

**KUTU KONSTRÜKSİYONLU MOBİLYALARDA
MİNİFİKSİLİ KÖŞE BİRLEŞTİRMELERİN
MOMENT TAŞIMA PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ**

Emin ASLAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2006

ANKARA

Emin ASLAN tarafından hazırlanan KUTU KONSTRÜKSİYONLU MOBİLYALARDA MİNİFİKSİLİ KÖŞE BİRLEŞTİRMELERİN MOMENT TAŞIMA PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Hasan EFE
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: : Prof. Dr. Mustafa ALTINOK

Üye : Prof. Dr. Hasan EFE

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ali KASAL

Tarih : 27 / 06 / 2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Emin ASLAN

**KUTU KONSTRÜKSİYONLU MOBİLYALARDA
MİNİFİKSLİ KÖŞE BİRLEŞTİRMELERİN MOMENT TAŞIMA
PERFORMANSLARININ BELİRLENMESİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

Emin ASLAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Haziran 2006**

ÖZET

Bu çalışmada, kutu konstrüksiyonlu mobilyalarda kullanılan alternatif köşe birleştirme tekniklerinden biri olan minifiksli köşe birleştirmelerin moment taşıma performansları araştırılmıştır. Denemelerde malzeme çeşidi olarak, yonga levha, lif levha, reçine emdirilmiş kağıt kaplı yonga levha ve lif levha, tabakalı levha (okume kontrplak) ile yönlendirilmiş yonga levha (OSB) kullanılmıştır. Bağlantı elemanı olarak da, metal ve plastik dübelli olmak üzere iki çeşit minifiks kullanılmıştır. Birleştirmeler, minifiks + tutkalsız kavelalı (demonte) olarak yapılmıştır. Toplam 288 adet deney örneği hazırlanarak statik yük altında diyagonal çekme ve diyagonal basınç deneylerine tabi tutulmuştur. Deney sonuçlarına göre; diyagonal çekme deneylerinde malzeme çeşidine göre en yüksek değeri MDF lam örnekler vermiş, en düşük değer ise yonga levha örneklerde elde edilmiştir. Diyagonal basınç deneylerinde malzeme çeşidine göre ise en başarılı sonuçlar kontrplak örneklerde, en düşük değerler ise yonga levha örneklerde gözlenmiştir. Malzeme çeşidi ve minifiks tipi ikili etkileşimlerine göre diyagonal çekme ve diyagonal basınç deneylerinde en yüksek sonuç metal dübelli bağlantı elemanı ile kontrplak malzemede elde edilmiştir. En başarısız sonuçlar ise metal dübelli bağlantı elemanı ile yonga levha malzemede gözlenmiştir. Metal dübel ile plastik dübel arasındaki farklar istatistiksel açıdan önemsiz çıkmıştır. Sonuç olarak; kutu konstrüksiyonlu

mobilya üretiminde, MDF lam ve kontrplak malzeme kullanılması teknik açıdan önerilebilir. Dübelller arasında direnç farkı olmadığından, metal dübelli minifiksler ile plastik dübelli minifiksler farklı çözümlerde birbirlerine alternatif olarak kullanılabilir. Minifiks tipi bağlantı gereçlerinin üreticilere, kullanıcılara ve tasarımcılara teknik, ekonomik ve estetik yönden çeşitli faydalar sağlayabileceği ifade edilebilir.

Bilim Kodu : 711.3.023
Anahtar Kelimeler : Kutu konstrüksiyon, köşe birleştirme,
Minifiksli birleştirme, minifiks çeşitleri
Sayfa Adedi : 86
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Hasan EFE

**DETERMINATION OF THE MOMENT PERFORMANCE OF MINIFIXED
CORNER FOR CASE CONSTRUCTION FURNITURE**

(M. Sc. Thesis)

Emin ASLAN

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

June 2006

ABSTRACT

In this study, the moment performance of minifixed corner joints of case construction furniture have been investigated. In the tests, particle board, medium density fiberboard, particle board and fiberboard surfaced with synthetic resin, plywood and oriented strand board were used as the wood materials. Two kinds of minifix elements with plastic and metal were utilized as the fasteners. Moreover these joints were constructed with ready to assemble. Totally, 288 specimens were exposed to diagonal tension and diagonal compression tests under static loads. According to test results, it was concluded that MDF lam specimens showed the highest performance and the particle board specimens gave the lowest performance. Not only in the diagonal tension tests, but also in the compression tests the particle board becomes the material which shows the lowest performance while the highest performance is carried by plywood materials. According to types of materials minifix, the highest performance was obtained by metal dowel connectors and plywood materials in the tests of diagonal tensile and pressure. On the other hand, the lowest performance was shown by metal dowel materials and the particle board specimens. Moreover, the differences between the metal dowel connector and the particle board material has become insignificant in terms of statistics. In conclusion, to use of MDF lam and plywood can be suggested technically in case construction furniture. Since there are no significant differences between

dowels, they can be used interchangeably. Furthermore, minifiks typeb connecting materials can be beneficial to producers, consumers and designers in terms of esthetics, techniques and economy.

Bilim Kodu : 711.3.023
Anahtar Kelimeler : Case construction, corner joints, minifixed joints, minifix type
Sayfa Adedi : 86
Tez Yöneticisi : Hasan EFE PhD. (Professor)

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren değerli Hocam ve Tez Danışmanım Prof. Dr. Hasan EFE'ye, teşvik ve desteklerini benden esirgemeyen Bölüm Başkanım Prof. Dr. Mustafa ALTINOK'a, Bölümümüz öğretim üyelerinden değerli Hocam Prof. Dr. Abdullah SÖNMEZ'e, bilgi ve desteklerini esirgemeyen değerli arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Cevdet SÖĞÜTLÜ'ye ve Yrd. Doç. Dr. Ali KASAL'a, deneylerin yapılmasındaki yardımlarından dolayı arkadaşım Öğr. Gör. Taner DİZEL'e, ve araştırma görevlisi H. Özgür İMİRZİ'ye, ayrıca tezin hazırlanmasındaki yardım ve katkılarından dolayı Mobilya ve Dekorasyon öğretmeni kardeşim Helim ASLAN ile maddi ve manevi desteklerinden dolayı eşim Gülten ASLAN'a teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiii
RESİMLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Mobilya Kavramı	6
2.2. Mobilyada Tasarım	6
2.3. Mobilya Türlerinin Analizi	9
2.4. Mobilya Üretiminde Kullanılan Ağaç ve Ağaç Esaslı Malzemeler	12
3. KAYNAK ARAŞTIRMASI	15
4. MALZEME ve YÖNTEM	24
4.1. Malzeme	24
4.1.1. Odun kompoziti malzemeler	24
4.1.2. Polivinilasetat (PVAc) tutkalı	24
4.1.3. Kavela	25
4.1.4. Silindirik-eksantrik bağlantı elemanı (minifiks)	25

Sayfa

4.2. Yöntem	27
4.2.1. Deneylerde kullanılan odun kompoziti malzemelerin bazı teknik özelliklerinin belirlenmesi	27
4.2.2. Yoğunluk ve rutubet	27
4.2.3. Levha yüzeyine dik çekme (yarılma) dayanımının tayini	28
4.2.4. Levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansı	30
4.2.5. Deney örneklerinin hazırlanması	30
4.2.6. Deneylerin yapılışı.....	36
4.2.7. Teorik esaslar	37
4.2.8. İstatistiksel değerlendirme	39
5. BULGULAR	40
5.1. Yoğunluk ve Rutubet	40
5.2. Levha Yüzeyine Dik Çekme (yarılma) Dayanımının Tayini	41
5.3. Levha Yüzeyine Dik Minifiks Dübeli Tutma Performansı	43
5.4. Diyagonal Çekme Elemanlarının Moment Taşıma Kapasitesi	47
5.2. Diyagonal Basınç Elemanlarının Moment Taşıma Kapasitesi	51
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	57
EKLER	63
EK-1 Deneylerin yapılmasında kullanılan Üniuersal test cihazı	64
EK-2 Levha yüzeyine dik çekme (yarılma) dayanımı ve levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansı deneylerinin düzenekleri	65
EK-3 Diyagonal çekme deneylerinin yapılmasında kullanılan deney düzeneği.....	66
EK-4 Diyagonal basınç deneylerinin yapılmasında kullanılan deney düzeneği	67
EK-5 Yonga levhanın diyagonal çekme deneyi resimleri	68
EK-6 Lif levhanın diyagonal çekme deneyi resimleri	69
EK-7 Suntalamın diyagonal çekme deneyi resimleri	70
EK-8 MDF lamin diyagonal çekme deneyi resimleri	71

Sayfa

EK-9 Kontrplakın diyagonal çekme deneyi resimleri	72
EK-10 OSB'nin diyagonal çekme deneyi resimleri	73
EK-11 Yonga levhanın diyagonal basınç deneyi resimleri	74
EK-12 Lif levhanın diyagonal basınç deneyi resimleri	75
EK-13 Suntalamın diyagonal basınç deneyi resimleri	76
EK-14 MDF lamin diyagonal basınç deneyi resimleri	77
EK-15 Kontrplakın diyagonal basınç deneyi resimleri	78
EK-16 OSB'nin diyagonal basınç deneyi resimleri	79
EK-17 Yonga levha ve lif levhanın diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyon resimleri	80
EK-18 Suntalam ve MDF lamin diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyon resimleri	81
EK-19 Kontrplak ve OSB'nin diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyon resimleri	82
EK-20 Yonga levha ve lif levhanın diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyon resimleri	83
EK-21 Suntalam ve MDF lamin diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyon resimleri	84
EK-22 Kontrplak ve OSB'nin diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyon resimleri	85
ÖZGEÇMİŞ	86

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Deneme deseni	32
Çizelge 5.1. Odun kompoziti malzemelerin rutubet ve yoğunluk değerleri	40
Çizelge 5.2. Odun kompoziti malzemelerin levha yüzeyine dik çekme dayanımı ortalama değerleri (N/mm ²)	41
Çizelge 5.3. Malzeme çeşidinin levha yüzeyine dik çekme performansına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	41
Çizelge 5.4. Odun kompoziti malzemelerin levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansı ortalama değerleri (N)	43
Çizelge 5.5. Malzeme çeşidinin levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansına ilişkin varyans analizi sonuçları	44
Çizelge 5.6. Malzeme çeşidi faktörünün levha yüzeyine dik minifiks dübeli çekme kuvveti üzerindeki ortalamalarının karşılaştırma sonuçları	44
Çizelge 5.7. Birleştirme tipine göre kuvvet taşıma performansı değeri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları	45
Çizelge 5.8. Malzeme çeşidi ile minifiks dübeli türü ikili etkileşimine göre kuvvet taşıma performansı değeri sonuçları	46
Çizelge 5.9. Diyagonal çekme elemanlarının moment taşıma kapasitesi değerleri	47
Çizelge 5.10. Minifiks tipi ve malzeme çeşidinin çekme deney örnekleri üzerindeki moment taşıma performansına etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi	48
Çizelge 5.11. L- tipi örneklerin çekme performansı üzerindeki malzeme çeşidi faktörü dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları	48
Çizelge 5.12. L- tipi deney örnekleri üzerinde minifiks tipi x malzeme çeşidi ikili etkileşimi dikkate alınarak 6,984 Nm kritik değeri için yapılan LSD testi sonuçları	49
Çizelge 5.13. Diyagonal basınç elemanlarının moment taşıma kapasitesi değerleri	51

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.14. Minifiks tipi ve malzeme çeşidinin basınç deney örnekleri üzerindeki moment taşıma performansına etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi	52
Çizelge 5.15. L-tipi örneklerin basınç performansı üzerinde malzeme çeşidi faktörü dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları	52
Çizelge 5.16. L-tipi deney örnekleri üzerinde minifiks tipi x malzeme çeşidi ikili etkileşimi dikkate alınarak 6,984 Nm kritik değeri için yapılan LSD testi sonuçları	53

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Tasarım disiplinlerinin dağılımı “the design spectrum” [16]	7
Şekil 2.2. Mobilya genel tasarım süreci [4]	8
Şekil 2.3. Tablalarda yükleme modelleri a) Yüzey köşesinden yükleme b) Cumbadan yükleme [2]	10
Şekil 2.4. Kutu mobilya konstrüksiyonunda konsol-kiriş gösterimi [2]	10
Şekil 2.5. Kutu mobilyada rijitlik sağlayan kademeler [2]	11
Şekil 2.6. Kutu mobilya konstrüksiyonunda rijit yapının elde edilmesi [2]	12
Şekil 2.7. Yarı rijit kutu mobilyada bir “F” yatak kuvvetinin etkisi ile köşelerde oluşabilecek diyagonal çekme ve diyagonal basınç elemanları [2]	12
Şekil 4.1. Denemelerde kullanılan kavela örneği (ölçüler mm’dir)	25
Şekil 4.2. Denemelerde kullanılan minifiksin parçaları (ölçüler mm’dir) 1.Dübel (1.a. Metal, 1.b. Plastik) 2. Mil 3. Kam 4. Süs Kapağı	26
Şekil 4.3. Yoğunluk ve rutubet deney örneği ölçüleri (ölçüler mm’ dir)	28
Şekil 4.4. Levha yüzeyine dik çekme (yarılma) dayanımı deney düzeneği	29
Şekil 4.5. Levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma deney düzeneği	30
Şekil 4.6. Deney örneği (ölçüler mm’dir)	31
Şekil 4.7. Minifiksli birleştirme detayı (ölçek 1/1)	33
Şekil 4.8. Birleştirmelerde kullanılan minifiks ve kavela sayıları ile yerlerini gösterir açık perspektif resim (ölçüler mm’dir)	33
Şekil 4.9. Dübel, Mil ve Kamın yerleri ve ölçüleri	34
Şekil 4.10. Minifiksli birleştirmelerin uygulama işlem basamakları	35
Şekil 4.11. Diyagonal çekme deney düzeneği ve yük uygulama noktaları	36
Şekil 4.12. Diyagonal basınç deney düzeneği ve yük uygulama noktaları	37

Şekil	Sayfa
Şekil 4.13. Tepki kuvveti noktaları arası mesafenin (L_c) hesaplanması	38
Şekil 4.14. Moment kolunun (L_b) hesaplanması	39
Şekil 5.1. Deney malzemelerinin iç yapışma performansı değerleri karşılaştırma sonuçları	42
Şekil 5.2. Kompozit malzemelerin yüzeyden minifiks dübeli tutma dayanımı	47
Şekil 5.3. Kompozit malzemelerin L-tipi çekme performansı değerleri karşılaştırma sonuçları	50
Şekil 5.4. Kompozit malzemelerin L-tipi basınç performansı değerleri Karşılaştırma sonuçları	54

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Minifiks bağlantı elemanı	
a) Plastik dübelli minifiks b) Metal dübelli minifiks	26

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda verilmiştir.

Simgeler	Açıklama
C	Moment noktası
D	Minifiks dübel çapı, mm
F_b	Basınç kuvveti, kgf
F_ç	Çekme kuvveti, kgf
F_{maxb}	Maksimum basma kuvveti, N
F_{maxç}	Maksimum çekme kuvveti, N
F_{maxydc}	Maksimum levha yüzeyine dik çekmek kuvveti, N
F_{mdç}	Levha yüzeyine dik minifiks dübeli çekme kuvveti, kgf
F_{ydc}	Levha yüzeyine dik çekme kuvveti, kgf
f_{ydc}	Yüzeye dik çekme dayanımı
K	Deney örneği kalınlığı, mm
L	Minifiks dübel boyu, mm
L_b	Basma moment kolu, m
L_ç	Çekme moment kolu, m
m_o	Tam kuru ağırlık, g
m_r	Rutubetli (hava kurusu) ağırlık, g
M_b	Basınç moment değeri, Nm
M_ç	Çekme moment değeri, Nm
R_b	Basınç tepki kuvveti, kgf

Simgeler**Açıklama** **$R_{\text{ç}}$**

Çekme tepki kuvveti, kgf

 $R_{\text{mdç}}$

Minifiks dübeli çekme tepki kuvveti, kgf

 $R_{\text{ydç}}$

Levha yüzeyine dik çekme tepki kuvveti, kgf

 r

Rutubet oranı, %

 x

Moment taşıma değeri

 V_o Tam kuru hacim, cm^3 **V_r** Rutubetli (hava kurusu) hacim, cm^3 **δ_o** Tam kuru yoğunluk, g/cm^3 **δ_r** Hava kurusu yoğunluk, g/cm^3 **v**

Varyasyon katsayısı, %

Kısaltmalar**Açıklama****GLULAM**

Glued laminated timber

HG

Homojenlik grubu

LSD

En küçük önemli fark (Least Significant Difference)

MÇ

Malzeme çeşidi

MDC

Minifiks dübeli türü

MDF

Orta yoğunlukta lif levha (Medium Density Fiberboard)

MT

Minifiks türü

OSB

Yönlendirilmiş yonga levha (Oriented Strand Board)

PVAc

Polivinil asetat tutkalı

TS

Türk Standardı

TSE

Türk Standartları Enstitüsü

1. GİRİŞ

Ülkemizde ilerleyen teknolojiye paralel olarak yükselen yaşam standardı yanında hızlı bir kalkınma ve gittikçe endüstriyel kentleşmeye doğru büyüyen bir gelişme görülmektedir. Özellikle konut sektöründeki kavramsal değişmeler, giderek küçülen mekânların daha esnek ve fonksiyonel kullanımları gerekli kıldığı gözlenmektedir.

Tüketicinin giderek bilinçlenmesi, beğenilerin ve beklentilerin hızla değişmesi hala geçerliliğini büyük ölçüde koruyan kalıplaşmış mobilya çizgisinin değişimini kaçınılmaz kılmaktadır. Geçmişin el emeği yoğun, ağır yapılı mobilyalarına artık günümüzde rastlanılmamaktadır. Bu konuda, tasarımcılar ve mobilya üreticileri ürün tipini belirlerken; modülerlik, fonksiyonel ve esnek kullanım gibi kriterleri göz önünde bulundurmaları hem eşyanın değerini artıracak hem de geniş pazar olanağı sağlayacaktır.

Mobilya yüzyıllardan beri çeşitli biçimlerde üretilmesine karşın, nadir olarak yapısal özellikleri dikkate alınarak tasarlanmıştır. Birçok mobilya tasarımı, uzun deneme yanılma yöntemleri ve kuramları sonucunda gerçekleştirilmiştir. Eskiden kalma bilgiler ve deneyimler çok köklü bir değişiklik, yeni bir tasarım olmadığı sürece nesilden nesile geçmiştir. Tasarlanan mobilyaların kullanılabilirlikleri geçmiş deneyimlere göre yargılanmıştır [1].

Mobilya geçmişte olduğu gibi bugünkü eşya kültüründe de önemli bir yere sahiptir. Bu önem insanın hem fizyolojik hem kültürel ihtiyaçlarının arakesitinde oluşan kaliteli mobilyalar üzerinde yoğunlaşmaktadır [2].

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 tutarlı bir tasarım ile sağlanabilir. Başarılı bir konstrüksiyon tasarımının teknik, estetik ve ekonomik bakımdan yararlar sağlayacağı açıktır [3].

Mobilya üretiminde, dikkate alınması gereken önemli üç tasarım alanı vardır. Bunlar; estetik tasarım, fonksiyonel tasarım ve mühendislik tasarımıdır. Estetik tasarım, bir mobilyada form, orantı, renk, doku vb. unsurların tasarlanmasını konu alır. Fonksiyonel tasarım, mobilyadan beklenen fonksiyonların tespiti ve bu fonksiyonları karşılayacak mobilyanın tasarlanmasıdır. Mühendislik tasarımı ise, mobilyanın, direnci ve muhtemel yükler karşısındaki davranışlarının hesaplanmasını konu alır. Mühendislik tasarımı etkileyen faktörler; ergonomi, malzeme, konstrüksiyon ve üretim teknolojisi olarak belirtilmektedir [4].

Ahşap mobilya, konstrüksiyon tasarımı bakımından üç grupta incelenebilir. Bunlar; bileşenlerinin büyük çoğunluğunu tablaların oluşturduğu mobilyalar kutu (tabla) konstrüksiyonlu, masif kayıtların egemen olduğu mobilyalar çerçeve konstrüksiyonlu ve iki grubun ortaklaşa oluşturduğu mobilyalar kombine konstrüksiyonlu mobilyalar olarak adlandırılmaktadır. Plastik mobilyalarda ise kabuk tipi konstrüksiyonlar söz konusudur [4].

