

## Bazı Lamine Ağaç Malzemelerden Hazırlanmış T-Tipi Birleştirme Elemanlarının Çekme Kuvveti Performanslarının Belirlenmesi

\*Hasan EFE<sup>1</sup>, Ali KASAL<sup>2</sup>, \*Selçuk DEMİRCİ<sup>3</sup>, H.Özgür İMİRZİ<sup>1</sup>, Ertan ÖZEN<sup>2</sup>,  
Taner DİZEL<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Gazi Üniv. Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü, Beşevler/ANKARA  
<sup>2</sup>Muğla Üniv. Teknoloji Fakültesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü Kötekli/MUĞLA  
<sup>3</sup>Ege Üniv. Meslek Yüksekokulu Mobilya ve Dekorasyon Programı 35100 Bornova/İZMİR  
<sup>4</sup>Pamukkale Üniv. Meslek Yüksekokulu Mobilya ve Dekorasyon Programı, DENİZLİ  
\*Sorumlu yazar: [selcuk.demirci@ege.edu.tr](mailto:selcuk.demirci@ege.edu.tr)

Geliş Tarihi: 10.05.2011

### Özet

Bu çalışmada, yerli ve tropikal lamine ağaç malzemelerden hazırlanmış T-tipi mobilya birleştirmelerin çekme kuvveti performansları karşılaştırılmıştır. Denemelerde, 3 farklı ağaç türünden lamine edilmiş malzemeler ile oluşturulan T-tipi birleştirme elemanlarında, iki farklı çerçeve tipi, tutkallı-zıvanalı ve tutkalsız kavelalı-minifiksli olmak üzere iki birleştirme tekniği kullanılmıştır. Hazırlanan 120 deney örneği statik yük altında çekme deneyine tabi tutulmuştur. Ağaç malzeme olarak, Türkiye mobilya endüstrisindeki yaygın kullanımı nedeniyle Sapsız Meşe (*Quercus petraea* liebl.) ve tropikal ağaç türlerinden mahun (*Swietenia mahogani*) ve limba (*Terminalia superba*) tercih edilmiştir. Deney sonuçlarına göre; en yüksek çekme kuvveti performansı yükleme yüzeye dik pozisyondaki birleştirmelerde, mahun lamine malzemelerle hazırlanmış tutkallı-zıvanalı birleştirmelerde, yükleme kenara dik pozisyondaki birleştirmelerde ise, meşe lamine malzemelerle hazırlanmış tutkallı zıvanalı birleştirmelerde elde edilmiştir. Birleştirme tekniğine göre; yükleme yüzeye dik pozisyondaki birleştirmelerde tutkalsız kavelalı-minifiksli bağlantı elemanları en iyi sonucu verirken, yükleme kenara dik pozisyondaki birleştirmelerde tutkallı zıvanalı birleştirmelerin daha başarılı olduğu görülmüştür. Çerçeve tiplerine göre deney örneklerinin çekme kuvveti performansı incelendiğinde, yüzeyden birleştirilmiş elemanların, kenardan birleştirme elemanlarından daha başarılı olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çerçeve konstrüksiyon, zıvanalı birleştirmeler, minifiksli birleştirmeler, çekme direnci, lamine ağaç malzeme

### Determination of Pulling Force Performances of T-Type Joint Elements Prepared with Some Laminated Veneer Lumber

#### Abstract

In this study, tension force performance of T-type furniture joints with laminated veneer lumber prepared from domestic and tropical wood were compared. In the experiments, three different types of laminated veneer lumber created by combining elements of the T-type, two different frame type, glued mortise and tenon and non-glue dowel-minifix two joints techniques were used in the test. 120 test samples were performed under static loads subjected to linear tensile tests. The wood material, oak (*Quercus petraea* liebl.) and mahogany (*Swietenia mahogan*) and limba (*Terminalia superba*) wood were preferred because of their frequent use in the Turkish Furniture Industry. According to the results of the experiment, the highest tensile strength performance were obtained in the loading position of the joints perpendicular to the surface, laminated mahogany glue-mortise and tenon joints prepared ingredients, aside from the installation of the vertical position of the joints, oak glued laminated veneer lumber prepared mortise and tenon joints. According to the type of joints, non-glue dowel-minifix fasteners produced the best results in the joints perpendicular to the installation surface with; whereas, tenon glued joints were found to be more successful in the joints perpendicular to the edge loading mortise. . When tensile strength performances of the test samples were examined according to the frame types, the combined elements from the surface were found to be more successful than edge-combining elements.

