha tipi-kavela malzeme çeşidi ikili etkileşim arasında anlamlı bir farklılık göstermemektedir.

## DEFORMASYONLAR

Basınç deneylerinde deformasyonların ana konstrüksiyonu oluşturan MDF-Lam ve Lam-YL malzemelerinde gözlemlenirken, çekme deneylerinde ise kavela malzemesinde gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Çekme testi ile ilgili deformasyonlar bütüncül olarak görülmediğinden bu test ile ilgili resimler verilmemiştir. Tutkal açısından değerlendirildiğinde; PVAc-D3 tutkalı hem yüzeyler arasında hem de kavela birleşme yüzeylerinde kurmuş olduğu güçlü adezyon kuvvetinden dolayı deformasyon MDF-Lam ve Lam-YL katmanları arasında meydana geldiği gözlenmiştir. Deformasyonlara ilişkin resimler Şekil 4'te verilmiştir.



*Şekil 4. Yük uygulaması sonucu oluşan deformasyonlar*



## V. SONUÇ

Bu çalışmada, ahşap esaslı malzemelerden melamin plaka ile kaplanmış yonga levha (Lam YL) ve orta yoğunlukta lif levha (MDF Lam) ile farklı ahşap malzemelerden elde edilen kavelalar ile hazırlanan L tipi köşe birleştirmelerin diyagonal çekme ve basınçyükleri altındaki moment taşıma değerleri araştırılmıştır.

Kavela malzeme çeşidi bakımından diyagonal çekme ve basınç yüklemeleri altında taşınan moment değeri sırasıyla dişbudak kavela, doğu kayını kavela, meşe kavela ve kestane kavela elemanlarında olduğu belirlenmiştir. Tablo 2 incelendiğinde kestane ahşap malzemenin yoğunluğunun en düşük olduğu ve moment taşıma kapasitesinin de en düşük olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalarda, ahşap malzemenin artan yoğunluğuna bağlı olarak yük taşıma kapasitesinin arttığını bildirmişlerdir [30-31].Diyagonal basınç yükü altında kavela malzemesi arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan duncan testinde her iki levha türünde kullanılanmeşe ve kayın kavela malzemeleri arasında herhangi bir farklılık görülmemiştir. Diyagonal basınç yüklemesi altında taşınan ortalama moment değeri her iki levha türünde en yüksek dişbudak kavelada elde edilmiştir. Bunu sırasıyla Doğu kayını, meşe ve kestane kavelaları izlemiştir. Diyagonal çekme yükü altında kavela malzemesi arasındaki farklılığı belirlemek için yapılan duncan testinde Lam-YL’da kullanılan dişbudak ile kayın kavela malzemeleri arasında herhangi bir farklılık olmadığı belirlenmiştir. Diyagonal çekme ve basınç yüklemeleri altında taşınan ortalama moment değeri her iki levha türünde en yüksek dişbudak kavelada elde edilmiştir. Bunu sırasıyla Doğu kayını, meşe ve kestane kavelaları izlemiştir. Levha tipine göre diyagonal çekme yükü altında en yüksek moment taşıma kapasitesi ortalama değeri MDF-Lam’da ve en düşük moment taşıma kapasitesi ortalama değeri ise Lam-YL’da olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan bu çalışmanın sonuçlarına göre, kutu ve çerçeve konstrüksiyonlu mobilya elemanları üretiminde, malzeme tercihi; MDF-Lam konstrüksiyon malzemesi ve birleştirme elemanı kavela malzeme tercihi ise dişbudak kavelası tercih edilmesi önerilir.

## VI. KAYNAKLAR

- [1] H. Efe ve A. Kasal, “Kutu Konstrüksiyonlu Sabit ve Demonte Mobilya Köşe Birleştirmelerde Çekme Direnci”, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, c.8, s.8, ss.61-74, 2000.
- [2] H. Efe,“Mobilya endüstrisinde kullanılan ahşap levhaların soket-vida tutma yetenekleri”,Yüksek Lisans Tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitim, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1992.
- [3] H. Efe, “Modern mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında geleneksel ve alternatif bağlantı tekniklerinin mekanik davranış özellikleri”, Doktora Tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 1994.
- [4] H. Efe ve A. Kasal, “Tabla Tipi Kavelalı Köşe Birleştirmelerde Tutkal Çeşidinin Çekme Direncine Etkileri”, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, c.3, s.4, ss. 67-72, 2000a