Mobilya elemanlarının birbirine bağlanmasında kavelalı ve zıvanalı birleştirme gibi geleneksel teknikler yanında konut veya ofislerde monte edilen ve kullanımı hızla yaygınlaşmakta olan demonte (Ready-To-Assemble) mobilyaların konstrüksiyonunda metal veya metal+plastikten üretilen mekanik bağlantı elemanları kullanılmaktadır [5].

Günümüzde, mobilyaların daha estetik olmasının yanında performas testleri sayesinde kullanım ömürleri de tahmin edilebilmektedir. Ülkemizde, henüz belirli büyük işletmeler dışında pek yaygın olmayan uluslar arası ve ulusal 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 [6].

Bu çalışma da, ülkemiz mobilya sektöründe faaliyet gösteren üreticilerin, kullanıcılara daha kaliteli mobilyalar sunabilmesi, uluslararası alanda rekabet edebilir

kalitede mobilyalar tasarlayıp üretilebilmesi adına, tasarımcı ve üreticilere sayısal veri tabanı oluşturulması amaçlanmıştır.

Problemin Tanımlanması

Ülkemizde, mobilya sektöründe faaliyet gösteren üreticiler, mobilya iç pazar talebinin neredeyse tamamını karşılayabilmektedir. Ayrıca, coğrafi konumu ve dinamizmi nedeniyle ülkemiz, öncelikle Avrupa ülkeleri olmak üzere ilişkili olduğu tüm ülkelere mobilya pazarlayabilecek konumdadır. Ancak, istenen bu durumun gerçekleşmesi için, mobilya üretiminde kalitenin yükseltilmesi ve korunması gerekmektedir. İstenilen kalite düzeyine ulaşılabilmesi ve korunabilmesi ise bilimsel ve teknik çalışmalar gerektirir [7].

Dünya nüfusundaki hızlı artış ve buna paralel olarak artan kaliteli ve sağlam mobilya istekleri, buna karşılık sürekli orman varlıkları sonucu mobilya üretiminde masif malzeme kullanımı ekonomik olmamaktadır. Masif malzemeye alternatif olarak lignoselülozik maddelerden üretilen kompozit malzemeler, hem ekonomik hem de stabilite gibi önemli üstünlüklerinden dolayı mobilya üretiminde kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzemelerin daha verimli kullanılması ve dayanıklılığını arttıracak önlemlerin alınması gereklidir. Mobilyanın bilimsel üretim mühendisliği konusu gündeme getirilerek mühendislik gereksinimlerine uygun performans deneyi yöntemleri geliştirilmelidir [8].

Kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde masif ağaç malzemeye kıyasla, odun kompozitleri kullanımının ekonomi ve üretim açısından yararları vardır. Bu anlamda masif ağaç malzemenin kurutulma işlemleri, kuruma kusurlarından kaynaklanan sorunlar ve rendeleme ihtiyacı, masif malzemenin geniş ölçülerde tablalı malzeme olarak kullanımının güç olması, hazırlanması durumunda işçilik ve firenin artması odun kompozitlerinin kullanımını daha cazip hale getirmiştir. Ayrıca odun kompozitleri daha az fireyle çok daha hızlı ve kolay üretim imkânları sağlamaktadır. Kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde, yonga levha, lif levha, sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha, sentetik reçinelerle kaplanmış odun lifi levhası, tabakalı

levha (kontrplak) ve yönlendirilmiş yonga levha (oriented strand board: OSB) gibi odun kompozitlerinin kullanılması, bu malzemelerle yapılan birleştirmelerin sağlamlığının bilimsel anlamda değerlendirilmesini gerektirir.

Mobilya birleştirmelerini oluşturmak için birçok bağlantı ve bağlama teknikleri kullanılmaktadır. Rasyonel tasarımın gereği olarak, bağlantı elemanları ve birleştirme tekniklerinin kabul edilebilir direnç özellikleri önceden bilinmelidir [4].

Özellikle demonte mobilya üretiminde yoğun olarak uygulanan vida, multifiks ve minifiks gibi mekanik bağlantı elemanlarıyla yapılan alternatif birleştirmeler, geleneksel mobilya birleştirme tekniklerinin iki önemli türü kabul edilen kavelalı ve zıvanalı birleştirmelere avantaj sağlamıştır [4].

Sökülüp takılabilir birleştirme tekniklerinin uygulandığı mobilyalar portatif olduğundan, bunların montajı kullanılacakları yerde yapılabilir. Böylece nakliye maliyetleri azaltılmış olur. Bu mobilyalar sökülmüş vaziyette depolandığı takdirde, sabit mobilyalara nazaran çok daha az yer kaplarlar. Bu durum imalatçılar ve satıcılar açısından oldukça önemlidir. Demonte birleştirmeler sağlamış olduğu bu üstünlükler nedeniyle tercih edilirler [9].

Mobilyanın taşınmasındaki zorluklar ve yapımındaki maliyet, zaman kaybı gibi etkenleri minimuma indirmek amacıyla birçok mobilyanın sökülüp-takılabilir (portatif) olması artık bir gereklilik olarak görülmektedir [10].

Hipotez

Sanat ve bilimin ideal arakesitinde; sağlam, kaliteli ve ekonomik kutu konstrüksiyonlu mobilyalar üretilebilmesi açısından, mobilya ürün mühendisliğine katkıda bulunmak ve sayısal veri tabanı oluşturmak amacıyla, çeşitli odun kompoziti malzemelerin bazı teknik özellikleri ve köşe birleştirmelerde metal veya plastik dübelli minifiks kullanıldığı takdirde gösterecekleri performanslar, birbirleriyle karşılaştırılarak incelenebilir.

Amaçlar

Bu çalışmanın amaçları;

- Değişik odun kompoziti malzemelerden üretilen kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelerinde kullanılan, metal ve plastik dübelli minifiksli birleştirmelerin moment taşıma değerlerinin karşılaştırılması,
- Kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelerinde kullanılan metal dübelli minifiksler ile plastik dübelli minifikslerin mukavemet açısından karşılaştırılması,
- Değişik odun kompoziti malzemelerin kullanılan minifiks birleştirme ile kendi aralarında kıyaslama yapılabilmesi için gerekli verilerin sağlanması,
- Kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde kullanılan odun kompoziti malzemelerin diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükleri altındaki performanslarının karşılaştırılması, olarak sayılabilir.

Çalışmanın Kapsamı ve Yöntemi

Bu çalışmada, belirlenen amaçlara ulaşabilmek için izlenen yöntemler;

- Konu ile ilgili geçmişte yapılan çalışmaların incelenmesi,
- 6 değişik odun kompoziti malzeme ve 2 minifiks tipi, 2 yükleme tipi ve her örnekten 12 adet yineleme olmak üzere ($6 \times 2 \times 2 \times 12 = 288$) toplam 288 adet deney örneğinin hazırlanması,
- Deney yöntemlerinin belirlenmesi ve deney düzeneklerinin hazırlanması
- Deney örneklerinin üretiminde kullanılan odun kompoziti malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi,
- Deneylerinin yapılması,
- Deney sonuçlarına göre deneylerde kullanılan değişik odun kompoziti malzemeler üzerinde plastik dübelli ve metal dübelli minifiksli birleştirme sonuçlarının karşılaştırılması,
- Tüm sonuçların değerlendirilmesi ve tartışılması.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mobilya Kavramı

Kültürel yapının temel göstergelerinden biri olan mobilya, farklı kültür, farklı işlev ve farklı zaman dilimlerinde, toplumların yerleşik hayata geçmeleriyle birlikte sadece barınmak ve zorunlu ihtiyaçları karşılamak adına değil, sosyalleşmenin beraberinde getirdiği bir olgu olarak da karşımıza çıkar [6].

Gerek fizyolojik ve gerekse kültürel ihtiyaçları karşılaması nedeniyle şu anki eşya kültüründe hiç şüphesiz en önemli yer bir iç mekan donatı elemanı olarak “mobilya”ya aittir [4]. Mobilyayı tam olarak tanımlayan bir tarif yapmak ise oldukça zordur [11].

“Oturulan yerlerin süslenmesine ve çeşitli amaçlarla donatılmasına yarayan eşya” tanımı ansiklopedilere dayanılarak verilmektedir [12].

TS 4521’e göre “Ağaç mobilya: Oturma, yemek yeme, çalışma, yatma vb. işlerin yapılmasında kolaylık ve rahatlık sağlayan, parçaların büyük çoğunluğu masif, lifli, yongalı, ve tabakalı ağaç malzemeden yapılan, taşınabilir ve sabit olarak kullanılan eşyadır” tanımlaması yapılmıştır [13].

Mobilya, işlevsel değeri ile mekanın kullanılabilirliğini etkileyen, estetik değeri ile de mekanın güzel ya da çirkin görünmesini, yaşama veya çalışma mekanlarının sıcak, sevimli ve renkli bir ortam haline gelmesini sağlayan, kısaca sanat ve tekniği birleştiren bir eşyadır. [6]

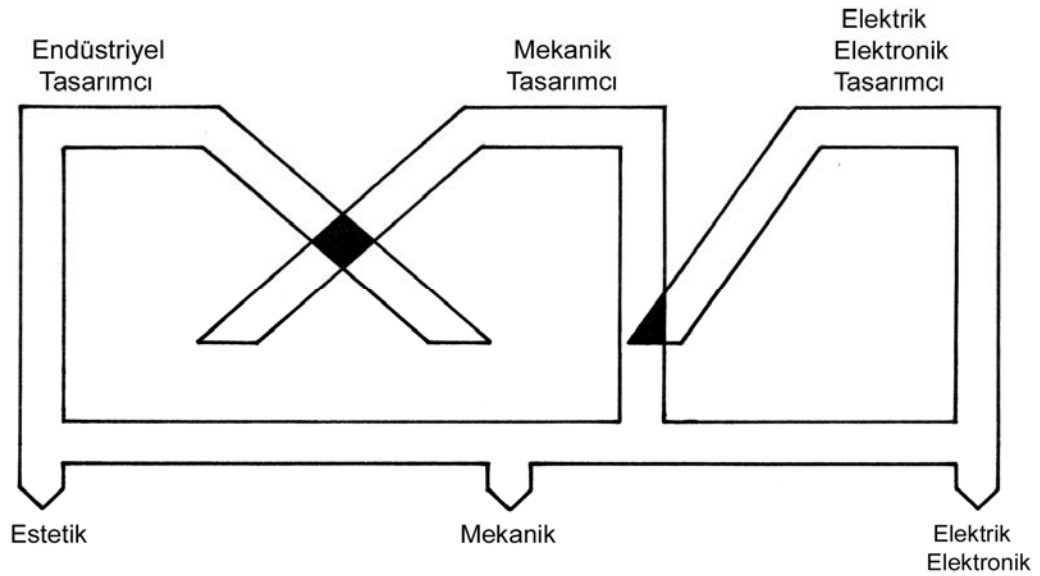
2.2. Mobilyada Tasarım

Tasarım (Design) kavramı kapsam itibarıyla, “Ürün tasarımı (Product design)”, “Çevre tasarımı (Environmental design)”, “Enformasyon tasarımı (Information design)” gibi üç ana alanı içermektedir [14, 15].

Buna göre;

- Ürün tasarımı; endüstri tarafından satılmak için üretilen, bayiler ve satıcılarca satılmak üzere alınan ürünlerin tasarımına ilişkin faaliyetleri,
- Çevre tasarımı; bina, ofis, market, makine ve ekipmanları ile bunlara ait çevrenin tasarımını,
- Enformasyon tasarımı ise müşteriler, çalışanlar, hissedarlar vb. arasındaki iletişimin sağlanmasına yönelik olarak hazırlanan periyodik raporlar, promosyon ve reklamlar ile firmalara ait görsel materyalleri vb. kapsamaktadır.

Diğer yandan farklı disiplinlerden gelen tasarımcılar ile değişik disiplinlerin ilişkisi “Tasarım disiplinlerinin dağılımı” adı altında Şekil 2.1’de gösterilmektedir [14, 16].

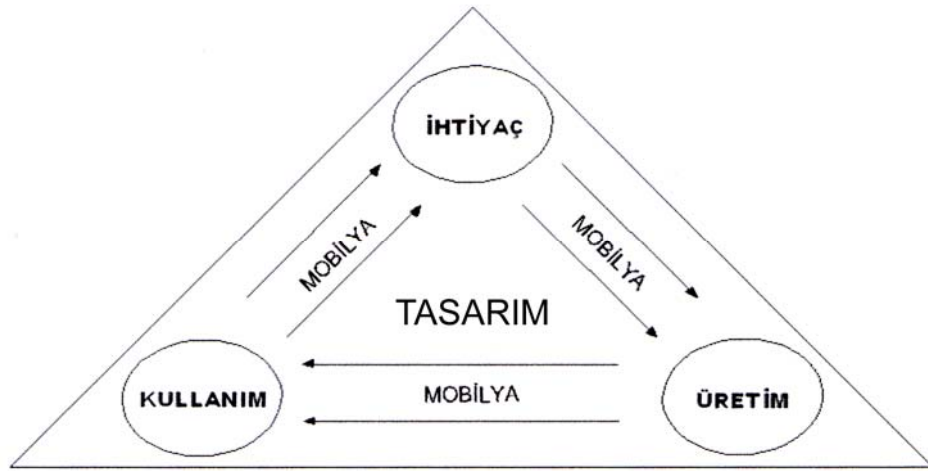


Şekil 2.1. Tasarım disiplinlerinin dağılımı “the design spectrum” [16]

Mobilya tasarımı konusunda sistemli çalışmalar çeşitli nedenlerle yapılamamaktadır. Daha çok büyük firmaların gelişmiş ülke yayınlarından ve ithal mobilyalarından aldıkları kopyalar küçük firmalarda git gide daha kötü kopyalar haline gelmektedir [17].

Büyük üretim potansiyelini oluşturan küçük tip atölyeler, tasarım çalışması yapacak teknik ve ekonomik güce sahip değildirler [4].

İnsanın ilkel ve kültürel ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak üretilen her eşya gibi diğer boyutlarının yanı sıra, mobilyanın tasarım boyutu da olmalıdır. Şekil 2.2.'de bir ürün (eşya) olarak mobilyanın genel süreci verilmektedir [4].



Şekil 2.2. Mobilya genel tasarım süreci [4]

Bu gösterim daha çok rasyonel ve endüstriyel mobilya (eşya) olarak bilinen ürünlere ait tasarım sürecini ifade etmektedir. Bu anlamda “design” (tasarım): Fonksiyonel nesne üretimi ile ilişkili tüm etkinlikleri belirten İngilizce kökenli sözcük olarak tanımlanmaktadır [16].

Geniş anlamı ile tasarım: zihinde canlandırılan bir formun veya fikrin bir fonksiyona hizmet edecek ve yaratıcı özelliği kapsayacak şekilde ifadelendirilişidir [4].

2.3. Mobilya Türlerinin Analizi

Mobilyanın tam bir tanımının yapılmasındaki güçlükler, sınıflandırılmasına da yansımaktadır. Ancak mobilyalar genel olarak aşağıdaki şekilde analiz edilebilirler [4].

Fonksiyonel estetik yaklaşım açısından mobilyalar, temel eylem biçimine, kullanım mekanına yaş gruplarına, fonksiyon yapısına, kullanıldığı eşyalara, estetik ve fonksiyon ağırlığı vb. hususlara göre sınıflandırılabilirler [18].

Mühendislik ve ekonomik kriter açısından mobilyalar, malzeme türlerine, genel konstrüksiyon biçimlerine, montaj sürecine, ergonomik kriterlere, malzeme ve üretim kalitesi ile standartlara uygunluk vb. hususlara göre analiz edilebilirler [18].

Tabla ve çerçeve tabla tipi konstrüksiyonların yapısal karakteristikleri ile çerçeve tipi konstrüksiyonlar arasında önemli farklar bulunmaktadır. Çerçeve tipi konstrüksiyonların yapısal-mekanik davranış özellikleri çerçeve çubukları ya da kayıtlarının eğilme, kesilme, basınç, burkulma ve burulma dirençlerine bağlıdır. Buna karşılık tabla tipi konstrüksiyonda, yapının mukavemeti, tablaların burulma direnci ve rijitliğine bağlıdır. Çerçeve-tabla tipi konstrüksiyonlar ise her iki yapının ortak davranış özelliklerini gösterirler [2].

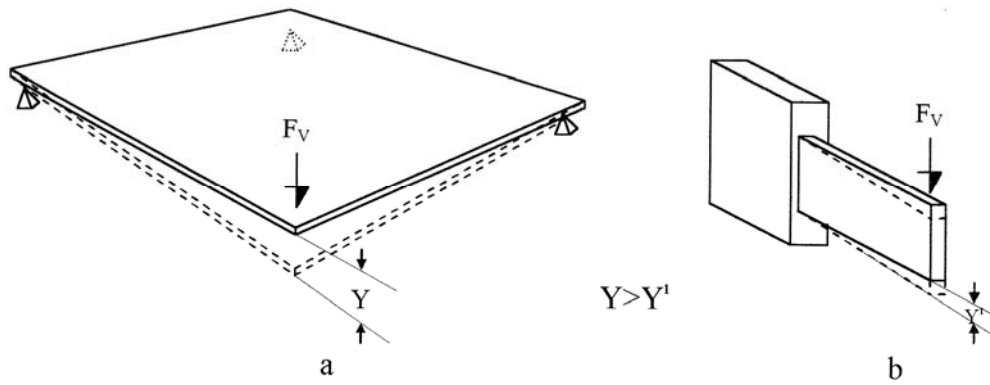
Genel olarak tabla tipi mobilyaların kutu görünümünde oldukları söylenebilir. Çoğunlukla dört yanlı, bir aralıklı olurlar ve bu durumlarıyla tamamlanmış bir çerçeve şeklinde görünürler [2].

Mekanik yapım bakımından kutu kompleks olup, iç çerçevesi bulunanlar daha da karmaşık bir yapı arz ederler. Sadece tablalardan oluşan kutular, çerçeve artı tablalardan oluşan konstrüksiyon tiplerine göre daha sade bir yapı özelliğindedir.

Mutfak dolaplarının yapısı çerçeve-tabla konstrüksiyona iyi bir örnek gösterebilir. Fabrikada çerçevesi hazırlanan mobilyaların daha sonra tablaları eklenir. Çerçeveler

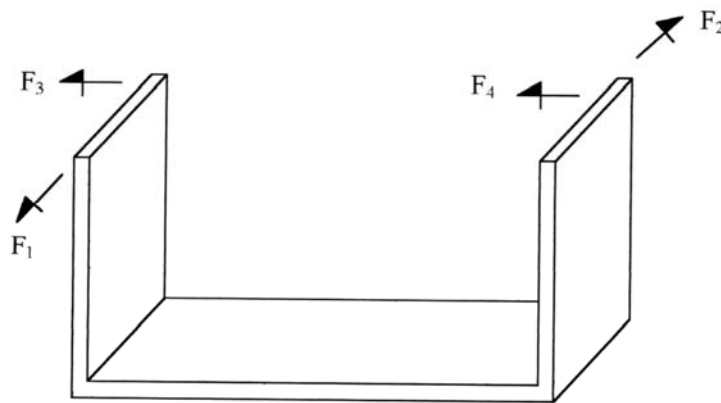
kendilerini taşıyabilseler bile tablalar bağlandıktan sonra rijitliklerinde önemli bir artış meydana gelir.

Bu konstrüksiyonda tablalar Şekil 2.3.a'daki dibi yüzey köşesinden yüklenirse çok esnek, Şekil 2.3.b'deki gibi cumbadan yüklenirse oldukça rijit davranış özellikleri gösterirler. Tablalar boy eksenlerine dik yönde kolayca eğilmekte, ters yönde ise çok zor konum değiştirmektedir [19].