**Key Words:** Frame construction, tongued joints, minifix assemblies, tensile strength, laminated veneer lumber.

## Giriş

Mobilya endüstrisinde, ağaç malzemeye olan ihtiyacın artması orman ürünlerinin azalmasına neden olmaktadır. Bu durum üreticileri değişik malzemeler üretmeye, var olan kaynakları da en iyi şekilde kullanmaya yöneltmiştir. Mobilya üretiminde malzeme ve konstrüksiyonun uygunluğu ancak üretim öncesinde yapılacak iyi bir tasarım ile sağlanabilir. Başarılı bir konstrüksiyon tasarımı; teknik, estetik ve ekonomik bakımdan yararlar sağlayacaktır (Efe ve Demirci, 2001).

Değişen teknoloji şartlarına ayak uyduran mobilya, mobilya elemanlarını bir araya getiren birleştirmeler ve bunların tasarlanmasında daha bilimsel yaklaşımlar gözlenmektedir. Mobilyaların daha estetik olmasının yanında performans testleri sayesinde kullanım ömürleri de tahmin edilebilmektedir. Ülkemizde henüz bazı büyük işletmeler dışında pek yaygın olmayan ulusal ve uluslararası standartlara uygun mobilya üretimi konusu, mobilya endüstrisinin en önemli kalite sorunlarından birisini oluşturmaktadır. Standartlara uygun kaliteli mobilyaların tasarımı safhasında, mobilya ürün mühendisliğinin ihtiyaç duyacağı sayısal verilerin oluşturulması gerekmektedir.

Özellikle düzgün geometri içermeyen kavisli mobilya iskeletlerinde masif ağaç malzemeye kıyasla lamine malzeme kullanımının teknik, estetik, ekonomik ve üretim kolaylığı açısından yararları vardır. Bu bağlamda, masif ağaç malzemenin eğmeçli mobilyada kullanılmasından kaynaklanan firenin azalması ve odun kusurlarından arındırılması lamine malzemelerle mümkün olmaktadır. Ayrıca lamine tekniğinde doğrudan hazır kaplamaların kullanılması nedeniyle hava kurusu haldeki kaplamalara sadece yapıştırma işlemi uygulanmakta, kurutma için ek bir maliyet gerekmemektedir.

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya tasarımında ürüne ait malzemelerle, seçilen birleştirmelerin sağlamlığı bilimsel anlamda değerlendirilmelidir. Lamine malzemeler ile yapılan birleştirmelerde zamanla yapışma kusurlarından veya ağacın özelliklerinden kaynaklanan katmanların ayrışması (delaminasyon) söz konusu olduğundan,

lamine malzeme ve birleştirme sisteminin mekanik davranış özellikleri araştırılmalıdır.

Özellikle demonte mobilya üretiminde yoğun olarak uygulanan vida, multi ve minifiks gibi bağlantı elemanlarıyla yapılan alternatif bağlantılar, geleneksel birleştirme tekniklerinin iki önemli türü kabul edilen kavelalı ve zıvanalı birleştirmelere avantaj sağlamaktadır (Efe, 1994).

Mobilyanın taşınmasındaki zorluklar ve yapımındaki maliyet, zaman kaybı gibi etkenleri minimuma indirmek amacıyla birçok mobilyanın sökölüp-takılabilir (portatif) olması artık bir gereklilik olarak görülmektedir (Hayward, 1975)

Hill ve Eckelman (1973), dört ağaç türünden, dört çeşit tutkal ile yapıştırılmış değişik ölçülerdeki zıvanalı T-tipi birleştirmelerin eğilme mukavemetini ve eğilmede esnekliğini incelemişlerdir. Sonuç olarak, zıvana genişliği ve uzunluğu arttıkça birleştirmelerin rijitliğinin arttığını bildirmişlerdir.

Efe ve ark. (2003) Doğu kayını, sarıçam ve meşe odunlarından elde edilen T-tipi iki vidalı birleştirmelerde, eğilme momentinin ( $M$ ); tek vidanın çekme kuvveti ( $F$ ) ile iç moment kolunun ( $d$ ) çarpımı ile tahmin edilebileceğini bildirmişlerdir.