- [5] A. Özçifçi, “Yonga levha ile hazırlanan mobilya köşe birleştirmelerine ait mukavemet özelliklerinin araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 1995.
- [6] A. Özçifçi, M. Altınok ve R. Özen, “Kutu Mobilyada Bazı Köşe Birleştirmelerin Mukavemet Özelliklerine Ait Deneysel Sonuçların İstatistiksel Analizi ve Değerlendirilmesi”, *Journal of Scientific Research Foundation*, vol.1, p.2, pp. 63-70, 1996.
- [7] H.H. Taş, “Ahşap esaslı levhalarda köşe birleştirme tipi ve tutkal çeşidinin diyagonal basma ve çekme direncine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Yapı Eğitimi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2000.
- [8] H. Efe ve H.Ö. İmirzi, “Mobilya Üretiminde Kullanılan Çeşitli Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri”, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, c.10, s.1, ss.93-103, 2007.
- [9] E. Danacı, “Ahşap esaslı levhalardan üretilmiş kutu mobilya 1- tipi köşe birleştirmelerde birleştirme tekniğinin moment taşıma kapasitesine etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2009.
- [10] E. Güntekin, “Montaja Hazır Mobilya Birleştirmelerinin Performansları”, *Ahşap Teknik*, Ekim-Kasım, Sayı 5, 2004.
- [11] *Ahşap Birleştirmeler – Kavelalı Birleştirme Kuralları: TSE*, TS 4539, 1985.
- [12] Anonim, (1996). Polisan Ürün Dökümantasyonu. Kocaeli.
- [13] *Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini: TSE*, TS 2472, Ankara, 1976.
- [14] *Ahşap Esaslı Levhalar – Birim Hacim Ağırlığının Tayini: TSE*, TS EN 323, Ankara, 1999.
- [15] *Odunda, Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini: TSE*, TS 2471, Ankara, 1976.
- [16] *Ahşap Esaslı Levhalar – Rutubet Miktarının Tayini, TSE*, TS EN 322, Ankara, 1999.
- [17] *Oduunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini: TSE*, TS 2474, Ankara, 1976.
- [18] *Ahşap Esaslı Levhalar–Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülünün Tayini: TSE*, TS EN 310, Ankara, 1999.
- [19] *Oduunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini: TSE*, TS 2478, Ankara, 1976.
- [20] Y. Örs, H. Efe ve A. Kasal, “Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Çekme Direnci”, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, c.4, s.4, ss.1-9, 2001.
- [21] H. Efe, A. Kasal ve H. Diler, “Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerde Eğilme Moment Dirençleri”, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c.6, s.1, ss. 97-110, 2003.

- [22] A. Kasal, S. Şener, M.Ç. Belgin ve H. Efe, “Bending Strength of Screwed Corner Joints With Different Materials”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c.19, s.3, ss. 155-161, 2006.
- [23] A. Kasal, Y.Z. Erdil, J.L. Zhang, H. Efe ve E. Avcı, “Estimatione Quations For Moment Resistances of L-Type Screw Corner Joints in Case Goods Furniture”, *Forest Product Journal* ,vol.58, p.9, pp. 21-27, 2008.
- [24] *Standard Test Methodsfor Evaluating Properties Of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials*, *ASTM Standards*,ASTM-D 1037, 2006.
- [25] H. Efe, “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı”, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, c.1,s.1-2, ss.41-54, 1998.
- [26] K. Çağatay, H. Efe ve H.İ. Kesik, “Farklı Ağaç Malzemelerde Çekme Yönü ve Tutkal Çeşidinin Kavela Çekme Direncine Etkilerinin Belirlenmesi”, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c.13,s.2, ss.182-191, 2013.
- [27] H. Efe, “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyada Sabit (Yabancı Çıtalı) ve Demonte (Trapez) Köşe Birleştirmelerin Çekme ve Basma Dirençleri”, *Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi*, c.2,s.4, ss.43-51, 1999.
- [28] H. Efe ve A. Kasal, “Tabla Tipi Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Eğilme Direnci Özellikleri”, *Karabük Üniversitesi Teknoloji Dergisi*, c.4, s.4, ss. 33-45, 2000b.
- [29] R. Şafak, “Kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelerinde mekanik özellikler”, Yüksek Lisans Tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitim, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2000.
- [30] H. Efe, S. Demirci ve L. Gürleyen, “Kavelalı Boy Birleştirmelerde Ağaç Malzeme Rutubet Oranının Kavela Çekme Direncine Etkisi”, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, c.10, s.11, ss.137-146, 2002.
- [31] K. Çağatay, “Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya birleştirmelerinde farklı tekniklerin mukavemet özelliklerinin karşılaştırılması”, Doktora Tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitim, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2011.