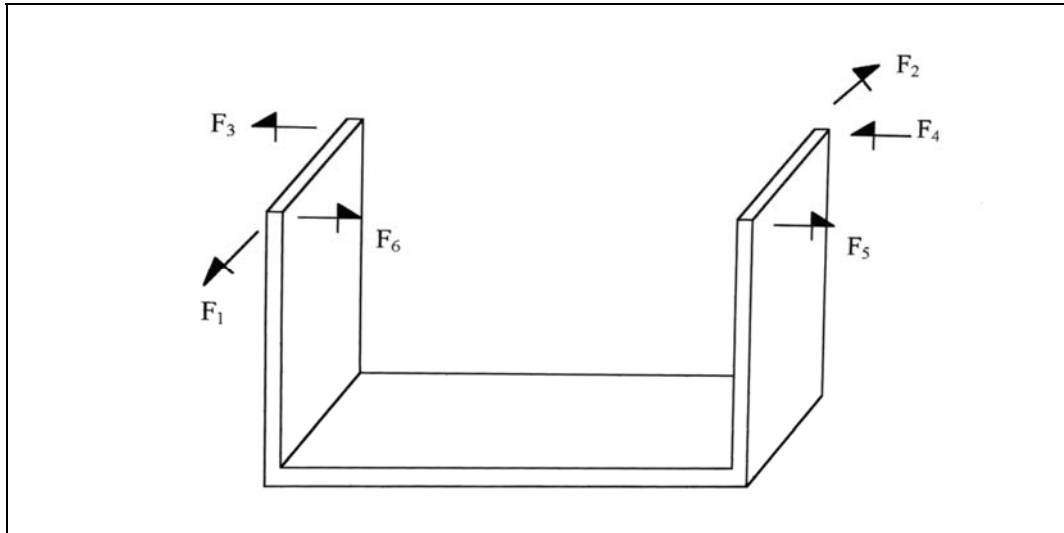
Şekil 2.3. Tablalarda yükleme modelleri

a) Yüzey köşesinden yükleme b) Cumbadan yükleme [2]

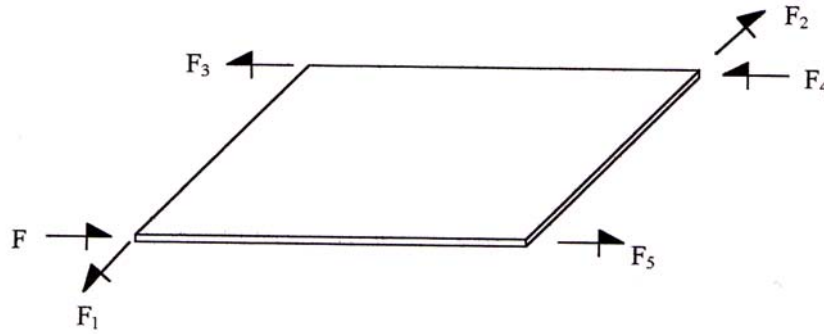


Şekil 2.4. Kutu mobilya konstrüksiyonunda konsol-kiriş gösterimi [2]

Şekil 2.4’de görülen yan tablaların her birisi aslında bir konsol kirişin yapısal özelliğini gösterir. Bu tablalar kendi düzlemlerinde oldukça rijittirler. F_1 ve F_2 kuvvetlerinin etkisi altında katı konsol kiriş davranışı gösterirler. Normal olarak tablalar kendi düzlem yüzeylerinin dik yönünde ise oldukça esnektirler. F_3 ve F_4 kuvvetlerinin etkisinde kaldıklarında eğilmeye fazla direnç göstermezler. Üç elemanlı bu yapı bulunduğu özgün konumunu koruyabilecek hale getirilecek olursa F_1 ve F_2 kuvvetlerinin neden olacağı çarpıklaşma engellenecektir. Buna rağmen yan tablaların düzlem yüzeylerine dik yönde etki eden F_3 ve F_4 yanal kuvvetlerine direnç olacaktır. Bu durum Şekil 2.3’deki gibi yapıya arkalık ilavesi ile sağlanmaktadır. Burada aynı zamanda bir konsol kiriş özelliğindeki arkalığın tablalara dik açıda yer almasıyla F_1 , F_2 , F_3 , ve F_4 kuvvetlerinin etkisi ya da yönü düzlem yüzey içerisinden düzlem yüzeyinden dışarı olmak gibi tamamen ters bir pozisyona geçerler. Arkalık F_3 ve F_4 yanal etki kuvvetlerine karşı rijit bir şekilde direniş gösterebilir ve bunların düzlem yüzey iç kuvvetleri olarak etkileri transfer edilir. Buna rağmen F_5 ve F_6 gibi yanal etki kuvvetleri, yan tablaların desteklenmeyen köşelerine uygulanacak olursa tablalar köşegen eksenleri doğrultusunda çarpılacaktır (Şekil 5.5). Bu iki köşenin eğilmesi yapıya bir üst tablanın ilavesi ile engellenebilir (Şekil 2.6).

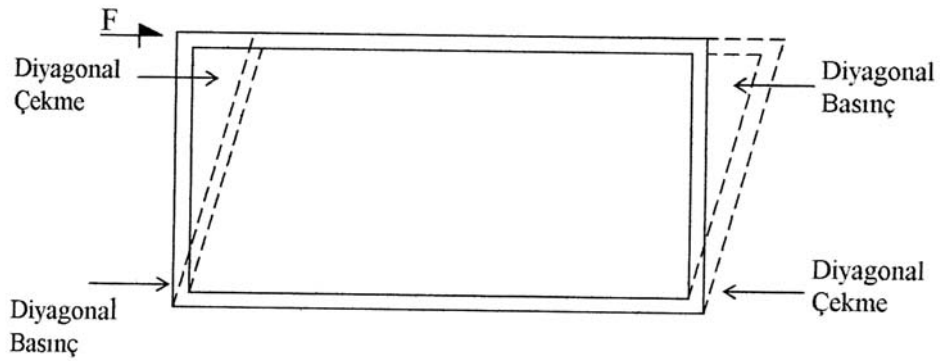


Şekil 2.5. Kutu mobilyada rijitlik sağlayan kademeler [2]



Şekil 2.6. Kutu mobilya konstrüksiyonunda rijit yapının elde edilmesi [2]

Sisteme ilave edilen arkalık elemanının gevşetilmesi durumunda, kutuya sol üst kısımdan etkileyecek bir “F” yatay kuvveti, mobilyanın köşelerinde karşılıklı olarak çekilmeye ve/veya basılmaya çalışan çekme ve basınç gibi köşe elemanlarının oluşmasına neden olabilir (Şekil 2.6).



Şekil 2.7. Yarı rijit kutu mobilyada bir “F” yatay kuvvetinin etkisi ile köşelerde oluşabilecek diyagonal çekme ve diyagonal basınç elemanları [2]

2.4. Mobilya Üretiminde Kullanılan Ağaç ve Ağaç Esaslı Malzemeler

Ağaç malzeme: İlk çağlardan beri, kullanım alanı gitgide artarak insana hizmetini sürdürmektedir. Nitekim şu anda odun hammaddesinin 10000 kullanım yeri bulunduğu bildirilmektedir [20]. Özellikle doğal yapıda olması, insan sağlığını olumlu yönde etkilemesi ve estetik görünümü ağaç malzemenin avantajları olarak kabul edilmektedir.

Kaplama levhaları: Kalınlığı 0,6-8 mm arasında değişen ağaç malzemeler olup, çoğunlukla kontrplak ve kontratabla, eğmeçli mobilya, ahşap süslemeciliği ve kakmacılık (marketri) işlerinde kullanılmaktadır [20].

Kontrplak: Soyma kaplamaların, lif yönleri birbirine dik konumda ve orta katlar dış katlardan daha kalın olmak üzere 3,5,7,9 gibi tek sayılı katlar şeklinde yapıştırılması ile, istenilen ölçülerde geniş yüzeyli ağaç malzeme şeklinde elde edilen mobilya, yapı ve ambalaj endüstrisinde yaygın olarak kullanılan tabakalı stabil malzemelerdir [20].

Kontratabla : Ağaç malzemenin çalışmasını önlemek için körağaç denilen ve lif yönleri zıt olarak birleştirilen ağaç malzemelerin her iki yüzüne kontra gelecek şekilde yapıştırılan kaplama levhası veya kontrplaktan hazırlanan 3,5 veya 7 katlı tabladır. Kontratabla rutubet etkisi ile çalışmadığından çatlama ve biçim değişimleri oluşmaz. Körağaç, astar kaplama ve yüz kaplamalardan oluşur. Fabrika yada atölyelerde 10-28 mm kalınlıklarda üretilir [20].

Yonga levha: Odundan elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile karıştırılıp yüksek sıcaklık ve basınç altında preslenmesi ile üretilen geniş yüzeyli levhalardır [20].

Lif levha: Bitkisel liflerin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinde yararlanarak yada yapıştırıcı madde ilave ederek oluşturulan levha taslağının kurutulması veya preslenmesi sonucu elde edilir. Buna göre; lignoselülozik maddelerin liflere ayrılması ile elde edilen malzemenin istenilen ölçülerde şekillendirilmesi sonucu oluşturulur. Bu maksatla, ham madde olarak odun, şeker kamışı, keten, tahıl, pamuk ve mısır saplarından yararlanılır [20].

Lamine malzeme: Farklı kalınlıklarda hazırlanan ağaç malzemelerin lifleri birbirine paralel olacak şekilde yüzeylerinden yapıştırılması ile elde edilir. Kat kalınlıklarına göre farklı isimlendirilirler. Büyük açıklıkların geçilmesinde kullanılan tutkallı yapı kirişleri (GLULAM = glued laminated timber) 25,4-50,8 mm kalınlıktaki parçalardan

üretilir. Mobilya yapımında kullanılan küçük boyutlu lamine elemanlar (LVL = laminated veneer lumber = MICROLAM) için ise en çok 3,2 mm ye kadar kalınlığa sahip kaplama levhaları kullanılır [20].

Yönlendirilmiş Yonga Levha: 0,5-0,7 mm kalınlıkta, en çok 140 mm uzunlukta çam yongalarından üretilmiş üç katmanlı bir levhadır. Dış iki katmandaki yongalar levha boyu yönünde, orta katmandaki yongalar ise buna dik yönde yer alır. Yongalar birbirine sentetik reçinelerle bağlanmıştır. OSB levhalar, bilgisayar kontrollü Conti-Roll preslerde (kesintisiz uzunlukta şeritler halinde) yüksek basınç ve sıcaklık altında preslenmekte, istenilen boyutlarda levhalar halinde kesilmektedir [21].

3. KAYNAK ARAŞTIRMASI

İstatistiksel olarak demonte mobilya pazarının her yıl %10 büyümekte olduğu belirtilerek, yakın gelecekte panel halinde üretilmiş demonte (montaja hazır) mobilyaların üretim, montaj, sevkiyat kolaylıkları nedeniyle özellikle seri üretim yapan firmalarda daha fazla tercih edileceği vurgulanmıştır. Dünya pazarında Asya ve Pasifik ülkelerinin %25'inin, Kuzey Amerika ülkelerinde %24'ünün ve geriye kalan ülkelerin ise %5'inin bağlantı elemanlarını kullandığını, Avrupa ülkelerinde ise bu oranın %46 olduğu açıklanmıştır [22].

Eckelman (1978), mobilya yapımında yaygın olarak kullanılan sac vidasının ağaç malzemenin yan yüzeyinden çekme kuvvetinin;

$$F = 3,204 D (L - D)^{.75} S_x \quad (3.1)$$

Eşitliğinden hesaplanabileceğini bildirmiştir [23].

Burada;

F : çekme kuvveti (N)

D : vida çapı (mm),

L : vida girme derinliği (mm),

S_x : ağaç malzemenin liflere paralel makaslama direnci (N/mm²).

Fujimoto ve Mori (1983), farklı çap ve boyuttaki ahşap vidaların yonga levhadaki çekme dirençlerinin araştırıldığı çalışmada, vida boyunun artması ile çekme direncinin de arttığı, vida çapındaki artışın ise çekme direncinde azalmaya yol açtığını belirtilmektedirler [24].

Cassens ve Eckelman (1985), demonte mobilya imalatında, bağlantı elemanı olarak kullanılan farklı çap ve boyuttaki soket vidaların, OSB, MDF ve yonga levhadaki çekme dirençlerinin araştırıldığı çalışmada, bağlantı elemanlarının girme derinliğinin, çapına oranla daha önemli bulunduğunu belirtilmektedirler [25].

Lin ve Eckelman (1987), rijitlik derecesi değerleri değişen 3 tip bağlantı tekniği kullanarak kutu mobilya üzerinde bunların birleştirme sağlamlığına etkisini değerlendirmişlerdir. Sonuçlara göre; kutunun katılığı üzerinde birleştirmelerin önemli etkisi bulunmaktadır. Köşe birleştirmeler, kavela ve metal bağlantılarla güçlendirilirse sağlamlığında kademeli olarak artacağı vurgulanmıştır [26].

Broker ve Krause (1991), Üç tabakalı yonga levha, Avrupa Ladini ve Avrupa Kayını odunları üzerinde 9 farklı vida tipi ile statik ve dinamik yük altında vida tutma deneylerinin yapıldığı araştırmada vida tutma direncinin vida uzunluğu ve çapı ile doğru orantılı olduğunu saptamışlardır [27].

Efe (1992), yonga levha, Lif levha, Kontratabla, Suntalam, Werzalit gibi ahşap levhaların soket vida tutma kuvveti üzerinde, soket vida boyunun doğru, çapının ise ters orantılı etkisi olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, ön delik çap oranı ve vida diş adımı ile diş yüksekliğinin soket vida tutma kuvveti üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir. [28].

Efe (1992), ahşap levhaların soket vida tutma mukavemetlerinin araştırıldığı çalışmada, ahşap levhaların özgül ağırlıklarının, vida tutma mukavemeti üzerinde doğru orantılı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, soket vidanın ise, vida uygulama boyu, diş sayısı ve diş yüksekliğinin doğru orantılı, diş adımı aralığının ise ters orantılı olduğunu belirtmiştir [29].

Cai ve Wang (1993) kutu konstrüksiyonlu kavelalı köşe ve orta birleştirmelerin mukavemetinin, kullanılan kavela sayısı artırılmak suretiyle % 5–15 arasında arttırılabileceğini bildirmişlerdir [30].

Zhang ve Eckelman (1993), yonga levha ile farklı boyut ve çaptaki tek kavelalarla yapılan birleştirmelerde, çekme ve basınç dirençleri 6.5 mm ile 9.5 mm kavelalarda artmaktadır. Kavelalı elemanın karşısındaki taşıyıcı elemanda, kavela boyu 6.5 mm ile 16 mm arasında iken direnç yine artmakta, kavelalı elemanda kavela boyu 20 mm

ile 38 mm arasında iken, direnç değerlerinde önemli bir farklılık olmamaktadır. Kavelalı elemanda kavela boyunu, basınç elemanları için 20 mm, çekme elemanları için ise 25 mm olarak önermektedirler [31].

Zhang ve Eckelman (1993), yonga levhada farklı sayıda kavela ile köşe birleştirmeler üzerinde çekme ve basınç deneylerinin yapıldığı çalışmada numune genişlikleri ve kavelalar arası mesafeleri değiştirilmişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre iki kavela arası mesafenin 7,5 cm olması halinde en yüksek dirence ulaşılacağını bildirilmişlerdir [32].

Wan-Quan ve Eckelman (1993), yonga levha ve lif levhalar üzerinde “L” tipi tabla köşe birleştirme numuneleri, farklı boy ve çaplarda mobilya bağlantı vidaları ile 1’ den 32’ ye kadar artan sayılı dizilerle basınç deneylerine alınmıştır ve basınç mukavemetinin, bağlayıcı alanların artışına bağlı olarak düzenli şekilde arttığı tespit edilmiştir. Belli bir noktadan sonra mukavemet artışı olmadığı, bağlantıyı sağlayan vidaların boyunun direnç üzerinde çaplarından daha fazla etkili olduğu, birleştirmede kullanılan tutkalın birleştirmenin direnci üzerindeki etkisinin, levhanın kendi tutkalından daha fazla olduğu belirtilmektedir [33].

Ching ve Yiren (1994), yonga levha ile yapılan çeşitli köşe birleştirmelerin, eğilme dirençlerinin araştırıldığı çalışmada, başarı sıralamasının lambalı, lambalı–tel kancalı ve lambalı–kamalı birleştirme şeklinde olduğunu bildirmişlerdir [34].

Özçiftçi (1995), yonga levha ile yapılan kutu konstrüksiyonlu tutkalı köşe birleştirmelerinden, kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı birleştirmelerin çekme ve basınç dirençlerinin araştırıldığı çalışmada, başarı sıralaması kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı köşe birleştirme şeklinde bulunduğunu belirtmiştir [35].

Ping (1995), yonga levha ile yapılan kutu konstrüksiyonlu mobilyada, sıcaklık ve basınç altında “Polyamide” eriği ile yapılan “Moltinject” tipi köşe birleştirmenin kavelalı birleştirmeye göre daha başarılı bulunduğunu belirtmektedir [36].

Güntekin (1996), “Yonga Levha ile Üretilmiş Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyalarda Mühendislik Uygulaması” adlı tezinde, kutuların sağlamlıkları, birleştirmelerin dirençleri ve boşluklu yonga levhaların bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri araştırmıştır. Boşluklu yonga levhaların dirençleri (katılık ve sertlik), yonga levhalardan daha yüksek çıkmıştır. Boşluklu yonga levhaları ile birleştirilen masif konstrüksiyonlu kutu mobilya uygulamaları için kavelalı birleştirmelerin uygun olduğu belirtmiştir [37].

Özçifçi ve Altınok (1996) yonga levhadan hazırlanmış kutu konstrüksiyonlu köşe birleştirmelerinin basınç yükü altındaki mukavemet özelliklerini araştırmışlardır. Sonuçta en mukavemetli birleştirmenin kavelalı birleştirme, en dirençsiz birleştirmenin ise lambalı – kınışlı birleştirme olduğunu bildirmişlerdir [38].

Eckelman (1998), mobilya yapımında yaygın olarak kullanılan multifiks (T-nut) tipi bağlantı elemanlarının, çeşitli ağaç malzemelerdeki statik çekme mukavemetleri için yaklaşık bağlantılar elde etmiştir [39].

Örs ve Efe (1998), mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında uygulanan geleneksel ve alternatif birleştirmelerin mekanik özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre esnek birleştirme sağlayan alternatif bağlantı elemanlarıyla yapılan birleştirmeler, rijit birleştirme sağlayan geleneksel tutkallı birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur [40].

Efe (1998), lif levha ve yonga levha ile oluşturduğu L-tipi kavelalı köşe birleştirmelerde sırasıyla 2, 3, 4, ve 5’ li kavela dizilerinin basınç ve çekme dirençlerini araştırmıştır. Deney sonuçlarına göre, lif levhalar, yonga levhalara, 8 mm çaplı kavelalar, 10 mm. çaplı kavelalara üstünlük sağlamıştır. Ayrıca yonga levhalarda yivli yüzeyli, lif levhalarda düz yüzeyli kavelalar daha başarılı bulunmuş, kavela sayısındaki artışın çekme direncinde artışa, basınç direncinde ise azalmaya neden olduğu belirlenmiştir [2].

Eckelman (1999), kaliteli mobilya tasarımında, yüksek mekanik özelliklere sahip ve performans karakteristikleri iyi olan kompozit levhaların kullanılması gerektiğini belirtmektedir [41].

Efe (1999), kutu mobilya konstrüksiyonunda geniş kullanım alanı bulunan çekme ve basma yükleri altındaki yabancı çitallı ve trapez bağlantı elemanlı 150 x 150 x 18 mm ölçülerindeki yonga levha ve lif levha (MDF)'lar ile oluşturulan "L tipi" köşe birleştirme deney elemanlarının dirençlerini belirlemiştir. Deney sonuçlarına göre lif levhaların, yonga levhalara, demonte birleştirmelerin ise sabit birleştirmelere üstünlük sağladığını belirtmiştir [42].

Eren (1999), "Ağaç Esaslı Kompozit Kutu Mobilyalardaki Gelişmiş Bağlayıcılar ve Birleştirme Metotlarının Gelişimi ve Değerlendirilmesi" adlı tezinde, kutu mobilyalarda kullanılan birleştirme teknikleri ve bağlayıcıların testleri yapmıştır. Kenar kırılma mukavemet testleri sonuçlarına göre; köşe birleştirmelerdeki kırılma mukavemetinin hem levha yüzeyine dik çekme (IB) hem de eğilme direnci (MOR) özelliklerinde yaklaşık karekök oranında artışını göstermiştir. Kenar çekme testleri sonuçları; kenar ölçüsü ve yuva çapının hem lif levha hem de yonga levhada çekme direnci üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Vida ile tutkal kullanımının çekme direncini, hem MDF hem de yonga levha panellerinde artırmıştır. Birleştirmelerin performansının bağlayıcıların fiyatlarına bağlı olmadığını, bir çok durumda düşük maliyetli bağlayıcıların daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir [43].