Leufenberg (1982), açık hava koşullarının lamine elemanların performansı üzerine etkilerini belirlemek amacıyla, göknar odunu ve fenol-rezorsin tutkalı ile masif-masif, kaplama-masif ve kaplama-kaplama kombinasyonlarından oluşan çalışmada, makaslama ve tutkal hattına dik yönde çekme dirençlerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, tutkal hattına dik çekme direncinin en yüksek masif-masif numunelerde olduğunu, suda yatırılan numunelerde en fazla direnç azalmasının masif-masif numunelerde olduğunu, makaslama direnci deneyinde ise, masif-masif numunelerin soyma kaplama-soyma kaplama numunelerden %44 daha fazla dirençli olduğunu bildirmiştir.

Youngquist ve diğerleri (1984), lamine edilmiş göknar kirişlerde katman genişliği, katman kalınlığı, boy birleştirme şekli ve ağaç malzeme kalitesinin mekanik özellikler üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada 2. ve 3. sınıf ağaç malzeme, 9, 18, 28 cm katman genişliği, 2.5, 3.2, 4.7 mm katman

kalınlığı ve boy birleştirmelerde yatay-dikey kama dişli ve pahlı boy birleştirme tekniklerini uygulamışlar, farklı katman kalınlığı ve farklı kaplama kalite sınıfındaki numunelerde, katman genişliğinin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerinde etkili olmadığını, 2. sınıf ağaç malzemenin hazırlanan numunelerin direnç değerinin, 3. sınıf ağaç malzemeli numunelerden daha fazla olduğunu saptamışlardır. Pahlı boy birleştirme uygulanan numunelerin liflere paralel çekme direncinin en yüksek olduğunu, en düşük liflere paralel çekme direncinin ise kama dişli birleştirmenin yatay olarak uygulandığı numunelerde elde edildiğini belirlemişlerdir. Lamine katman kalınlığı arttıkça eğilme direncinin azaldığı, elastikiyet modülünün ise katman kalınlığından etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Eckelman (1993), masif ağaç malzemeye göre, estetik, ekonomik ve teknolojik özellikleri bakımından daha üstün olan lamine ağaç malzemelerin mobilya üretiminde özellikle dolap, masa, sandalye, raf ve döşemeli mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında tercih edilmesi gerektiğini bildirmiştir.

Kılıç (1996), laminasyon işleminin, kızılğacın mekanik özelliklerine etkisini araştırdığı çalışmada, 2 mm katman kalınlığındaki laminelerin 4 mm katman kalınlığındaki laminelere oranla daha dirençli olduğunu, liflere paralel basınç, liflere paralel makaslama, liflere dik eğilme ve elastikiyet modülü dirençlerinin PVAc tutkallı örneklerde daha yüksek, liflere dik çekme ve yarıma direnci, vida tutma kabiliyetinin ise poliüretan tutkallı örneklerde daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Tang ve Pu (1997), lamine kerestelerin eğilme direnci ve elastikiyet modülü üzerine katman sayısı ve bağıl nemin etkilerini araştırdıkları çalışmada, lamine elemanların elastikiyet modülü ve statik eğilme direnci üzerine lamel sayısının önemli bir etkisinin olduğunu gözlemişler, bağıl nemin % 65'ten % 95'e çıkarılmasıyla kırılma noktasında önemli bir zayıflama olduğunu bildirmişlerdir. Bağıl nem artışının masif malzemeye oranla lamine malzemenin elastikiyet modülünü ve kırılma noktasını arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Bu çalışmada; meşe, mahun ve limba odunlarından hazırlanıp yüzeyinden ve kenarından minifiks ve zıvanalı birleştirme elemanlarıyla birleştirilen "T" tipi lamine çerçeve elemanlarının çekme kuvveti performanslarının belirlenerek ortalama değerler elde edilmesi amaçlanmıştır.

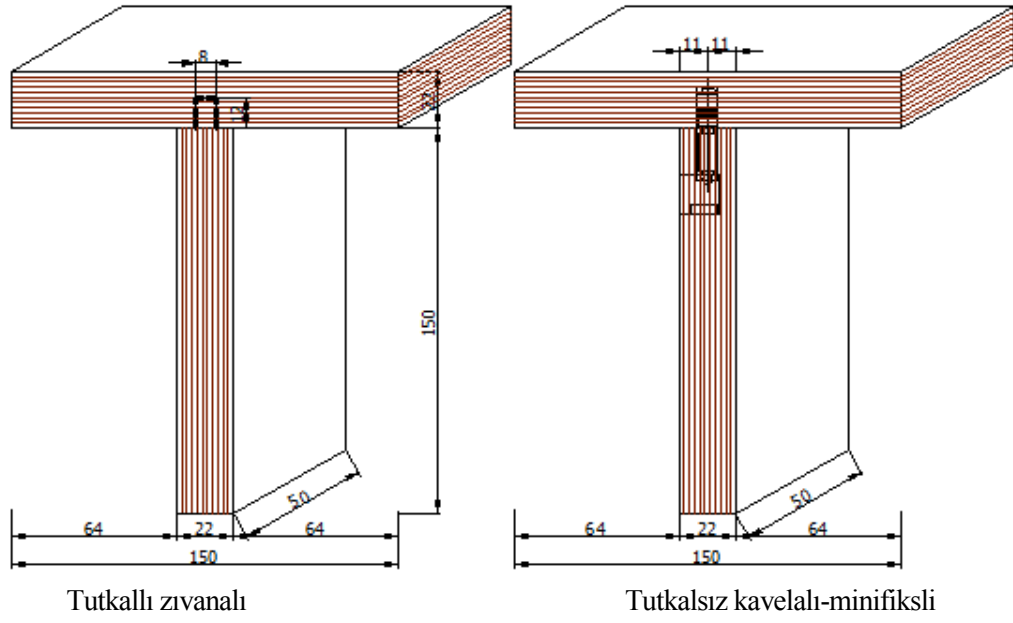
## Materyal ve Metot

### Malzeme

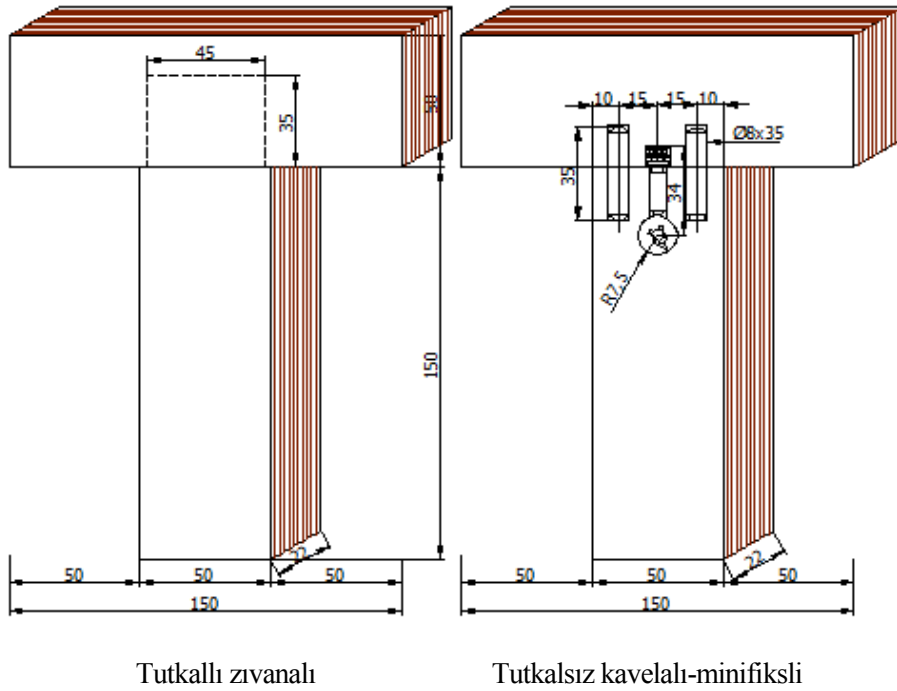
Deneyleerde 3 farklı ağaç türünden kesme yöntemiyle elde edilen 2 mm kalınlığındaki papeler kaplamalardan elde edilen lamine ağaç malzemeler kullanılmıştır. Bu amaçla mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yerli ağaç türlerinden I. sınıf Sapsız Meşe, tropikal ağaç türlerinden Mahun ve Limba odunları Ankara Siteler piyasasından "Rastgele Seçim" yöntemi ile temin edilmiştir.