Efe ve Kasal (2000), yonga levha ve lif levhalardan yapılan kavelalı köşe birleştirmelerde, Polivinilasetat (PVAc), Polimarın (Desmodur-VTKA) ve Klebit 303 tutkallarının çekme direncine olan etkilerinin araştırıldığı çalışmada, lif levhalar, yonga levhalara üstünlük sağlarken, Polivinilasetat tutkalının en iyi sonucu verdiğini ve en iyi diyagonal çekme direncinin lif levha ile hazırlanan numunelerde polivinilasetat tutkalı ile gerçekleştiğini belirtmişlerdir [44].

Efe ve Kasal (2000), yonga levha ve lif levha ile yapılan kutu konstrüksiyonlu sabit (Kavelalı ve kendinden kınışlı) ve demonte (minifixli, multifixli) köşe birleştirmelerin, çekme dirençlerinin araştırıldığı çalışmada, lif levhaların, yonga levhalara, demonte birleştirmelerin de, sabit birleştirmelere göre daha başarılı bulunduğunu belirtilmektedirler [45].

Şafak (2000), kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelerinde mekanik özellikler konulu çalışmasında, tutkallı (sabit) ve tutkalsız (demonte) birleştirmelerinin mukavemet özelliklerini araştırmıştır. Sonuç olarak tutkalsız birleştirmelerin tutkallı birleştirmelere üstünlük sağladığını bildirmiştir [46].

Taş (2000), ahşap esaslı levhalarda (yonga levha, sunta lam ve MDF) köşe birleştirme tipi (kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı) ve tutkal çeşidinin (P.V.A. ve polimarin) diyagonal basınç ve çekme direncinin araştırıldığı çalışmada, en iyi ahşap esaslı malzemenin kaplamalı MDF, en iyi birleştirme çeşidinin yabancı çıtalı birleştirme ve en iyi tutkalın ise polimarin tutkalı olduğunu belirtilmektedir [47].

Denizli (2001), “Panel Tabanlı Kutu Mobilyaların Dayanımı ve Direncinin Geliştirilmesi” adlı tezinde ağaç kompozit malzemelerinden üretilmiş dolapların yapı olarak güvenilir ve dayanıklılığını sağlamak için kitaplıklar üzerinde mühendislik tasarımının geliştirilmesi amaçlanmıştır. Toplamda 18 kitaplık yapılmış ve test edilmiştir. Çalışmada kitaplıklara yüklemeler yapılmış ve raf sehimleri araştırılmıştır. Raf sehimleri miktarlarının, malzeme kalınlığı ve tipine, raf desteklerine ve raf uçlarının katılıklarına bağlı olduğu tespit edilmiştir. Kutuların raf kenarlarındaki bağlayıcılarında uzun vidaların kullanılması ile daha düşük sehim değerleri elde edilmiştir. En yüksek dayanım MDF panellerinde elde edilmiştir. Vidaların kutu arkalıklarından rafa sabitlenmesi, rafların başlarının sabitlenmesi, levha kalınlığının artırılması veya yüksek elastikiyet modülüne sahip olması mevcut tasarımların performanslarının geliştireceğini ortaya koymuştur [48].

Diler (2001), kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelerinde, vida çapının çekme ve basınç dirençlerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmada, demonte (vidalı) birleştirmelerin, sabit (vidalı+tutkallı) birleştirmelere göre daha başarılı bulunduğu, malzeme çeşitlerinden sentetik reçinelerle kaplanmış lif levhanın (MDFlam), reçine emdirilmiş kağıt kaplı yonga levha, lif levha ve yonga levhadan daha başarılı bulunduğu belirtilmektedir. Çekme deneylerinde 4 mm çaplı vidaların, basınç deneylerinde ise 5 mm çaplı vidaların daha başarılı bulunduğu belirtilmektedir [49].

Norvydas ve Papreckis (2001) yonga levhadan yapılmış, kutu konstrüksiyonlu tek kavelalı köşe birleştirmelerin moment kapasitelerini elde etmişlerdir. Köşe birleştirmelerin direncinin kavala çapı ile doğru orantılı olarak arttığını vurgulamışlar ve her kalınlık için en uygun kavala çaplarını belirlemişlerdir [50].

Örs ve diğerleri (2001) Kutu konstrüksiyonlu, tutkalsız ve tutkallı vidalı mobilya köşe birleştirmelerde çekme dirençlerini karşılaştırmışlardır. Tutkallı birleştirmelerde poliüretan esaslı desmodur-VTKA tutkalının kullanıldığı araştırmada yapılan deneyler sonucunda; MDF Lam ve 4x50 vidaların daha başarılı bulunduğunu bildirmişlerdir [51].

Akbulut ve diğerleri (2002), endüstriyel bazı OSB ve kontrplak levhalarının fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit etmişler, OSB levhaların kontrplak yerine kullanılma durumunu belirlemeye çalışmışlardır. OSB levhalarının direnç değerleri kontrplaklardan düşük çıkmasına rağmen, ambalaj sandığı, döşeme, döşeme altı, çatı kaplama ve duvar bölmesi gibi kullanım alanlarında yapısal kontrplak yerine kullanılabileceğini bildirmişlerdir [52].

Akkılıç (2002), farklı yüzey malzemeleri ile kaplanan yongalevhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin kullanılan yüzey kaplamasına göre nasıl bir etkilenme gösterdiğini tespit etmiş, yüzey malzemeleriyle kaplanan yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin yüzey kaplama malzemesine bağlı olarak iyileştiğini bildirmiştir [53].

Efe ve diğerkleri (2002) yonga ve lif levhadan hazırlanmış kutu konstrüksiyonlu mobilya kavelalı köşe birleştirmelerde, lif levhaların yonga levhalara üstünlük sağladığını, polivinilasetat (PVAc) tutkalının en iyi sonucu verdiğini bildirmişlerdir [54].

Nicholls ve Crisan (2002) kutu konstrüksiyonlu kavelalı ve minifiks tipi bağlantı elemanlı köşe birleştirmelerdeki gerilmeleri ve zorları sonlu elemanlar metoduyla analiz etmişlerdir. Sonuçta, katı modellerde oluşan gerilme konsantrasyon alanlarının, gerçek birleştirmelerdeki gibi geliştiğini gözlemlemişler ve köşe birleştirmelerdeki gerilme dağılımlarını doğru olarak tahmin edebilmişlerdir [55].

Smardzweski ve Prekrad (2002), Demonte mobilya birleştirmelerinin direnç dağılımları isimli çalışmalarında, metal konstrüksiyonlu trapez bağlantılı demonte birleştirmelerin direnç özelliklerini araştırmışlardır. Çalışmaları sonucunda bu tip birleştirmelerin avantajlarını ortaya koymuşlardır [56].

Güntekin (2003), montaja hazır mobilya birleştirmelerinin performans özelliklerini araştırmıştır. 18 mm kalınlığındaki MDF ve yonga levhalardan mekanik bağlantı elemanları ve kavela kullanılarak köşe birleştirme örnekleri hazırlanmış, her bir köşe birleştirmesi için bir bağlantı elemanı kullanılmıştır. Araştırma sonucunda mekanik bağlantı elemanları ile yapılan birleştirmelerin kavela ile yapılan birleştirmelere göre daha az dirençli ve daha esnek olduklarını ve malzeme ve bağlantı elemanı tipinin esneklik ve direnci etkilediğini bildirmiştir [57].

Önder (2003), kutu konstrüksiyonlu mobilyada, vidalı köşe birleştirmelerin. Moment taşıma kapasitelerinin belirlenmesi isimli çalışmasında sabit (vidalı+tutkallı) birleştirmeler ile demonte (vidalı) birleştirmeleri karşılaştırmış ve sabit birleştirmelerin demonte birleştirmelerden daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmiştir [58].

Örs ve diğerleri (2003), masif ağaç malzeme (Doğu kayını, Sarıçam ve Kavak) ve ağaç esaslı kompozit malzemelerden (Okume kontraplak, Kavak kontraplak ve Lif levha) hazırlanan kutu konstrüksiyonlu mobilya dişli köşe birleştirmelerin eğilme dirençlerinin araştırıldığı çalışmada, en başarılı malzemenin Okume kontraplak, en başarısız malzemenin ise masif çam ve kavak şeklinde bulunduğu belirtilmekte olup, kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde ağaç esaslı kompozit malzemelerin teknik ve ekonomik bakımdan kullanılması gerektiğini belirtilmektedirler [59].

Çakır (2003), melamin reçine emdirilmiş kağıt kaplı yonga levha (Suntalam) ile yapılan köşe birleştirmelerde, levha yüzeylerindeki yapışma mukavemetinin araştırıldığı çalışmada, köşe birleşme yerlerindeki diyagonal zorlamaya karşı direncin yüksek olabilmesi için, suni reçine kaplanmış yüzeyin birleştirmeye katılan kısmının (yapışma ara kesit yüzeyinin) zımparalanması ve diğer tabla kenarının ise masif yada PVC bantları ile çevrilmesi gerektiği, bu elemanlarının yapıştırılmasında öncelikle DVTKA tutkalı yada ikinci sırada montanjkit ve D4 tutkalı ile tutkallanması, tutkallı birleşme yerlerinde vidalı destekleme yapılması gerektiği belirtilmektedir [60].

4. MALZEME ve YÖNTEM

4.1. Malzeme

4.1.1. Odun kompoziti malzemeler

Deney örneklerinin hazırlanmasında malzeme olarak; TS EN 312-2 esaslarına uygun üretilmiş, 18 mm kalınlığında, yatık yongalı Yonga Levha, TS 64-3 EN 622-3 esaslarına uygun üretilmiş, 18 mm kalınlığında, orta sert Lif Levha (Medium Density Fiberboard: MDF), TS 1770 esaslarına uygun üretilmiş, 18 mm kalınlığında, reçine emdirilmiş kağıt kaplı yatık yongalı Yonga Levha ve 18 mm kalınlığında, reçine emdirilmiş kağıt kaplı orta sert Lif Levha (Medium Density Fiberboard Lam: MDF. Lam), TS 46 esaslarına uygun üretilmiş, 18 mm kalınlığında okume (*Aucomea klaineana*) tabakalı levha (Kontrplak) ve EN 300 standartlarına uygun üretilmiş, 18 mm kalınlığında, yönlendirilmiş yonga levha (Oriented Strand Board: OSB) kullanılmıştır [61, 62, 63, 64, 65].

4.1.2. Polivinilasetat (PVAc) tutkalı

Bu çalışmada, uygulamadaki kolaylığı, çabuk sertleşmesi, ortam sıcaklığında uygulanabilir olması, yanmaz ve kokusuz olması gibi özellikleri sebebiyle PVAc tutkalı tercih edilmiştir. PVAc tutkalı polivinil asetat esaslı, su bazlı emülsiyon tutkalıdır. Tutkal birleştirme aşamasında kavelalı numunelerin kavela ve deliklerine ortalama 150 ± 10 gr/m² hesabıyla sürülmüştür. Kullanılan tutkalın özellikleri üretici firma tarafından yoğunluk 1.1 gr/cm³, viskozitesi 160-200 cps, PH=5.00, kül miktarı % 3 olarak verilmektedir [66].

Birleştirilecek yüzeylerden yalnız bir tanesinin tutkallanması ve ağaç türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 150-200 gr/m² tutkal kullanılması iyi bir birleştirme için yeterli olmaktadır. Ancak tutkalın yapışma niteliğini kazanması için beklenen süre, birleştirme sıcaklığa göre değişmekle birlikte ortalama 5-15 dakikadır [67].

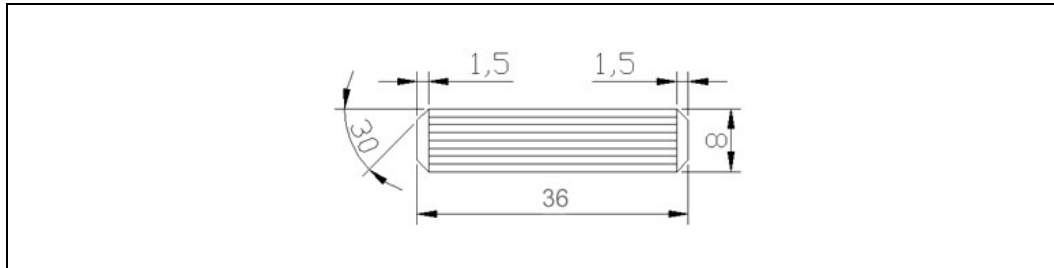
Masif ağaç malzemenin beyaz tutkal ile birleştirmede odun rutubeti % 6-15, presleme süresi ise soğuk tutkallama için gerekli olmamakla birlikte 20 °C de 20, 80, °C de 2 dakika olarak verilmekte ve üstün nitelikte bir yapışma sağlanması için presleme ortamında soğuyuncaya kadar bekletilmesi önerilmektedir [67].

Presleme basıncı iğne yapraklı ağaçlarda 2-32 kg/cm², geniş yapraklı ağaçlarda 5-6 kg/cm² dir [68].

4.1.3. Kavela

Kavela genellikle sert ağaçlardan değişik biçim ve boyutlarda hazırlanabilen ve ahşap mobilya birleştirmelerinde kullanılan uçları pahlı ince çubuklardır.

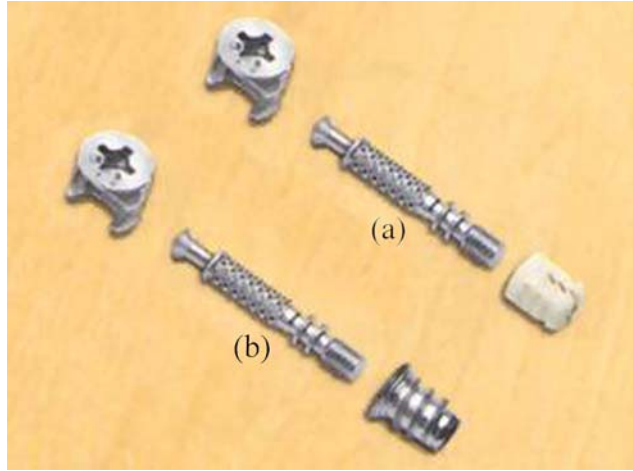
Denemelerde TS 4539 standardında belirtilen esaslara uygun, 8 mm çapında ve 36 mm boyunda yüzeyi düz kanallı Doğu kayın odunundan elde edilmiş kavelalar kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan kavelanın ayrıntılı ölçüleri Şekil 4.1' de verilmiştir. [69].



Şekil 4.1. Denemelerde kullanılan kavela örneği (ölçüler mm'dir).

4.1.4. Silindirik-eksantrik bağlantı elemanı (minifiks)

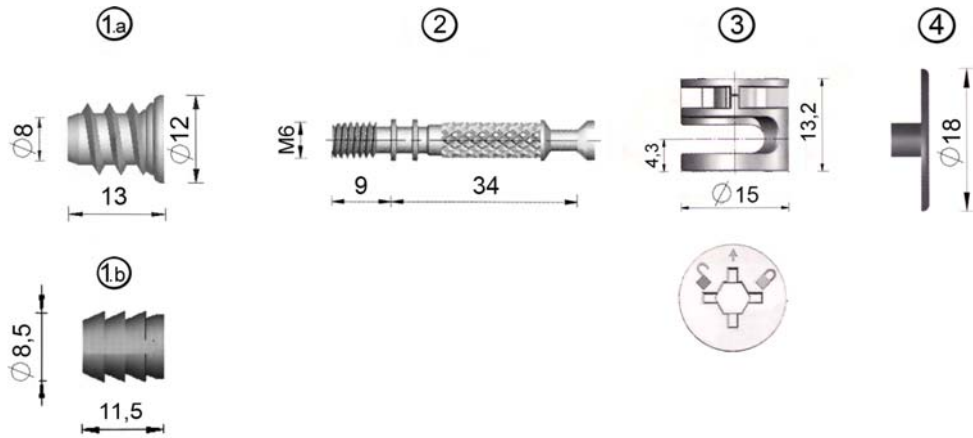
Merkezden kaçırılmış noktaların meydana getirdiği kavisli bir çizgiden oluşan silindirik bir elemanın (Resim 4.1) bir ucu vidalı diğer ucu özel form veya şekilli bir başka elemanı sıkması esasına göre çalışan galvanizli metal yada çeşitli alaşımlardan yapılan bağlantı gereçleridir [2].



Resim 4.1. Minifiks bağlantı elemanı

a) Plastik dübelli minifiks b) Metal dübelli minifiks

Denemelerde kullanılan minifiksin parçalarının isimleri ve ölçüleri şekil 4.2’de ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 4.2. Denemelerde kullanılan minifiksin parçaları (ölçüler mm’dir)

1.Dübel (1.a. Metal, 1.b. Plastik) 2. Mil 3. Kam 4. Süs Kapağı

Silindirik-eksantirik bağlantı elemanı (minifiks), soket vidalı bağlı elemanlarını temsil etmek üzere deneylere alınmıştır. Malzeme çelikten yapılmış olup, kaliteli bir nikelaj ile yüzeyleri kaplanmıştır.

4.2. Yöntem

4.2.1. Deneylerde kullanılan odun kompoziti malzemelerin bazı teknik özelliklerinin belirlenmesi

Mobilya mühendislik tasarımında ilk adım, kullanılan yapısal malzemelerin gerekli fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesidir. Bu nedenle, birleştirmelerin test edilmesinden önce, kullanılan odun kompoziti malzemelerin bazı teknik özelliklerinin test edilmesi gereklidir.

Bu çalışmada, kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde yoğun olarak kullanılan odun kompoziti malzemelerin rutubet ve yoğunlukları ve statik yük altındaki; levha yüzeyine dik çekme (yarılma) dirençleri ile levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansları belirlenmiştir.

Deney örnekleri 6 farklı odun kompoziti malzemeden üretilmiştir. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılacak deney örnekleri, deneylerden önce TS 2470 [70] esaslarına uyularak 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 5$ bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında bir ay süre ile bekletilmişlerdir. Deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü’ndeki “Üniversal Test Cihazı” nda yapılmıştır.

4.2.2. Yoğunluk ve rutubet

Deney örneklerinin yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla TS EN 323’ de [71] belirtilen esaslara uyulmuştur. Her malzemeden 10’ ar adet olmak üzere toplam 60 adet örnek hazırlanmış, daha sonra bu örnekler $\pm 0,01$ g duyarlıklı terazi ile tartılmışlardır. Böylece örneklerin rutubetli (hava kurusu) ağırlıkları (m_r) tespit edilmiştir. Kusursuz olarak hazırlanmış olan bu örneklerin boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri (V_r) hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra örnekler 103 ± 2 °C de 24 saat bekletilmişler, 6 saat aralıklarla yapılan iki tartı

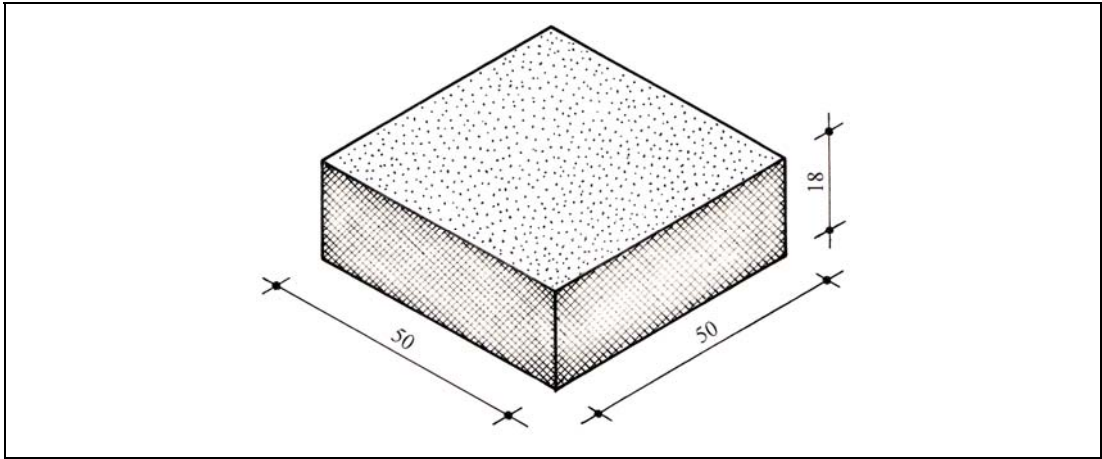
arasındaki fark, deney parçası ağırlığının % 0,5'ine eşit veya daha az olduğunda değişmez ağırlığa ulaştıkları kabul edilerek tam kuru ağırlıklar (m_o) belirlenmiştir. Tekrar dijital kumpas kullanılarak boyutlar ölçülmek suretiyle tam kuru hacimleri (V_o) hesaplanmıştır. Tam kuru (δ_o) ve hava kurusu (δ_r) yoğunlukların belirlenmesi için sırasıyla;

$$\delta_o = m_o / V_o \quad \vee \quad \delta_r = m_r / V_r \quad (4.1)$$

rutubet (r) kontrolü için TS EN 322 [72] esaslarına uyularak;

$$r = (m_r - m_o / m_o) \times 100 \quad (4.2)$$

eşitlikleri kullanılmıştır. Yoğunluk ve rutubet deney örneği ölçüleri Şekil 4.3' de verilmiştir.