### Deney örneklerinin hazırlanması ve deneylerin yapılışı

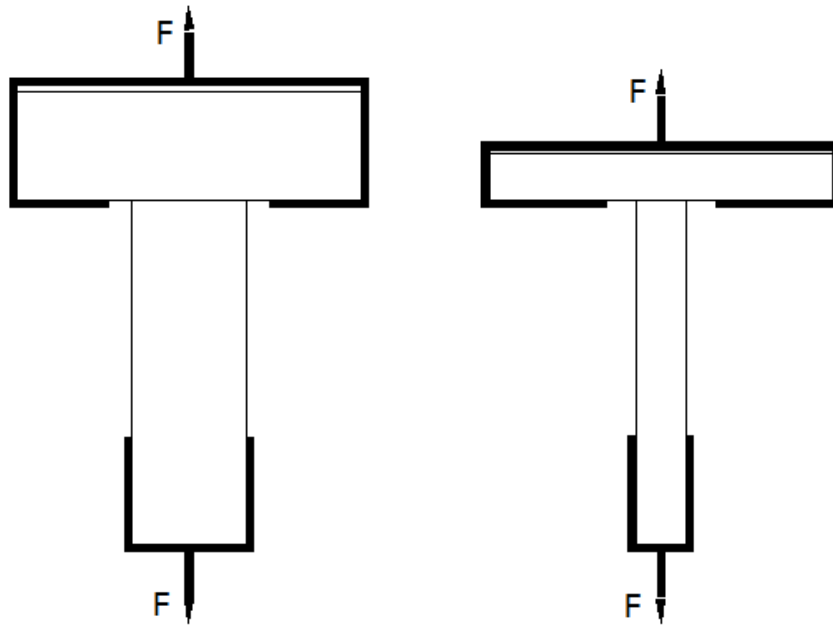
2 mm kalınlığındaki papeler kaplamalar; havalandırılan ve doğrudan güneş ışığı almayan bir ortamda 1 yıl süre ile istiflenmiş ve  $20 \pm 2$  °C sıcaklık % 65 + 5 bağıl nem şartlarındaki iklim odasında denge rutubetine ulaşmaya kadar (%12) bekletilmişlerdir. Daha sonra bu kaplamalar ortam ısısına ayarlanan preste polivinilasetat (PVAc) tutkallıya  $m^2$ 'ye ortalama 150 gram olacak şekilde 11 katmanlı olarak tutkallanarak lamine ağaç malzemeler oluşturulmuştur. Elde edilen lamine ağaç malzemelerden parça yüzeyine ve parça kenarına dik olacak şekilde tutkalsız kavelalı-minifiksli ve tutkallı zıvanalı olarak birleştirilmiş deney örnekleri hazırlanmıştır. Toplam 3 malzeme çeşidi x 2 çerçeve tipi x 2 birleştirme tekniği ve 10 tekrar olmak üzere 120 adet deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan deney örnekleri Şekil 1 ve 2' de, deney düzenekleri ise Şekil 3'te verilmiştir. Deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü'ndeki üniversal test cihazında yapılmıştır. Yükleme hızı uygulama süresinin 30 ile 60 sn arasında olabilmesi için 2 mm/dak. yol alacak şekilde ayarlanmıştır. Hazırlanan deney örneklerinin rutubet ve yoğunlukları TS 2471 ve TS 2472'deki esaslara göre belirlenmiştir.



Şekil 1. Parça yüzeyine dik birleştirilmiş zıvanalı ve minifiksli deney örnekleri (ölçüler mm).



Şekil 2. Parça kenarına dik birleştirilmiş zıvanalı ve minifiksli deney örnekleri (ölçüler mm).



Şekil 3. T-tipi birleştirme elemanlarına ait çekme deney düzenekleri

#### Verilerin değerlendirilmesi

“T” tipi çerçeve birleştirmelerde, malzeme çeşidi, birleştirme tekniği ve çerçeve tipinin çekme kuvveti performansına etkilerini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizleri yapılmıştır. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde her bir faktöre kendi içinde en küçük önemli fark (LSD) testi uygulanmıştır.

#### Bulgular

Lamine ağaç malzemelerin test anındaki ortalama hava kuru yoğunlukları Tablo 1’de verilmiştir.

Parça yüzeyine ve parça kenarına dik birleştirilmiş numunelerin çekme deneyleri sonucunda elde edilen minimum, maksimum ve ortalama değerleri ile varyasyon katsayıları Tablo 2’de verilmiştir.

Yüzeye ve kenara dik birleştirme numunelerinde; malzeme çeşidi, birleştirme tekniği ve malzeme çeşidi x birleştirme tekniği ikili etkileşimine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 1. Lamine ağaç malzemelerin test anındaki ortalama hava kuru yoğunlukları

Malzeme Çeşidi	Hava Kuru Yoğunluk ( $gr/cm^3$ )
Sapsız Meşe lamine malzeme	0.83
Mahun lamine malzeme	0.78
Limba lamine malzeme	0.63

Tablo 2. Parça yüzeyine ve parça kenarına dik çekme deneyleri sonucunda elde edilen çekme kuvveti performans değerleri (N)

Malzeme Çeşidi	Çerçeve Tipi	Birleştirme Tekniği	X <sub>min</sub> (N)	X <sub>max</sub> (N)	X <sub>ort</sub> (N)	V (%)
Meşe lamine	Yüzeye dik birleştirme	Minifiks	1690	2210	1950	9.05
		Zıvana	3900	4300	4100	3.05
	Kenara dik birleştirme	Minifiks	2270	2790	2530	6.9
		Zıvana	2610	2930	2770	6.02
Mahun lamine	Yüzeye dik birleştirme	Minifiks	1340	1650	1495	7.4
		Zıvana	4780	5780	5280	6.4
	Kenara dik birleştirme	Minifiks	1750	2240	1995	9.38
		Zıvana	1780	2260	2020	8.9
Limba lamine	Yüzeye dik birleştirme	Minifiks	930	1340	1140	12.4
		Zıvana	3780	5950	4865	16.14
	Kenara dik birleştirme	Minifiks	1330	1650	1490	6.14
		Zıvana	1780	2400	2090	10.1

Tablo 3. Yüzeye ve kenara dik birleştirmelerin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali p<0.05
Yüzeye dik birleştirme varyans sonuçları					
Malzeme çeşidi (A)	2	1840750.000	920375.000	6.6106	0.0027*
Birleştirme tekniği (B)	1	157399206.667	157399206.667	1130.5218	0.0000*
A x B	2	9612323.333	4806161.667	34.5203	0.0000*
Hata	54	7518260.000	139227.037	-	-
Toplam	59	176370540.000	-	-	-
Kenara dik birleştirme varyans sonuçları					
Malzeme çeşidi (A)	2	7390270.000	3695135.000	126.7596	0.0000*
Birleştirme tekniği (B)	1	1115206.667	1115206.667	38.2565	0.0000*
A x B	2	791043.333	395521.667	13.5682	0.0000*
Hata	54	1574140.000	29150.741	-	-
Toplam	59	10870660.000	-	-	-

\* : 0,005'e göre anlamlı

Her iki varyans analizi sonuçlarında; malzeme çeşidi, birleştirme tekniği ve malzeme çeşidi x birleştirme tekniği etkileşiminin çekme kuvveti performansına etkileri 0,05 hata olasılığı için anlamlı olarak

bulunmuştur. Yüzeye ve kenara dik çekmelerde malzeme çeşidinin çekme kuvveti performansına etkilerine ait karşılaştırma sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Yüze ve kenara dik çekmelerde malzeme çeşidine göre karşılaştırma sonuçları

Malzeme Çeşidi	Çekme kuvveti performansı (Nm)	
	(X)	HG
Yüzeyden dik çekmeler		
Mahun lamine	3419	A
Meşe lamine	3056	B
Limba lamine	3039	B
LSD ± 236.1 Nm		
Kenara dik çekmeler		
Meşe lamine	2608	A
Mahun lamine	1993	B
Limba lamine	1781	C
LSD ± 108.0 Nm	X: Aritmetik Ortalama	HG: Homojenlik grubu

Yüzeyden dik çekmede malzeme çeşidine göre en yüksek çekme kuvveti performansı mahun odunundan hazırlanmış lamine malzemelerde, en düşük ise limba odunundan hazırlanan malzemelerde elde edilmiştir. Kenara dik ise; en yüksek direnç meşe odunundan hazırlanan lamine malzemelerde, en düşük direnç ise limba odunundan hazırlanan lamine malzemelerde elde edilmiştir.

Yüze ve kenara dik çekmelerde malzeme çeşidi x birleştirme tekniği ikili etkileşimlerine göre çekme kuvveti taşıma performans değeri karşılaştırma sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5’e göre, yüzeyden dik çekmede en yüksek direnç mahun odunundan elde edilen lamine malzemelerde tutkallı zıvanalı birleştirmeler, en düşük direnci tutkalsız kavela-minifiksle birleştirilen limba odunundan hazırlanan lamine malzemeler vermiştir.