Şekil 4.3. Yoğunluk ve rutubet deney örneği ölçüleri (ölçüler mm' dir)

4.2.3. Levha yüzeyine dik çekme (yarılma) dayanımının tayini

Deney parçalarının yüzeyine dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilmiştir. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvveti (F_{ydc}), 9,18 ile çarpılarak Nevton birimine çevrilmiş ve Nevton cinsinden

bulunan maksimum levha yüzeyine dik çekme kuvvetinin ($F_{\text{maxydç}}$) deney parçasının yüzey alanına oranı ile yüzeye dik çekme dayanımı ($f_{\text{ydç}}$) hesaplanmıştır [73]

Her bir deney parçası 50 x 50 mm ölçüsünde ve 18 mm kalınlıklarında hazırlanmıştır. Deneylerde kullanılacak numuneler ve deney düzeneği Şekil 4.4’de verilmiştir.

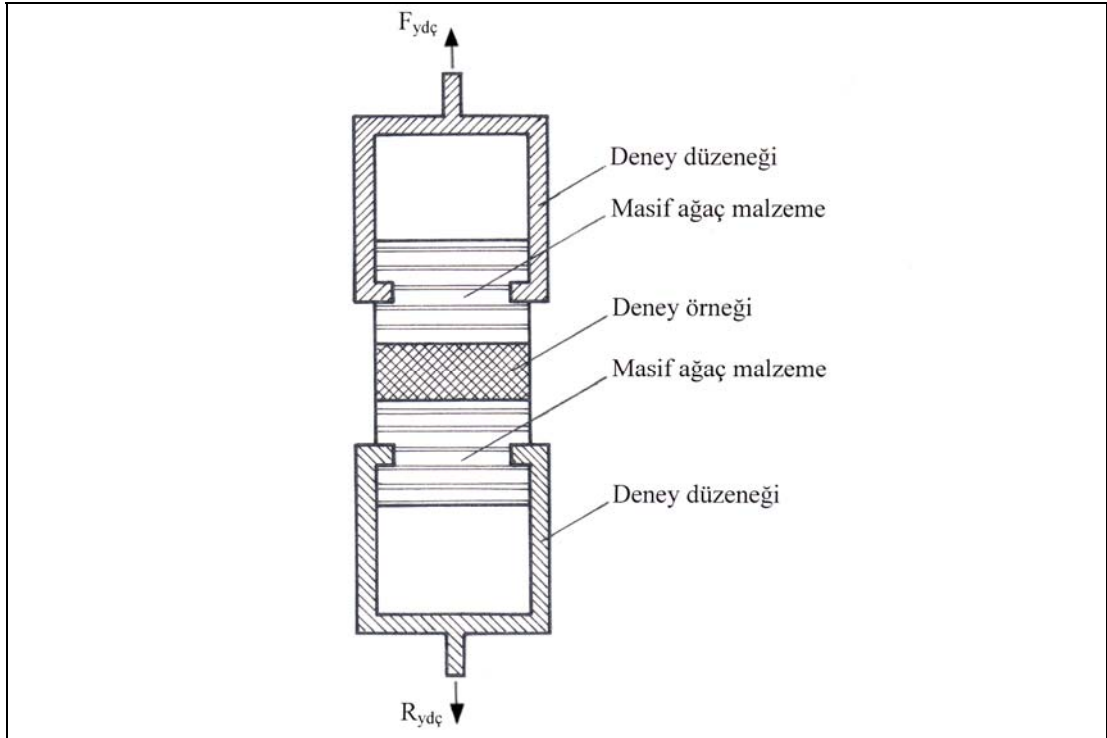
$$f_{\text{ydç}} = \frac{F_{\text{maxydç}}}{a \times b} \quad (4.3)$$

Burada;

$F_{\text{maxydç}}$: Kopma yükü (N)

a, b : Deney parçasının uzunluk ve genişliği (mm)

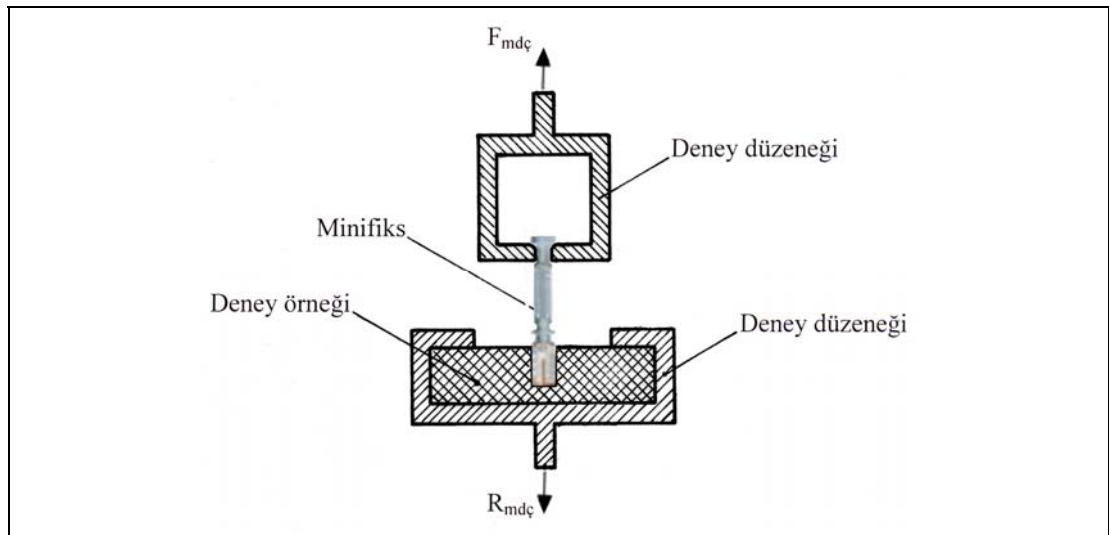
Deneyler TS EN 319 ve ASTM-D-1037 standartlarında belirtilen esaslara göre yapılmıştır [73, 74].



Şekil 4.4. Levha yüzeyine dik çekme (yarılma) dayanımı deney düzeneği

4.2.4. Levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansı

Denemelerde plastik ve metal dübelli minifiksler kullanılmıştır. Minifiks dübellerinin uygulanacağı yerlere önceden yaklaşık vida diş ucu çapının % 80'i oranında olmak üzere 8 mm çapında ve plastik dübeller için 11 mm, metal dübeller için 13 mm derinliğinde ön delikler açılmıştır. Daha sonra dübeller, malzemelere yüzeyden (liflere dik) olmak üzere monte edilmiştir. Denemeler süresince makine yükleme hızı 2 mm/dak sabit olarak ayarlanmış olup, 75 x 75 x 18 mm ölçülerinde hazırlanan örnekler statik yük altında test edilmiştir. Deney sonuçları Newton (N) cinsinden değerlendirilmiştir. (Şekil 4.5).

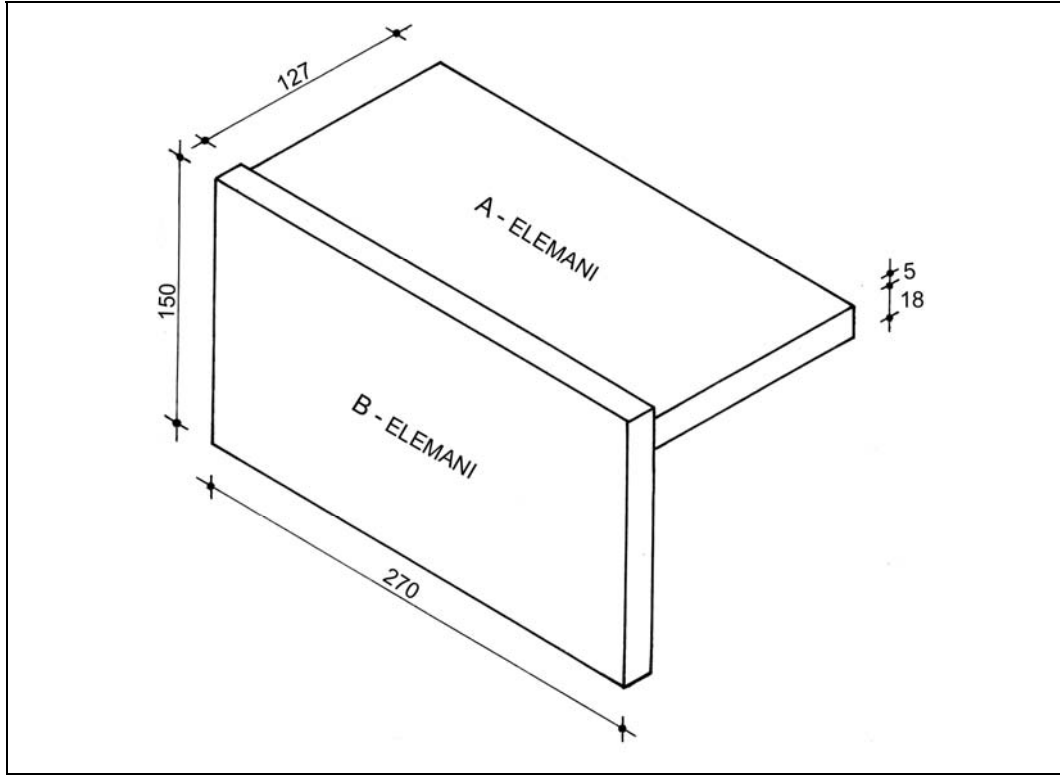


Şekil 4.5. Levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma deney düzeneği

4.2.5. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan yonga levhalar, lif levhalar, reçine emdirilmiş kağıt kaplı yonga levhalar ve reçine emdirilmiş kağıt kaplı lif levhalar 2100 x 2800 mm ölçülerindeki tabakalardan, oküme kontrplaklar 1300 x 2100 mm ölçülerindeki tabakalardan ve yönlendirilmiş yonga levhalar ise 1220 x 2440 mm ölçülerindeki tabakalardan kesilmiştir.

Her bir deney örneği A-elemanı ve B-elemanı olmak üzere iki elemandan oluşmaktadır ve A-elemanı 127 x 270 mm, B-elemanı ise 150 x 270 mm ölçülerinde olup, deney örneğine ait ölçüler Şekil 4.6’de verilmiştir.



Şekil 4.6. Deney örneği (ölçüler mm’dir)

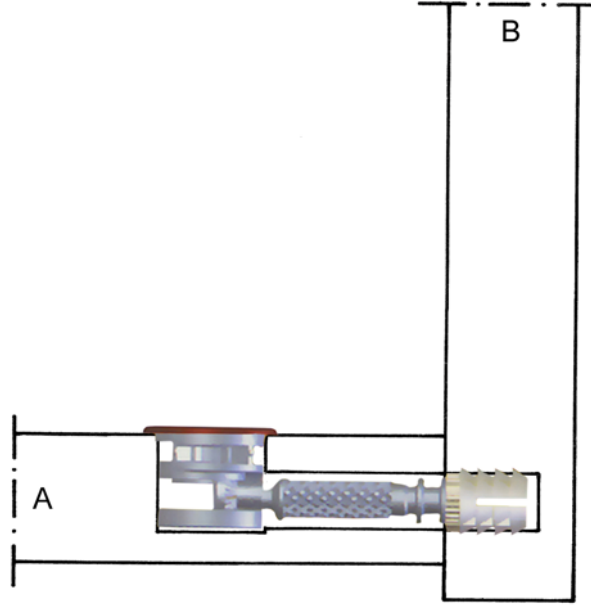
Bu çalışmada, 2 yükleme tipi (çekme ve basınç), 6 malzeme çeşidi (yonga levha, lif levha, reçine emdirilmiş kağıt kaplı yonga levha, reçine emdirilmiş kağıt kaplı lif levha, kontrplak ve yönlendirilmiş yonga levha), 2 değişik minifiks tipi (metal dübelli ve plastik dübelli) ve her örnekten 12 adet olmak üzere toplam (2 x 6 x 2 x 12) 288 adet örnek hazırlanmış olup, deney sonuçlarına göre en üst ve en alt değerleri verenler atılarak toplam 240 adet veri ile istatistiksel işlemlere alınmıştır. Deneme deseni Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme deseni

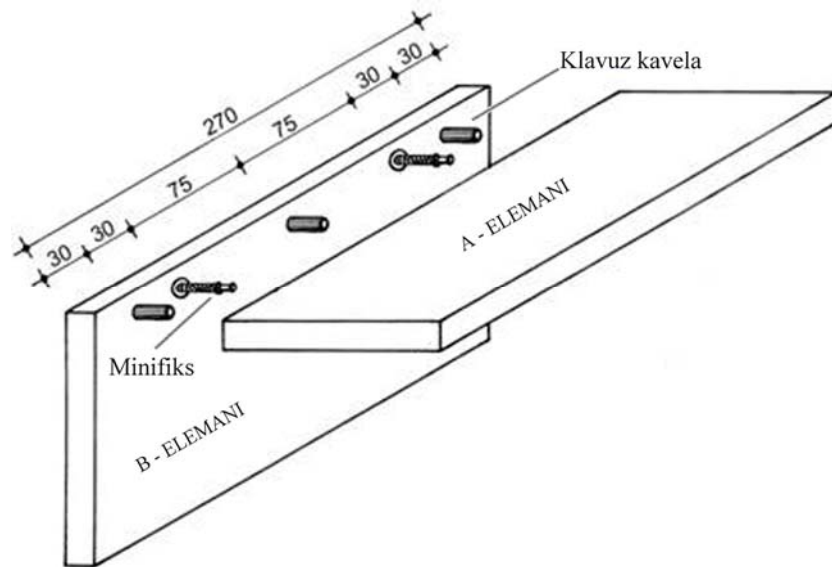
Yükleme Tipi	Minifiks Tipi	Malzeme Çeşidi	Deney Örneği Sayısı
Çekme	Metal Dübelli	Yonga levha	10
		Lif levha	10
		Suntalam	10
		MDF lam	10
		Oküme Kontrplak	10
		Yönlendirilmiş Yonga Levha	10
	Plastik Dübelli	Yonga levha	10
		Lif levha	10
		Suntalam	10
		MDF lam	10
		Oküme Kontrplak	10
		Yönlendirilmiş Yonga Levha	10
Basınç	Metal Dübelli	Yonga levha	10
		Lif levha	10
		Suntalam	10
		MDF lam	10
		Oküme Kontrplak	10
		Yönlendirilmiş Yonga Levha	10
	Plastik Dübelli	Yonga levha	10
		Lif levha	10
		Suntalam	10
		MDF lam	10
		Oküme Kontrplak	10
		Yönlendirilmiş Yonga Levha	10
TOPLAM			240

Deney örneklerini meydana getiren A-elemanı ve B-elemanının birleştirilmesinde metal dübelli minifiks ve plastik dübelli minifiks olmak üzere iki çeşit minifiks ile 8 mm çapında 36 mm boyunda klavuz kavela kullanılmış olup, kavelalar sadece A- elemanına PVAc tutkalı kullanılarak yapıştırılmıştır. PVAc tutkalı kavela ve kavela deliklerine 150 ± 10 gr/m² olacak şekilde sürülmüştür.

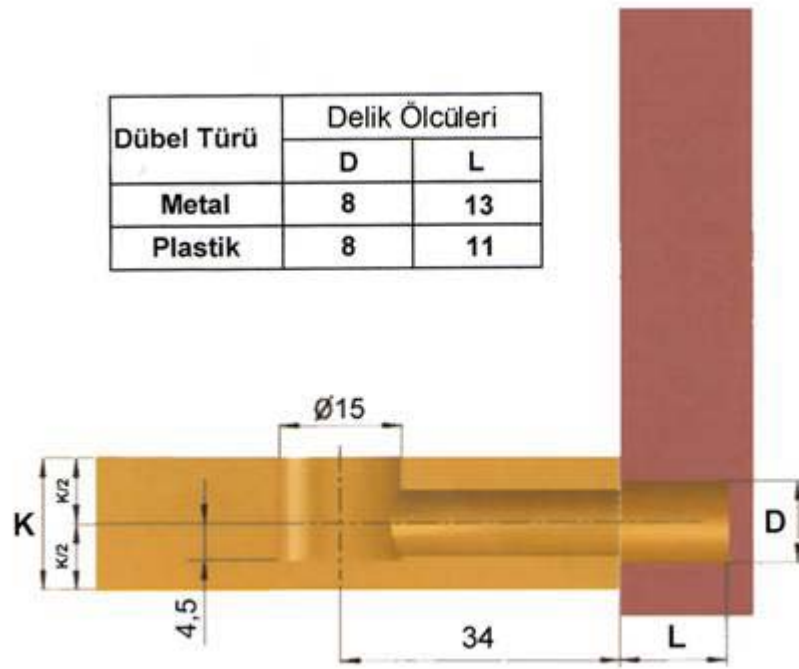
Denemelerde kullanılan minifiks ile birleştirilen deney örneklerine ait detay resmi Şekil 4.7’de, minifiks ve kavela sayısını ve yerlerini gösterir perspektif çizimi Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Minifiksli birleştirme detayı (ölçek 1/1)

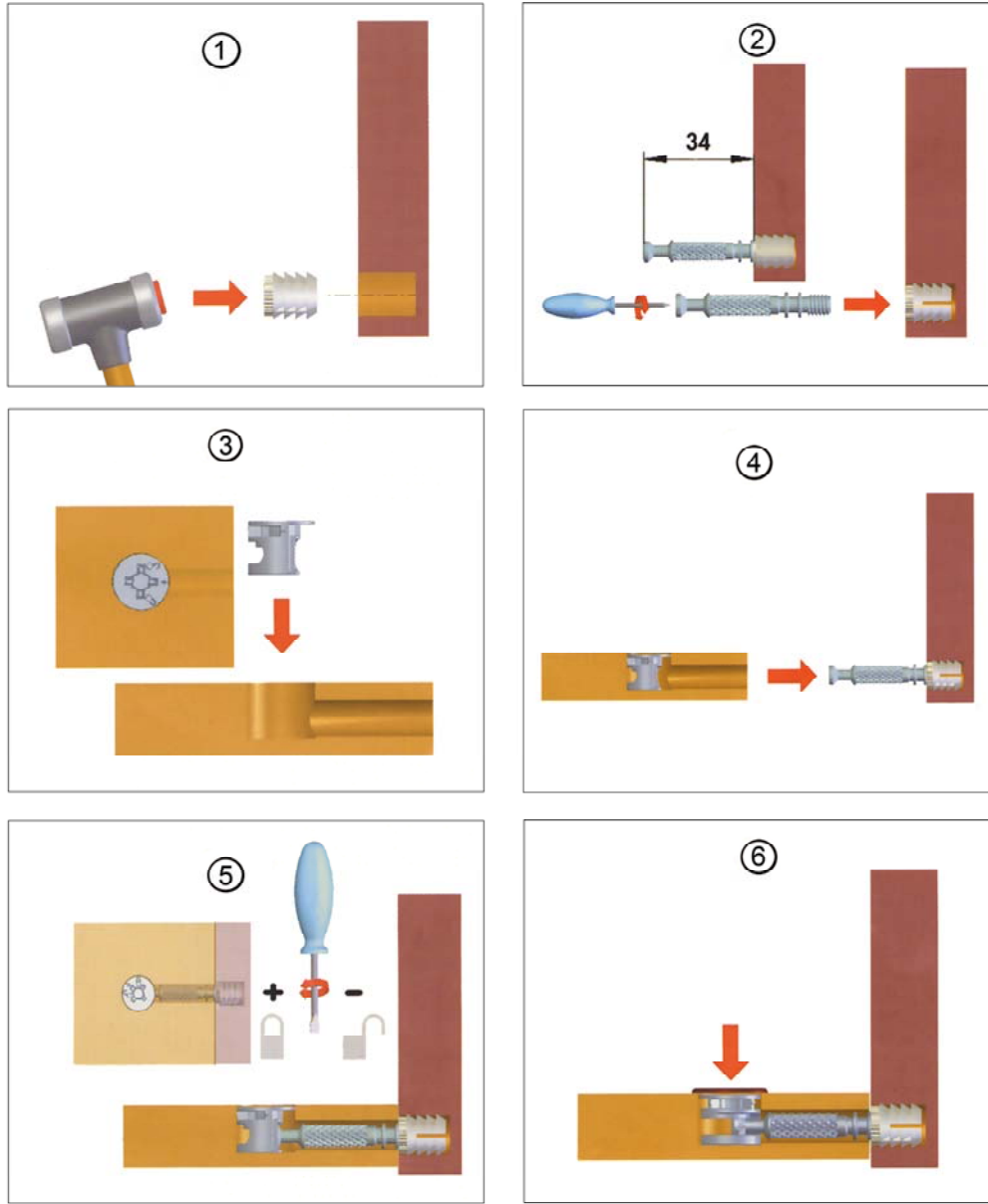


Şekil 4.8. Birleştirmelerde kullanılan minifiks ve kavela sayıları ile yerlerini gösterir açık perspektif resim (ölçüler mm’dir)



Şekil 4.9. Dübel, Mil ve Kamın yerleri ve ölçüleri (ölçüler mm'dir)

Deney örneklerinde kullanılan minifiksli birleştirmelere ait dübel, mil ve kam için gerekli deliklerin yerleri ile ölçüleri Şekil 4.9'de belirtilen şekilde olup, uygulama basamakları ise; 1. Dübelin yerine vidalanması/çakılması, 2. Milin dübeğe vidalanması, 3. Kamın yerine yerleştirilmesi 4. Kamlı parçanın mile geçirilmesi, 5. Kamın torna vida ile döndürülerek sabitlenmesi, 6. Süs kapağının kama takılması, şeklinde işlem sırasına göre Şekil 4.10'da verilmiştir [75]



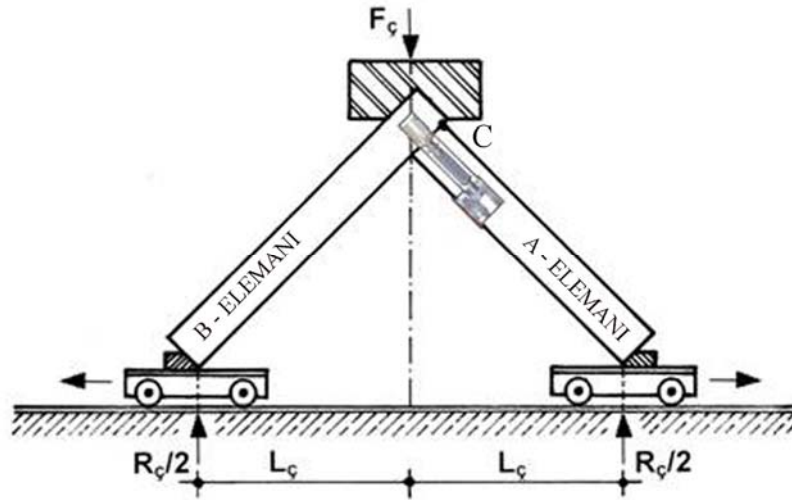
Şekil 4.10. Minifiksli birleştirmelerin uygulama işlem basamakları

Örnekler deney öncesinde, 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında, $\% 12$ denge rutubetine ulaşınca kadar bekletilmiş olup son altı saat aralık ile yapılan ölçümlerde değişmez ağırlığa ulaşıldığında sırayla deneylere alınmıştır. Ağırlık ölçümleri 0,001 gr duyarlıklı analitik terazi ile yapılmıştır. Bu işlem için TS 2471’ de belirtilen esaslara uyulmuştur [76].

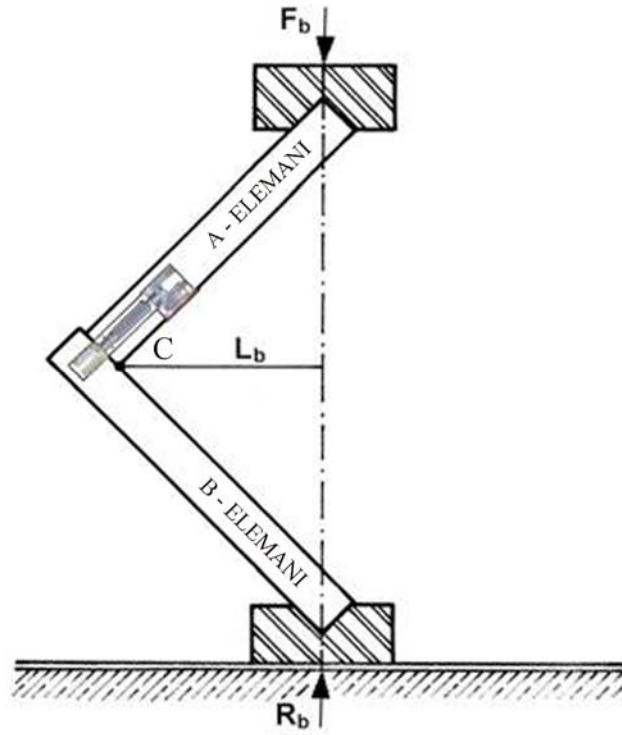
4.2.6. Deneylerin yapılışı

Deneyler Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü'ndeki "Üniversal Test Cihazı" nda yapılmıştır. Deney cihazının maksimum yük kapasitesi 5 tondur. Yükleme hızı manuel olarak ayarlanabilmektedir. Yükleme hızı uygulama süresinin 30 ila 60 sn arasında olabilmesi için 2 mm/dak yol alacak şekilde ayarlanmıştır. Diyagonal çekme deneyleri düzeneği Şekil 4.11'de, diyagonal basınç deneyleri düzeneği ise Şekil 4.12'de gösterilmiştir.

Diyagonal çekme deneylerinde sürtünmeyi en aza indirmek amacıyla, deney örneğini oluşturan ve deney esnasında zemine basan, A- elemanı ve B-elemanının altına birbirlerinden bağımsız bilyeli deney düzenekleri koyulmuştur.



Şekil 4.11. Diyagonal çekme deney düzeneği ve yük uygulama noktaları



Şekil 4.12. Diyagonal basınç deney düzeneği ve yük uygulama noktaları

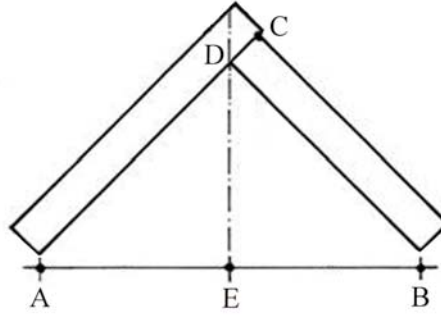
4.2.7. Teorik esaslar

Diyagonal çekme denemelerinde makineden okunan kuvvet ($F_{\text{ç}}$), 9,18 ile çarpılarak Newton birimine çevrilmiş ve Newton cinsinden bulunan maksimum kuvvet ($F_{\text{maxç}}$) moment koluyla ($L_{\text{ç}}$) çarpılarak moment değerleri elde edilmiştir. $L_{\text{ç}}$ mesafesinin hesaplanması aşağıda verilmiştir.

$$AD^2 + DB^2 = AB^2 \quad (4.1)$$

$$L_{\text{ç}} = AE = EB \quad (4.2)$$

$$L_{\text{ç}} = AB / 2 \quad (4.3)$$



Şekil 4.13. Tepki kuvveti noktaları arası mesafenin ($L_{\text{ç}}$) hesaplanması

$$M_{\text{ç}} = F_{\text{maxç}} / 2 \times L_{\text{ç}} \text{ (Nm)} \quad (4.4)$$

Burada;

$M_{\text{ç}}$: Moment (Nm)

$F_{\text{maxç}}$: Maksimum kuvvet (N)

$L_{\text{ç}}$: Moment kolu (m)

Diyagonal basınç denemelerinde makineden okunan kuvvet (F_b), 9,18 ile çarpılarak Newton birimine çevrilmiş ve Newton cinsinden bulunan maksimum kuvvet (F_{maxb}) moment koluyla (L_b) çarpılarak moment değerleri elde edilmiştir. L_b mesafesinin hesaplanması aşağıda verilmiştir.

$$AE^2 + EB^2 = AB^2 \quad (4.5)$$

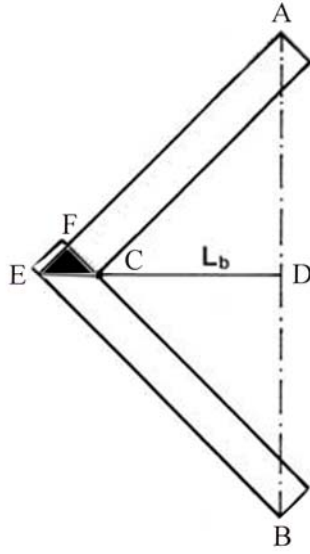
$$AD = AB / 2 \quad (4.6)$$

$$ED = AD \quad (4.7)$$

$$EF^2 + FC^2 = EC^2 \quad (4.8)$$

$$CD = ED - EC \quad (4.9)$$

$$CD = L_b \quad (4.10)$$



Şekil 4.14. Moment kolunun (L_b) hesaplanması

$$M_b = F_{\max b} \times L_b \text{ (Nm)} \quad (4.11)$$

Burada;

M_b : Moment (Nm)

$F_{\max b}$: Maksimum kuvvet (N)

L_b : Moment kolu (m)

4.2.8. İstatistiksel değerlendirme

Malzeme çeşidi, minifiks tipi ve malzeme çeşidi – minifiks tipi ikili etkileşiminin; deney örneklerinin diyagonal çekme ve diyagonal basma yükleri altında birleştirme yerlerinde oluşan momentler üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla, çoklu varyans analizi yapılmıştır. Farklılıkların $\alpha < 0.05$ 'e göre anlamlı çıkması halinde bu farklılıkların gruplar arasındaki önemi için LSD testi uygulanmıştır.

5. BULGULAR

5.1. Yoğunluk ve Rutubet

Odun kompoziti malzemeler için yapılan rutubet kontrolü, tam kuru ve rutubetli yoğunluk değerlerine ait ortalama sonuçlar Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Odun kompoziti malzemelerin rutubet ve yoğunluk değerleri

Malzeme Çeşidi	Rutubet (r) oranı (%)	v (%)	Tam kuru yoğunluk (d _o) (gr/cm ³)	v (%)	Rutubetli yoğunluk (d _r) (gr/cm ³)	v (%)
Yonga levha	6,91	2,12	0,62	1,88	0,65	1,88
Lif levha	6,87	1,10	0,70	0,71	0,72	0,70
Suntalam	7,24	3,16	0,57	1,81	0,60	1,82
MDF lam	6,27	1,41	0,75	0,81	0,77	0,85
Okume kontrplak	8,26	3,77	0,50	1,39	0,53	1,15
Yönlendirilmiş yonga levha	6,27	3,61	0,56	5,76	0,57	5,68

v: Varyasyon katsayısı

5.2. Levha Yüzeyine Dik Çekme (yarılma) Dayanımının Tayini

Odun kompoziti malzemelerin levha yüzeyine dik çekme (yarılma) dayanımı için, istatistik değerler Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Odun kompoziti malzemelerin levha yüzeyine dik çekme dayanımı ortalama değerleri (N/mm²)

Malzeme Çeşidi	Çekme Dayanımı (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Yonga levha	0,16	0,27	0,22	13,98
Lif levha	0,40	0,59	0,52	13,67
Suntalam	0,63	0,80	0,70	8,37
MDF lam	0,37	0,47	0,42	9,35
Okume kontrplak	0,58	1,10	0,52	21,43
Yönlendirilmiş yonga levha	0,23	0,44	0,36	15,76

X_{min} : En küçük değer

X_{max} : En büyük değer

X_{ort} : Ortalama değer

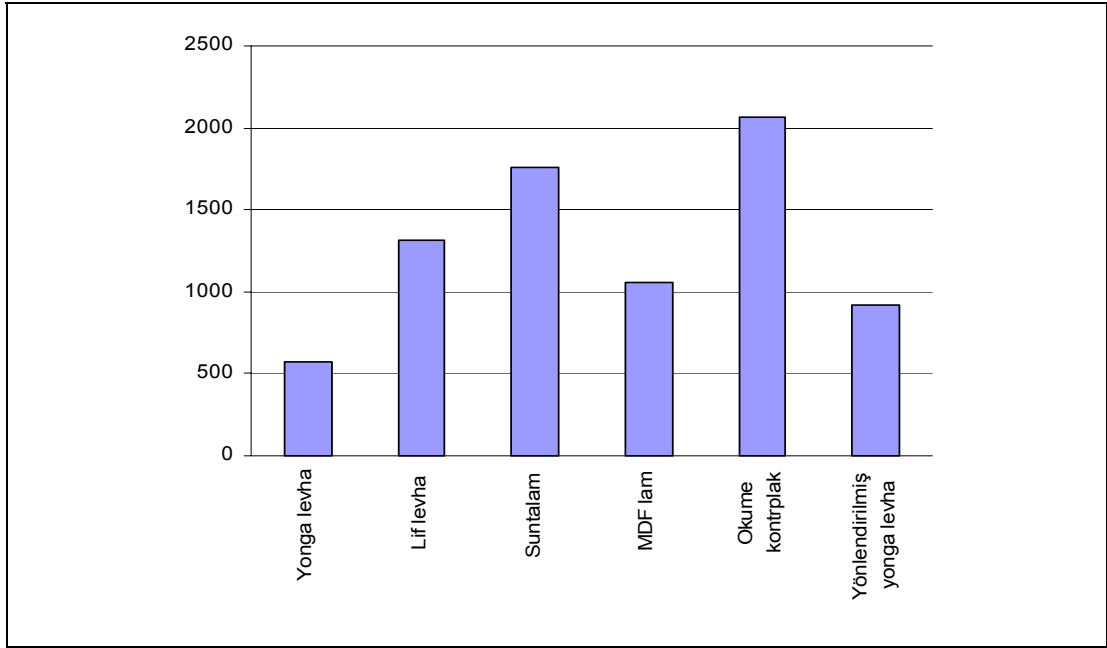
v: Varyasyon katsayısı

Malzeme çeşitlerinin, iç yapışma performansı değerleri üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla yapılan tek düzeyli varyans analizi sonuçları Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Malzeme çeşidinin levha yüzeyine dik çekme performansına etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Kareler toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F değeri	Önem düzeyi
Gruplar arası	15327020,550	5	3065404,110	63,702	0,000
Gruplar içi	2598525,100	54	48120,835		
Toplam	17925545,650	59			

Buna göre; malzeme çeşitlerinin iç yapışma performansı değerlerine etkisi 0,001 yanılma olasılığı için istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Deney malzemelerinin liflere veya yüzeye paralel ortalama çekme direnci değerleri karşılaştırma sonuçları Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Deney malzemelerinin iç yapışma performansı değerleri karşılaştırma sonuçları

5.3. Levha yüzeyine Dik Minifiks Dübeli Tutma Performansı

Odun kompoziti malzemelerin levha yüzeyine minifiks dübeli tutma performansı için, istatistik değerler Çizelge 5.4’de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Odun kompoziti malzemelerin levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansı ortalama değerleri (N)

Minifiks Tipi	Malzeme Çeşidi	Levha Yüzeyine Minifiks Dübeli Tutma Performansı (N)			
		X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
Metal Dübelli Minifiks	Yonga Levha	490,50	1079,10	708,28	27,74
	Lif Levha	774,99	1599,03	1306,69	16,38
	Suntalam	1128,15	1442,07	1241,94	8,02
	MDF lam	902,52	1383,21	1150,71	14,84
	Okume Kontrplak	1285,11	1716,75	1415,58	9,58
	Yönlendirilmiş Yonga Levha	637,65	1030,05	882,90	12,69
Plastik Dübelli Minifiks	Yonga Levha	421,83	618,03	532,68	10,08
	Lif Levha	922,14	1196,82	1026,12	9,94
	Suntalam	892,71	1177,20	1027,10	8,14
	MDF lam	843,66	951,57	900,55	3,73
	Okume Kontrplak	814,23	1265,49	1125,20	11,04
	Yönlendirilmiş Yonga Levha	618,03	1128,15	934,89	17,93

X_{min} : En küçük değer

X_{max} : En büyük değer

X_{ort} : Ortalama değer

v : Varyasyon katsayısı

Malzeme çeşitlerinin, levha yüzeyine minifiks dübeli tutma performansı değerleri üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Malzeme çeşidinin levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansına ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri	Hata ihtimali $p<0.05$
Malzeme çeşidi	5	5384923.012	1076984.602	58.8927	0.0000
Minifiks dübeli tipinin	1	1120440.318	1120440.318	61.2690	0.0000
MÇ x MDT	5	406115.833	81223.167	4.4415	0.0010
Hata	108	1975021.616	18287.237	-	-
Toplam	119	8886500.779	-	-	-

MÇ: Malzeme çeşidi MDT: Minifiks dübeli türü

Malzeme çeşidi, minifiks dübeli tipi ve malzeme çeşidi ile minifiks dübeli tipi ikili etkileşiminin kuvvet taşıma performansına etkileri 0,05 hata olasılığı için anlamlı, bulunmuştur.

Deney örneklerinin minifiks dübeli çekme kuvveti üzerinde malzeme çeşidi faktörü dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 5.6’de verilmiştir.

Çizelge 5.6. Malzeme çeşidi faktörünün levha yüzeyine dik minifiks dübeli çekme kuvveti üzerindeki ortalamalarının karşılaştırma sonuçları

Malzeme Çeşidi	Kuvvet (N)	
	(X)	HG
Yonga Levha	620,40	E
Lif Levha	1166,00	B
Suntalam	1134,00	B
MDF lam	1026,00	C
Okume Kontrplak	1270,00	A
Yönlendirilmiş Yonga Levha	908,80	D

LSD±84,68 N

HG: Homojenlik Grubu

X: Kuvvet Taşıma Değeri Ortalamaları

Bu sonuçlara göre, malzeme çeşitlerinde en başarılı okume kontrplak bulunmuş, daha sonra sırasıyla lif levha, suntalam, mdflam, yönlendirilmiş yonga levha en yüksek dayanımı göstermişler, en başarısız ise yonga levha malzeme olarak bulunmuştur. Okume kontrplak malzemeler kendinden sonra en yüksek dayanımı gösteren lif levha malzemelere oranla %9, en düşük dayanımı gösteren yonga levha malzemelere oranla ise %40 daha başarılı bulunmuştur.

Deney örneklerinin minifiks dübeli çekme kuvveti üzerinde minifiks dübeli türü faktörü dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Birleştirme tipine göre kuvvet taşıma performansı değeri ortalamalarının karşılaştırma sonuçları

Minifiks dübeli türü	Kuvvet (N)	
	(X)	HG
Metal dübelli	1118,00	A
Plastik dübelli	924,40	B

LSD $\pm$ 48,89 N

Bu sonuçlara göre, metal dübelli minifiksler, plastik dübellilere göre %21 daha başarılı bulunmuştur.