Kenara dik çekmede en yüksek direnci meşe odunundan hazırlanan lamine malzemelerde tutkallı zıvanalı birleştirmelerin, en düşük ise tutkalsız kavela-minifiksle birleştirilen limba odunundan hazırlanan lamine malzemelerin verdiği görülmüştür.

Lamine hazırlanan mahun odunu en yüksek, meşe odunu normal, limba odunu en düşük direnci göstermiştir. Bu sonuçlara göre çerçeve konstrüksiyonlu uygulamalarda mahun ve meşe odunlarının kullanımı daha başarılı sonuçlar verecektir.

Yüzeyden ve kenarda birleştirme tekniği etkileşimlerine göre kuvvet taşıma değeri ortalamalarının karşılaştırmalı sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6’ya göre, yüzeyden dik çekmelerde tutkalsız kavela-minifiksli birleştirmeler daha başarılı iken, kenardan dik çekmelerde ise; tutkallı zıvanalı birleştirmeler daha başarılı bulunmuştur.

Tablo 5. Yüzeye ve kenara dik çekmelerde malzeme çeşidi x birleştirme tekniği karşılaştırma sonuçları

Malzeme Çeşidi	Birleştirme Tekniği	Çekme kuvveti performansı (Nm)	
		(X)	HG
Yüzeyden dik çekmeler			
Meşe lamine	Kavela-Minifiks	2002	D
	Zıvana	4110	C
Mahun lamine	Kavela-Minifiks	1534	E
	Zıvana	5303	A
Limba lamine	Kavela-Minifiks	1118	F
	Zıvana	4959	B
LSD± 333.9 Nm			
Kenara dik çekmeler			
Meşe lamine	Kavela-Minifiks	2560	A
	Zıvana	2656	A
Mahun lamine	Kavela-Minifiks	1930	B
	Zıvana	2055	B
Limba lamine	Kavela-Minifiks	1482	C
	Zıvana	2079	B
LSD± 152.8 Nm			

Tablo 6. Yüzeye ve kenara dik çekmelerde birleştirme tekniğine göre karşılaştırma sonuçları

Birleştirme Tekniği	Çekme kuvveti performansı (Nm)	
	(X)	HG
Yüzeyden dik çekmeler		
Kavela-Minifiks	4791	A
Zıvana	1551	B
LSD± 192.8 Nm		
Kenara dik çekmeler		
Kavela-Minifiks	1991	B
Zıvana	2263	A
LSD± 88.2 Nm		



### **Sonuç, Tartışma ve Öneriler**

Malzeme çeşidi ele alındığında; mahun odunundan hazırlanan lamine deney örnekleri çekme, yükleri karşısında en iyi dayanımı göstermiş olup, bunu meşe odunu izlemiştir. En düşük dayanımı ise limba odunundan hazırlanan lamine malzemeler vermiştir. Çerçeve mobilya üretiminde yoğunlu yüksek ve grift lifli yapıya sahip olan mahun malzeme mukavemeti artırırken, yoğunluğu düşük limba malzemenin kullanımının mukavemet kaybına neden olacağı belirlenmiştir.

Çerçeve tipine göre incelendiğinde; yüzeye dik olarak birleştirilmiş deney örneklerinin kenara dik olarak birleştirilmiş örneklerden daha iyi sonuç verdiği, bu nedenle çekme kuvveti etkisindeki birleştirmelerde yüzeye dik birleştirilmiş çerçeve tipinin kullanılması önerilebilir.

Birleştirme tekniği yönünden incelendiğinde; yüzeye dik birleştirmiş çerçevelerde tutkalsız kavela-minifiksli birleştirmelerin, kenara dik birleştirmiş çerçevelerde tutkallı zıvanalı birleştirmelerin çekme kuvveti performanslarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Lamine ağaç malzemelerden üretilen, tutkallı zıvanalı ve tutkalsız kavela-minifiksli deney örneklerine çekme deneyleri uygulanmış ve bu örnekler grupları itibariyle farklı mekanik davranış özellikleri göstermişlerdir. Bu iki birleştirme tekniği karşılaştırıldığında genel olarak tutkallı-zıvanalı örneklerin tutkalsız-minifiksli örnekler karşısında daha başarısız, bazı deneylerde de daha başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Buna göre, alternatif bağlantı gereçlerinin çerçeve mobilya üretiminde kullanımının mobilyanın sağlamlığı açısından yeterli dayanıma sahip olduğu ifade edilebilir.

Tüm faktörler açısından deney örnekleri incelendiğinde yüzeye dik birleştirilmiş çerçevelerde çekme deneyinde en yüksek direnci mahun lamine malzemenin üretilen tutkallı zıvanalı birleştirmelerde, kenara dik birleştirilmiş çerçevelerde ise; meşe odunundan üretilen lamine malzemelerde zıvanalı birleştirmeler vermiştir. En düşük direnci ise limba lamine malzemenin üretilen tutkalsız kavela-minifiksli kenara dik birleştirmelerde elde edilmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda, laminasyon tekniğiyle üretilen, çerçeve tipi elemanların, masif çerçeve konstrüksiyonlu mobilya elemanlarına göre alternatif olarak kullanılabilmesi, bu sayede daha estetik mobilyalar yapılabileceği anlaşılmıştır. Bu bağlamda lamine tekniğiyle üretilen mobilyaların mukavemeti için gerekli ve yeterli veriler sağlanmış olup, hangi ağaç türlerinin hangi birleştirme teknikleriyle kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.

Lamine malzeme estetik açıdan geniş şekillendirme varyasyonları nedeniyle uygulamada tercih edilebileceği sonucuna varılmıştır. Mobilyayı masif malzemelerden yapmak yerine lamine malzemelerden yaparak istenilen amaçta kavis ve eğmeçte farklı biçimler yapılabilmektedir. Lamine yöntemi bu sayede istenilen formda ve şekilde estetik mobilyalar yapılmasına olanak sağlamakta ve tasarım alanının zenginleşmesine katkıda bulunmaktadır.

Çalışmanın sonuçlarına göre, çerçeve mobilya imalatında ve eğmeçli mobilya yapımında lamine malzemeler tutkalsız-minifiksli birleştirme teknikleri uygulanarak kullanılabilirler. Diğer ağaç türlerine göre yüksek değerler veren mahun lamine malzemenin üretiminin daha yüksek maliyetli olması bakımından ara katmanlarda fiyatı daha uygun ağaç malzemelerin kullanılması önerilebilir. Ayrıca lamine katmanlarında farklı ağaç türlerinin uygulanması ağaç malzemenin renk farkından dolayı estetik yönden mobilyaya güzel bir görünüm sağlaması da düşünülebilir.

Yapılan bu çalışma sonucunda, lamine malzemelerin birbirlerinden farklı direnç özellikleri gösterdikleri belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak ağaç malzemelerin yoğunluk farklılıkları ve bunlara bağlı yapışma kabiliyetleri gösterilebilir.

### **Kaynaklar**

Eckelman, C. A., 1993. Potential Uses of Laminated Veneer Lumber in Furniture, Forest Products Journal, (43): 19-24.

Efe, H., Demirci, S., 2001 Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarında Çeşitli Tutkalların Kavela Çekme Direncine Etkileri, Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi, G.Ü., 9, (9), 1-13.

Efe, H., Erdil, Y., Z., Kasal, A., İmirzi, H., Ö., 2003. Withdrawal Strength and Moment Capacity

of Screwed T-Type End to Side Grain Furniture Joints, Forest Products Journal.

Hayward, H., 1975. World Furniture, The Hampln Pub. Group Ltd., Feltham, Middlesex, Hong Kong, 10-13.

Hill, D., M., and Eckelman, C., A. 1973. Flexibility and Bending Strength of Mortise and Tenon Joints, Purdue University Paper, 4758 : 25–33.

Kılıç, Y., Gürey, A., 1996. Laminasyon Tekniğinin Kızılağaç (*Alnus glutinosa*) Odununun Mekanik Özellikleri Üzerindeki Etkisi, I. Ulusal Mobilya Kongresi Bildirisi, Ankara.

Leufenberg, T., 1982. Exposure Effect Upon Performance of Laminated Veneer Lumber And Glulam Materials, Forest Products Journal, (32): 5.

Tang, R. C., Pu, J. H., 1997. Edgewise Bending Properties of Laminated Veneer Lumber: Effect of Veneer Grade and Relative Humidity, Forest Products Journal, 47(5):64-71.

TS 2471, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Tayini, TSE, Ankara.

TS 2472, 1972. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini, TSE, Ankara.

Youngquist, J. A., Laufenberg, T. L., Bryant, B. S., 1984. End Jointing of Laminated Veneer Lumber for Structural Use, Forest Products Journal, (34): 11-12.