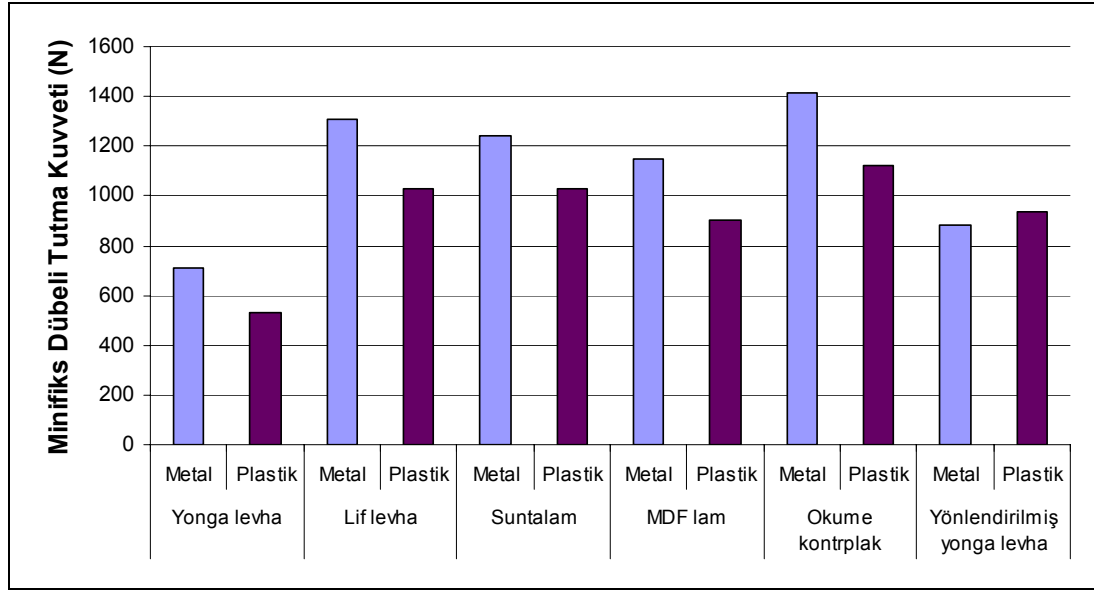
Deney örneklerinin minifiks dübeli çekme kuvveti üzerinde malzeme çeşidi ile minifiks dübeli türü ikili etkileşimi dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 5.8’de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Malzeme çeşidi ile minifiks dübeli türü ikili etkileşimine göre kuvvet taşıma performansı değeri sonuçları

	Kuvvet (N)			
Malzeme çeşidi	Minifiks dübeli türü			
	Metal		Plastik	
	(X) (N)	HG	(X) (N)	HG
Yonga levha	708,20	G	532,60	H
Lif levha	1307,00	AB	1026,00	DE
Suntalam	1242,00	BC	1027,00	DE
MDF lam	1151,00	C	900,50	F
Okume kontrplak	1416,00	A	1125,00	CD
Yönlendirilmiş yonga levha	882,80	F	934,80	EF

LSD±119,8 N

Bu sonuçlara göre, malzeme çeşitlerinden en başarılı metal dübelli minifiks ile okume kontrplak bulunmuş, daha sonra sırasıyla metal dübelli minifiks ile lif levha, yüksek dayanımı göstermiş, en başarısız ise plastik dübelli minifiks ile yonga levha malzeme olarak bulunmuştur. Metal dübelli minifiks ile okume kontrplak malzemeler kendinden sonra en yüksek dayanımı gösteren metal dübelli minifiks ile lif levha malzemelere oranla %8, en düşük dayanımı gösteren plastik dübelli minifiks ile yonga levha malzemelere oranla ise %166 daha başarılı bulunmuştur. Bu ikili etkileşim sonuçları Şekil 5.2’de grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 5.2. Kompozit malzemelerin yüzeyden minifiks dübeli tutma dayanımı

5.4. Diyagonal Çekme Elemanlarının Moment Taşıma Kapasitesi

Deneyle elde edilen çekme elemanlarının moment taşıma kapasitelerine ait minimum, maksimum, ortalama ve varyasyon katsayıları çizelge 5.9.'de verilmiştir.

Çizelge 5.9. Diyagonal çekme elemanlarının moment taşıma kapasitesi değerleri

Minifik s Tipi	Malzeme Çeşidi	Çekme Deneyi Moment Taşıma Kapasitesi (Nm)			
		X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
Metal Dübelli Minifiks	Yonga Levha	19,38	31,71	23,65	18,41
	Lif Levha	45,36	55,93	50,43	6,48
	Suntalam	40,08	47,57	43,34	5,67
	MDF lam	49,77	58,14	53,69	5,12
	Okume Kontrplak	48,89	68,71	58,75	12,28
	Yönlendirilmiş Yonga Levha	31,27	36,99	34,79	4,88
	Yonga Levha	22,02	39,20	30,17	25,24
Plastik Dübelli Minifiks	Lif Levha	45,80	52,41	49,20	3,98
	Suntalam	38,76	45,80	42,32	5,79
	MDF lam	53,29	62,10	56,33	5,20
	Okume Kontrplak	39,20	46,68	42,81	5,87
	Yönlendirilmiş Yonga Levha	31,71	39,64	35,28	6,69
	Yonga Levha	22,02	39,20	30,17	25,24

X_{min} : En küçük değer X_{max} : En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

Minifiks tipi ve malzeme çeşidinin çekme deney örneklerinin moment taşıma performansına etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.10. Minifiks tipi ve malzeme çeşidinin çekme deney örnekleri üzerindeki moment taşıma performansına etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri	Hata ihtimali p<0.05
Minifiks tipi	1	60.833	60.833	3.9113	0.0505
Malzeme çeşidi	5	11455.015	2291.003	147.3035	0.0000
MT x MÇ	5	1471.758	294.352	18.9258	0.0000
Hata	108	1679.717	15.553	-	-
Toplam	119	14667.323	-	-	-

MT: Minifiks tipi MÇ: Malzeme çeşidi

Malzeme çeşidi ile malzeme çeşidi x minifiks tipi ikili etkileşiminin moment taşıma performansına etkileri 0,05 hata olasılığı için anlamlı, minifiks türünün etkisinin ise anlamsız olduğu belirlenmiştir. L-tipi örneklerin çekme performansı üzerinde malzeme çeşidi faktörü dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. L-tipi örneklerin çekme performansı üzerinde malzeme çeşidi faktörü dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları

Malzeme Çeşidi	Moment Taşıma Kapasitesi (Nm)	
	(X)	HG
Yonga Levha	26,91	E
Lif Levha	49,82	B
Suntalam	42,83	C
MDF lam	55,01	A
Okume Kontrplak	50,79	B
Yönlendirilmiş Yonga Levha	35,04	D

LSD $\pm 2,469$ Nm

HG: Homojenlik Grubu, X: Ortalama Değer

Bu sonuçlara göre, malzeme çeşitlerinden en başarılı MDF lam bulunmuş, daha sonra sırasıyla kontrplak, lif levha, suntalam ve yönlendirilmiş yonga levha olarak bulunmuş, en başarısız ise yonga levha olarak belirlenmiştir. MDF lam malzeme kendinden sonra en yüksek değeri gösteren kontrplak malzemeden % 8,2, en düşük değeri gösteren yonga levha malzemeden ise % 104 daha fazla moment taşımıştır. Buna göre, lif levhanın daha homojen olan yapısı ve üst katmanlarında moment taşıma kapasitesini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

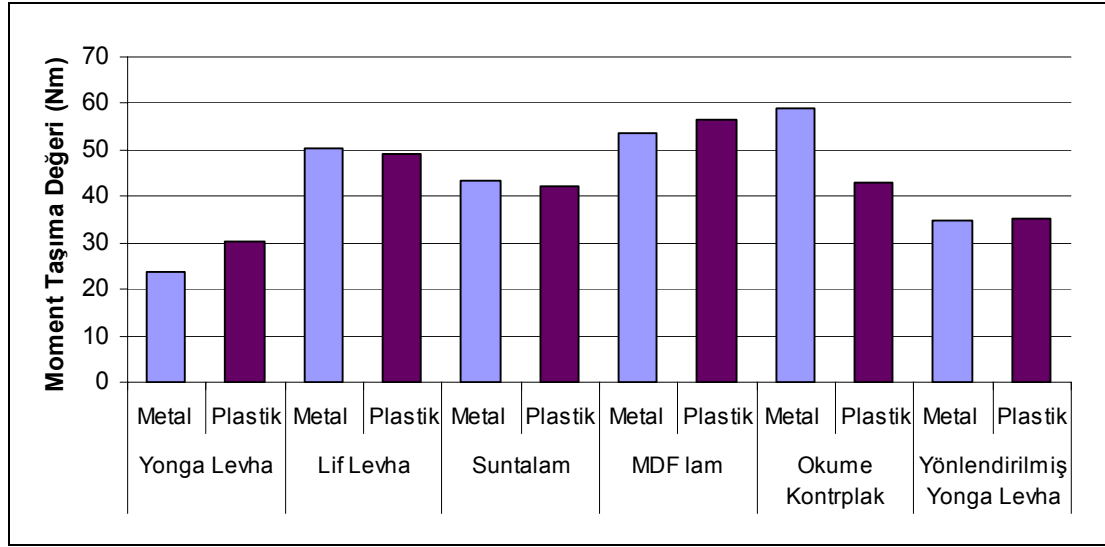
L-tipi deney örnekleri üzerinde minifiks tipi x malzeme çeşidi ikili etkileşimi dikkate alınarak 6,984 Nm kritik değeri için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.12. L-tipi deney örnekleri üzerinde minifiks tipi x malzeme çeşidi ikili etkileşimi dikkate alınarak 3,492 Nm kritik değeri için yapılan LSD testi sonuçları

Malzeme çeşidi	Moment Taşıma Kapasitesi (Nm)			
	Metal Dübelli Minifiks		Plastik Dübelli Minifiks	
	(X) (N)	HG	(X) (N)	HG
Yonga Levha	23,65	H	30,17	G
Lif Levha	50,43	CD	49,20	D
Suntalam	43,34	E	42,33	E
MDF lam	53,69	BC	56,34	AB
Okume Kontrplak	58,76	A	42,81	E
Yönlendirilmiş Yonga Levha	34,79	F	35,28	F

LSD $\pm$ 3,492 Nm

Minifiks tipi ve malzeme çeşidi ikili etkileşimine göre, en yüksek sonucu kontrplak malzeme metal dübelli minifiks birleştirmede vermiştir. En düşük sonucu ise yonga levha malzeme metal dübelli minifiks birleştirmede göstermiştir. Bu ikili etkileşimin sonuçları Şekil 5.3’de grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 5.3. Kompozit malzemelerin L-tipi çekme performansı değerleri karşılaştırma sonuçları

Bu sonuçlara göre, metal dübelli minifiksler ile plastik dübelli minifiksler aynı performansı göstermişlerdir. Ayrıca MDF lam ve lif levha yüksek direnç özellikleri göstermişlerdir. Bunun sebebi bu malzemelerin daha küçük odun liflerinden yapılmış olması, daha homojen bir katman yapısına sahip olması ve özgül ağırlığının yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir.

5.5. Diyagonal Basınç Elemanlarının Moment Taşıma Kapasitesi

Deneylerde elde edilen basınç elemanlarının moment taşıma kapasitelerine ait minimum, maksimum, ortalama ve varyasyon katsayıları Çizelge 5.13.'de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Diyagonal basınç elemanlarının moment taşıma kapasitesi değerleri

Minifiks Tipi	Malzeme Çeşidi	Basınç Deneyi Moment Taşıma Kapasitesi (Nm)			
		X_{min}	X_{max}	X_{ort}	v (%)
Metal Dübelli Minifiks	Yonga Levha	9,82	14,36	11,94	18,82
	Lif Levha	29,48	40,07	35,38	8,82
	Suntalam	28,73	37,80	32,81	9,66
	MDF lam	30,99	38,55	35,38	7,10
	Okume Kontrplak	38,55	47,63	42,33	6,07
	Yönlendirilmiş Yonga Levha	21,92	27,21	25,10	7,48
Plastik Dübelli Minifiks	Yonga Levha	12,85	21,92	18,37	17,35
	Lif Levha	31,75	40,07	35,38	7,17
	Suntalam	28,73	36,29	33,03	7,85
	MDF lam	30,24	38,55	34,09	7,56
	Okume Kontrplak	29,48	37,04	33,34	7,04
	Yönlendirilmiş Yonga Levha	21,92	28,73	25,55	9,01
X_{min} : En küçük değer X_{max} : En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı					

Minifiks tipi ve malzeme çeşidinin basınç deney örneklerinin moment taşıma performansına etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.14'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.14. Minifiks tipi ve malzeme çeşidinin basınç deney örnekleri üzerindeki moment taşıma performansına etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans kaynakları	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F Değeri	Hata ihtimali $p<0.05$
Minifiks tipi	1	8.388	8.388	1.2246	0.2709
Malzeme çeşidi	5	7265.970	1453.194	212.1511	0.0000
MT x MÇ	5	612.296	122.459	17.8777	0.0000
Hata	108	739.779	6.850	-	-
Toplam	119	8626.433	-	-	-

MT: Minifiks tipi MÇ: Malzeme çeşidi

Malzeme çeşidi ile malzeme çeşidi x minifiks tipi ikili etkileşiminin moment taşıma performansına etkileri 0,05 hata olasılığı için anlamlı, minifiks türünün etkisinin ise anlamsız olduğu belirlenmiştir. L-tipi örneklerin basınç performansı üzerinde malzeme çeşidi faktörü dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 5.15’de verilmiştir.

Çizelge 5.15. L-tipi örneklerin basınç performansı üzerinde malzeme çeşidi faktörü dikkate alınarak yapılan LSD testi sonuçları

Malzeme Çeşidi	Moment Taşıma Kapasitesi (Nm)	
	(X)	HG
Yonga Levha	15,15	E
Lif Levha	35,38	B
Suntalam	32,92	C
MDF lam	34,74	B
Okume Kontrplak	37,84	A
Yönlendirilmiş Yonga Levha	25,32	D

LSD $\pm 1,639$ Nm

HG: Homojenlik Grubu, X: Ortalama Değer

Bu sonuçlara göre, malzeme çeşitlerinden en başarılı kontrplak bulunmuş, daha sonra sırasıyla lif levha, MDF lam, suntalam ve yönlendirilmiş yonga levha olarak bulunmuş, en başarısız ise yonga levha olarak belirlenmiştir. Kontrplak malzeme

kendinden sonra en yüksek değeri gösteren lif levha malzemeden % 7, en düşük değeri gösteren yonga levha malzemeden ise % 149,7 daha fazla moment taşımıştır. Buna göre, kontrplağın masif malzemeye en yakın özellikte malzeme olması ve katmanlardaki kaplamanın liflerinin birbirine dik yönde yapıştırılmış olmasının moment taşıma kapasitesini olumlu yönde etkilediği söylenebilir.

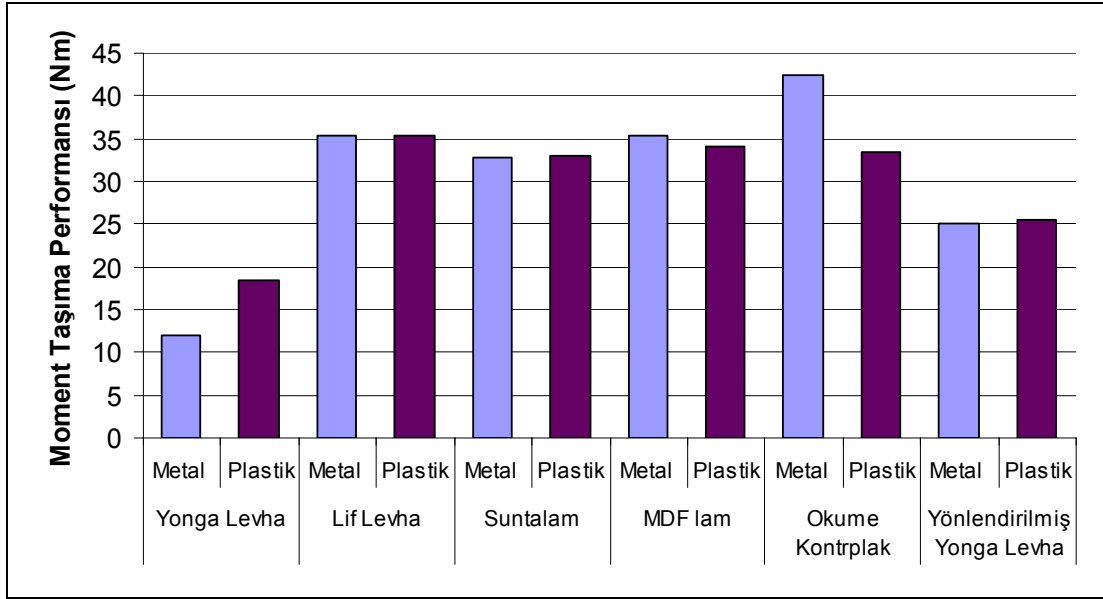
L-tipi deney örnekleri üzerinde minifiks tipi x malzeme çeşidi ikili etkileşimi dikkate alınarak 2,318 Nm kritik değeri için yapılan LSD testi sonuçları Çizelge 5.16’da verilmiştir.

Çizelge 5.16. L-tipi deney örnekleri üzerinde minifiks tipi x malzeme çeşidi ikili etkileşimi dikkate alınarak 6,984 Nm kritik değeri için yapılan LSD testi sonuçları

Malzeme çeşidi	Moment Taşıma Kapasitesi (Nm)			
	Metal Dübelli Minifiks		Plastik Dübelli Minifiks	
	(X) (N)	HG	(X) (N)	HG
Yonga Levha	11,94	F	18,37	E
Lif Levha	35,38	B	35,38	B
Suntalam	32,81	C	33,04	C
MDF lam	35,38	B	34,09	BC
Okume Kontrplak	42,33	A	33,34	BC
Yönlendirilmiş Yonga Levha	25,09	D	25,55	D

LSD $\pm$ 6,984 Nm

Minifiks tipi ve malzeme çeşidi ikili etkileşimine göre, en yüksek sonucu kontrplak malzeme metal dübelli minifiks birleştirmede vermiştir. En düşük sonucu ise yonga levha malzeme metal dübelli minifiks birleştirmede göstermiştir. Bu ikili etkileşimin sonuçları Şekil 5.4’de grafiksel olarak verilmiştir.



Şekil 5.4. Kompozit malzemelerin L-tipi basınç performansı değerleri karşılaştırma sonuçları

Bu sonuçlara göre, metal dübelli minifiksler ile plastik dübelli minifiksler aynı performansı göstermişlerdir. Ayrıca kontrplak malzeme metal dübelli birleştirmede yüksek performans göstermiş fakat plastik dübelli birleştirmede ise lif levha daha yüksek dayanım sergilemiştir. Yonga levha her iki birleştirmede de en düşük performans değerlerini vermiştir. Bunun nedeni yonga levhanın yapısındaki liflerin büyüklüğü ve bu liflerin birbirleriyle tutunma yüzeylerinin diğer malzemelerdeki kadar fazla olmayışı ve homojen, aynı büyüklükte olmayan liflerden oluşan bir katman yapısına sahip olmasından kaynaklanabilir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yonga levha, lif levha, suntalam, MDF lam, kontrplak ve yönlendirilmiş yonga levha malzemelerden hazırlanmış olan kutu konstrüksiyonlu metal ve plastik dübelli minifiksli köşe birleştirme elemanlarından en başarılı olanı çekme deneyinde MDF lam malzeme, basınç deneyinde ise kontrplak malzeme olarak belirlenmiştir.

Birleştirme elemanı olarak minifiksli birleştirme çeşidi seçilmiş, fakat minifikste yükü karşılayan eleman olarak bilinen dübel kısmı metal ve plastik olmak üzere iki malzemeden seçilmiştir. Çekme ve basınç deneyleri sonucunda dübellerin aralarındaki farkların istatistiksel açıdan önemsiz olduğu ve birbirine yakın değerler verdikleri tespit edilmiştir. Bu sonuca göre metal veya plastik dübellerin uygulamalarda rahatlıkla kullanılabileceği ve birbirine alternatif birleştirmeler olabileceği söylenebilir.

Malzeme çeşidi açısından incelendiğinde, çekme deneyinde en yüksek moment değerini MDF lam malzeme vermiş, daha sonra sırasıyla kontrplak, lif levha, suntalam ve yönlendirilmiş yonga levha malzemeler yüksek moment taşıma değeri göstermişlerdir. En düşük değeri ise yonga levha malzeme vermiştir. Burada yonga levhanın özgül ağırlığının az olması, liflerinin iriliği ve bu liflerin birbiriyle yapışması yani adezyon kuvvetinin zayıf olmasından kaynaklanmış olabilir. MDF lam malzemenin yüksek değerler vermesinin nedeni ise yüzeyindeki reçine emdirilmiş katman malzemesinin dübelin tutunma kuvvetini arttırdığından kaynaklanmış olabilir.

Basınç deneyinde ise en yüksek değeri kontrplak malzeme vermiş, bunu sırasıyla lif levha, MDF lam, suntalam, yönlendirilmiş yonga levha ve yonga levha malzemeler izlemiştir.

Dübellerin uygulandığı malzemelerin deneyler sonunda yüzeye paralel yönde ortadan yarıldığı ve deformasyonun dübellerin olduğu kısımlarda meydana geldiği,

mil ve kamda herhangi bir deformasyon olmadığı gözlenmiştir. Burada minifiksteki taşıyıcı elemanın dübeller olduğu söylenebilir.

Malzeme çeşidi ve birleştirme elemanı ikili etkileşimine göre incelendiğine, çekme ve basınç deneylerinde en yüksek değeri metal dübelli kontrplak malzeme vermiş, en düşük değer ise metal dübelli yonga levha malzemede elde edilmiştir. Bunun nedeni metal malzemenin lifli yapısı olan ağaç malzemeye en yakın özelliklerdeki kontrplak malzemenin liflerine daha iyi tutunabilme özelliğinden, yonga levhanın ise yongalarının diğer malzemelere göre kendi aralarındaki adezyonun zayıf olmasından dolayı dübel bu yongaların arasına girerken bu yongaları kopararak girerek tutunabilme özelliğini yitirmiş olmasından kaynaklanmış olabilir.

Çekmeye ve basmaya çalışan kuvvetler karşısında bazı malzeme çeşitleri benzer mekanik davranışlar göstermişlerdir. Bunlar çekme deneyinde, kontrplak ve lif levha malzemeler ile basınç deneyinde lif levha ile MDF lam malzemelerdir. Bu durumda birleştirmelerin direnci üzerinde asıl etken olan değişkenin malzeme çeşitlerinin yapımında kullanılan ana malzemeler olduğu gözlenmektedir. Bunlar lif levhanın yapısındaki daha küçük olarak öğütülmüş odun lifleri, yonga levhanın yapısındaki iri ebatlardaki yongalar ve kaplama malzemeleridir. Bu ana malzemeler kompozit malzemeler olan tabakalı malzemeleri oluşturmakta ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Ayrıca bu malzemelerin yapıştırılmasında kullanılan tutkalında mekanik özellikleri malzemelerin gösterdiği dirençler açısından önemlidir.

Yapılacak olan bir kutu konstrüksiyonlu mobilyanın birleştirme elemanlarında demonte birleştirmenin kullanılması taşınması, ekonomik olması, uygulamadaki kolaylığı ve yerinde montajı gibi etkenler açısından kullanılması tavsiye edilebilir. Ayrıca minifiksli bir birleştirme elemanından metal veya plastik dübel kullanımı genel olarak mukavemeti aşırı derecede etkilemeyeceği için birbirine alternatif olarak tercih edilebilir. Malzeme olarak ta lif levha veya kontrplak malzemenin kullanılması tavsiye edilebilir. Ekonomik nedenlerden ötürü yonga levha kullanılabilecek durumlarda reçine emdirilmiş katman kaplı olan suntalam malzemenin kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

1. Eckelman, C., A., “A Look at... The Strength Design of Furniture”, *Forest Product Journal*, 16 (3): 21–24 (1966).
2. Efe, H., “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı” *Politeknik Dergisi*, GÜ., Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 1 (1-2): 41-54 (1998).
3. Efe, H., Demirci, S., “Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarında Çeşitli Tutkalların Kavela Çekme Direncine Etkileri”, *Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, G.Ü., Ankara, 9 (9): 1-13 (2001).
4. Efe, H., “Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, Doktora Tezi, *KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 13-43 (1994).
5. Trinko, M., “Redy-to-Assemble Furniture; Marketing and Material Use Trends”, *Forest Products Journal*, 40 (3): 34-35 (1989).
6. Dizel, T., “Lamine Elemanlarla Tasarlanan Çerçeve Tipi Mobilya Birleştirmelerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *GÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-17 (2005).
7. Kasal, A., “Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerden Üretilmiş Çerçeve Konstrüksiyonlu Koltukların Performansı”, Doktora Tezi, *GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-6 (2004).
8. Eckelman, C. A., Erdil, Y. Z., “Furniture Engineering and Quality of Life”, *HÜ. Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü 1. Uluslararası Mobilya Kongresi*, Bildiri Kitabı, İstanbul, 306-332 (1999).
9. Kasal, A., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Masa Ayak Kayıt Birleştirmelerde Köşe Takozunun Birleştirme Direncine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-5 (1998).
10. Hayward, H., “World Furniture”, *The Hamlyn Pub. Group Ltd.*, Feltham, Middlesex, Hong Kong, 10-13 (1975).
11. Özen, R., “Genel Hatlarıyla Türkiye Mobilya Sanayi”, *GÜ. Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (3): 3-4 (1988).
12. Dinçel, K. ve Işık, Z., “Mobilya Sanat Tarihi”, *MEB. Basımevi*, İstanbul, 4-6 (1979).
13. TS 4521, “Ağaç Mobilya- Terimler ve Tanımlar”, *TSE Standardı*, Ankara, 1-3 (1985).

14. Efe, H., İmirzi, H. Ö., Dizel, T., “Oturma Mobilyası Tasarımını Etkileyen Ergonomik Kriterler”, *UÜ. 10. Ergonomi Kongresi Bildirisi*, Bursa, 474-475 (2004).
15. Gorb, P., “Design Talks”, *London Busines School*, London, 18-19 (1988).
16. Barlow, W., “Design Talk”, *London Busines School*, London, 89-90 (1988).
17. Özen, R. ve Urhausen, R, *GÜ. Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1 (3): 13-15 (1988).
18. Örs, Y., EFE, H., “Mobilya (Çerçeve Konstrüksiyon) Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri”, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, (Tr. J. Of Agriculture and Forestry), 22: 21-27 (1998).
19. Burdurlu, E., “Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim-Kullanım Teknolojisi”, *HÜ. Mesleki Teknoloji Yüksek Okulu, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği*, Ankara, 252-253 (1994).
20. Örs, Y., Keskin, H., “Ağaç Malzeme Bilgisi”, *Kosgeb Yayınları*, Ankara, 1-2, 151-156 (2001).
21. Kronopol OSB, “Ürün Katalogu”, *Liman Grup*, İstanbul, 1-7 (2004).
22. İnternet: haberler.<http://www.mobilyadergisi.com.tr/67/haberler&316.asp> (2006).
23. Eckelman, C., A., “Predicting Withdrawal Strength of Sheet–Metal–Type Screws In Selected Hardwoods”, *Forest Product Journal*, 28 (8) : 25–28 (1978).
24. Fujimoto, Y. and Mori, M., “Performance Of Wood Screw Joints For Particleboard”, *Science Bulletin Of The Faculty Of Agriculture*, 38 (1): 45-47 (1983).
25. Cassens, D. and Eckelman C. A., “Face Holding Strength of Treated Metal Insert in Reconstituted Wood Products”, *Forest Products Journal*, 35 (3): 18-22 (1995).
26. Lin, Shih-Chao., and Eckelman, C., Rigidty of Furniture Cases With Various Joint Construction, *Forest Product Journal*, 37 (1): 23-27 (1987).
27. Broker, F. W., Krause, H.A., Preliminary Investigations on the Holding Power of Dynamically Loaded Wood Screws, *Holz-als-Roh-und Werkstoff*, 49 (10): 381-384 (1991).
28. Efe, H., “Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket–Vida Tutma Yetenekleri”, Yüksek Lisans Tezi, *GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 12-16 (1992).

29. Efe, H., “Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket-Vida Tutma Yetenekleri” **2. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi**, Trabzon, 319-339 (1993).
30. Cai, L., Wang, F., “Influence of the Stiffness of Corner Joint on Case Furniture Deflection”, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 51: 406-408 (1993).
31. Zhang, J., L., and Eckelman, C., A., “The Bending Moment Resistance of Single – Dowel Corner Joints in Case Construction”, *Forest Product Journal*, 43 (6): 19–24 (1993).
32. Zhang, J., L., and Eckelman, C.A., “Rational Design of Multi-Dowel Corner Joints in Case Construction”, *Forest Product Journal*, 43 (11-12): 52-58 (1993).
33. Wan Quan Liu, Eckelman C. A., “Effect of Number of Fastener on the Strength of Corner Joints For Cases”, *Forest Products Journal*, 8 (1): 93-95, (1999).
34. Ching, S. W. and Yiren, W., “A Study on Bending Moment Resistance of Particleboard Corner Joint in Carcass Furniture”, *Department of Forest Product Industry*, 13 (4): 600-610 (1994).
35. Özçiftçi, A., “Yonga Levha ile Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerine ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 41-42 (1995).
36. Ping, C. L., “Study on the Strength of Moltingject Corner Joints of Furniture”, *Forest Products Dept*, 53 (6): 385-388, (1995).
37. Güntekin E., Engineering Feasibility of Recyclable Space Board Panels in Construction of Case Furniture, *Master of Science*, State University of New York Col. of Environmental Science&Forestry, (1996).
38. Özçiftçi, A., Altınok, M., Özen, R., “Kutu Mobilyada Bazı Köşe Birleştirmelerin Mukavemet Özelliklerine Ait Deneysel Sonuçların İstatistiksel Analizi ve Değerlendirilmesi”, *Journal of Scientific Research Foundation*, 1 (2): 63–70 (1996).
39. Eckelman, C., A., “Holding Strength of T-Nuts in Solid Wood and Wood Composites”, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 56 (4): 253-258 (1998).
40. Örs, Y., Efe H., “Mobilya (Çerçeve Konstrüksiyon) Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri”, *Doğa. Tr. Of Agriculture and Forestry*, 22 (5): 21-27 (1998).
41. Eckelman C. A., “Designing High Quality Furniture With Wood Composites”, *Purdue University Paper*, 42-47 (1999).

42. Efe, H., “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyada Sabit (Yabancı Çıtalı) ve Demonte (Trapez) Köşe Birleştirmelerin Çekme ve Basma Dirençleri”, *GÜ. Teknik Eğitim Fakültesi, Politeknik Dergisi*, 2 (4): 43-51 (1999).
43. Eren, S., Evaluation and Development of Methods of Improving Fasteners and Joints Performance in Wood-base Composite Case Furniture, **Ph.D. Thesis**, Purdue University, (1999).
44. Efe, H., ve Kasal, A., “Tabla Tipi Kavelalı Köşe Birleştirmelerde Tutkal Çeşidinin Çekme Direncine Etkileri”, *GÜ. Teknik Eğitim Fakültesi, Politeknik Dergisi*, 3 (4): 67-72 (2000).
45. Efe, H. ve Kasal A., “Kutu Konstrüksiyonlu Sabit ve Demonte Köşe Birleştirmelerde Çekme Direnci”, *GÜ. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, (8): 31-74 (2000).
46. Şafak, R., “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Mekanik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-2 (2000).
47. Taş, H. H., “ Ahşap Esaslı Levhalarda Köşe Birleştirme Tipi ve Tutkal Çeşidinin Diyagonal Basma ve Çekme Direncine Etkileri”, Yüksel Lisans Tezi, *SDÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Isparta, 51-52 (2000).
48. Denizli, N., Improving the Strength and Durability of Panel-Based Cabinet Furniture, **Ph.D. Thesis**, Purdue University, (2001).
49. Diler, H., “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerde Vida Çapının Çekme ve Basma Dirençlerine Etkisi” Yüksek Lisans Tezi, *GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 38-39 (2001).
50. Norvydas, V., Papreckis, B., “Influence of Dowel Diameter on the Fracture Moment of Glued Doweled Joints”, *Materials Science*, 7 (3): 164-167 (2001).
51. Örs, Y., Efe, H., Kasal, A., “Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Çekme Direnci” *Politeknik Dergisi*, GÜ. Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara, 4 (4): 1-9 (2001).
52. Akbulut, T., Göker, Y., Ayrılmış, A., “OSB Levhalarının Kontrplak Yerine Kullanılması”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 52 (1): 65-74 (2002).
53. Akkılıç, H., “Farklı Yüzey Malzemeleri ile Kaplanan Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri”, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 109-126 (2002).

54. Efe, H., Kasal, A., Gürleyen, L., “Çeşitli Tutkallarla Yapıştırılmış Kutu Konstrüksiyonlu Kavelalı Köşe Birleştirmelerin Basınç Direnci”, **GÜ. Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi**, 10 (10): 39-57 (2002).
55. Nicholls, T., Crisan, R., Study of the Stres-Strain State in Corner Joints and Box-Type Furniture Using Finite Element Analysis (FEA), **Holz als Roh-und Werkstoff**, 60: 66-71 (2002).
56. Smardzweski, J., Prekrad, S., “Stress Distribution in Disconnected Furniture Joints” Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, **Wood Technology**, 5: 2 (2002).
57. Güntekin, E., “Montaja Hazır Mobilya Birleştirmelerinin Performansları”, **Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi**, 2: 37-48 (2003).
58. Önder, N., “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyada, Vidalı Köşe Birleştirmelerin. Moment Taşıma Kapasitelerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **GÜ., Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-2 (2003).
59. Örs, Y. ve Efe, H. ve Kasal, A., “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyada Dişli Köşe Birleştirmelerin Eğilme Direnci”, **GÜ. Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi**, 6 (2): 497-503 (2003).
60. Çakır, M., “Melamin Reçinesi Emdirilmiş Kağıt Kaplı Yonga Levha Yüzeylerinde Yapışma Mukavemetinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **GÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 56-57 (2003).
61. TS EN 312-2, “Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 2 Kuru Şartlardaki Levhalar için Şartlar”, **TSE Standardı**, Ankara, 1-4 (1999).
62. TS 64-3 EN 622-3, “Lif Levhalar – Özellikler-Bölüm 3: Orta Set Lif Levhaların Özellikleri”, **TSE Standardı**, Ankara, 1-15 (2005).
63. TS 1770, “Odun Lifi ve Yonga Levhaları (Sentetik Reçinelerle Kaplanmış), **TSE Standardı**, Ankara, 1-19 (1974).
64. TS 46, “Kontırplak (Soyma Plakalı)–Genel Amaçlar İçin”, **TSE Standardı**, Ankara, 1-10 (1986).
65. EN 300, “Oriented Strand Boards (OSB)–Definitions, Classification and Specifications”, **European Standart**, 1-17 (1997).
66. TS 3891, “Yapıştırıcılar-Polivinilasetat Esaslı Emülsiyon (Ahşap Malzeme İçin)”, (Tadil AMD1:1992-07), **TSE Standardı**, Ankara, 1-4 (1982).
67. Örs, Y., “Kama Dişli Birleştirmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler”, **KTÜ. Orman Fakültesi**, Trabzon, 33-35 (1987).

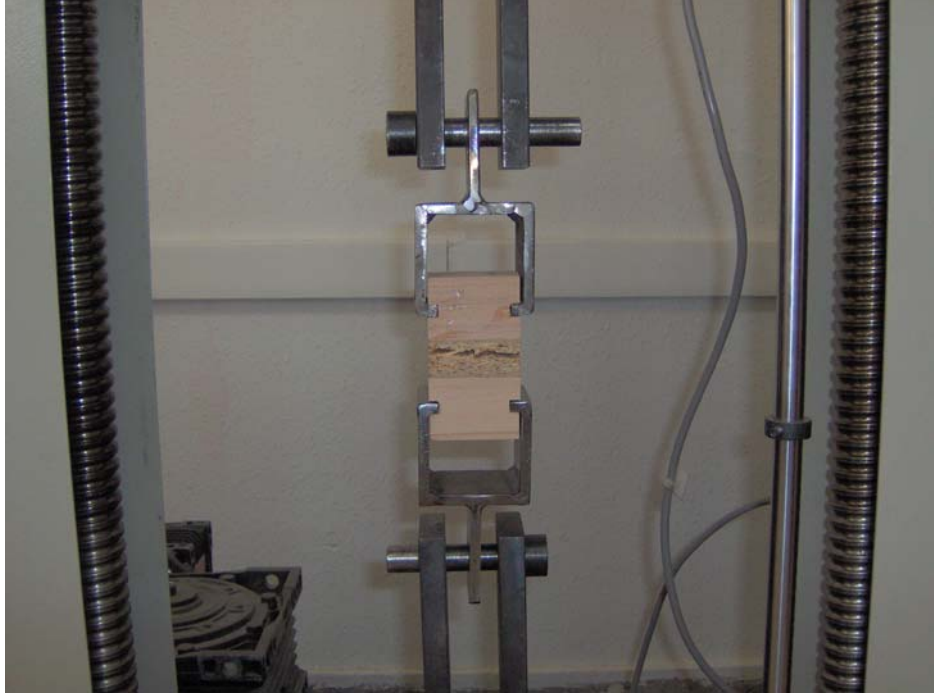
68. Şanıvar, N. Ve Zorlu, İ., “Ağaç İşleri Gereç Bilgisi”, *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 303-304 (1980).
69. TS 4539, “Ahşap Birleştirmeler – Kavelalı Birleştirme Kuralları”, *TSE Standardı*, Ankara, 1-3 (1985).
70. TS 2470 “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler”, *TSE Standardı*, Ankara, 1-7 (1976).
71. TS EN 323 “Ahşap Esaslı Levhalar – Birim Hacim Ağırlığının Tayini”, *TSE Standardı*, Ankara, 1-7 (1999).
72. TS EN 322 “Ahşap Esaslı Levhalar – Rutubet Miktarının Tayini”, *TSE Standardı*, Ankara, 1-7 (1999).
73. TS EN 319, Yonga levhalar ve Lif levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini, *TSE Standardı*, Ankara, 1-13 (1999).
74. ASTM, Standard Methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. *ASTM D 1037 - 98. ASTM, West Conshohocken, Pa.*, (1998).
75. Samet, “Mobilya Aksesuarları Katagu”, *Samet Mobilya Aksesuarları*, İstanbul, 92-93 (2005).
76. TS 2471, “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler için Rutubet Miktarının Tayini”, *TSE Standardı*, Ankara, 1-8 (1976).

EKLER

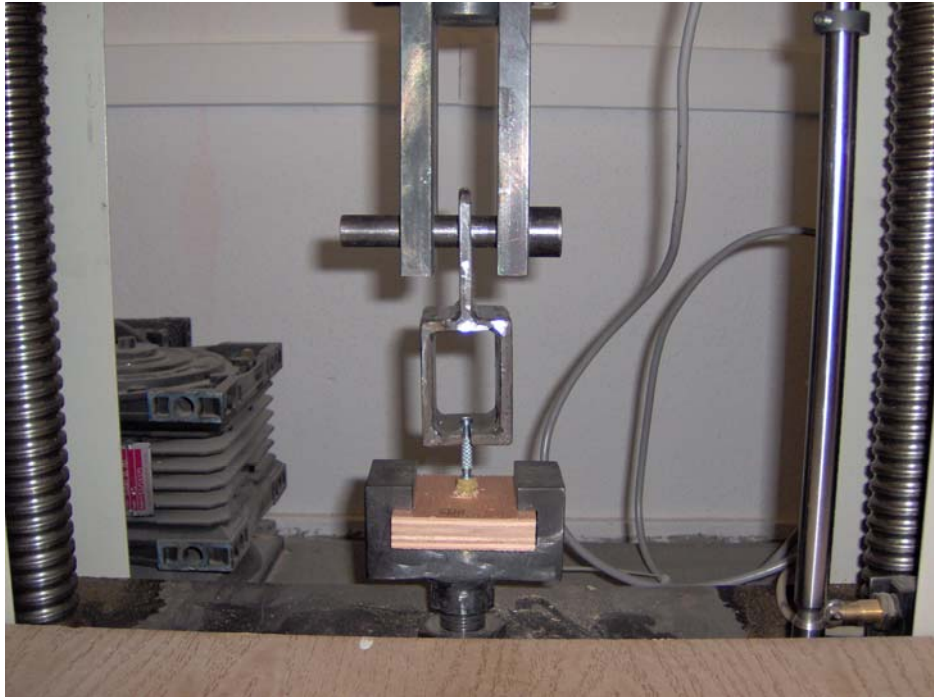
EK-1 Deneylerin yapılmasında kullanılan Üniversal test cihazı



EK-2 Levha yüzeyine dik çekme (yarılma) dayanımı ve levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma performansı deneylerinin düzenekleri



Resim 2.1. Levha yüzeyine dik çekme dayanımı deneyi düzeniği



Resim 2.2. Levha yüzeyine dik minifiks dübeli tutma deneyi düzeniği

EK-3 Diyagonal çekme deneylerinin yapılmasında kullanılan deney düzeneği



EK-4 Diyagonal basınç deneylerinin yapılmasında kullanılan deney düzeneği



Resim 4.1. Diyagonal basınç deneyleri düzeneğinin önden görünüşü



Resim 4.2. Diyagonal basınç deneyleri düzeneğinin arkadan görünüşü

EK-5 Yonga levhanın diyagonal çekme deneyi resimleri



Resim 5.1. Yonga levhanın diyagonal çekme deneyi anındaki durumu



Resim 5.2. Yonga levhanın diyagonal çekme deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-6 Lif levhanın diyagonal çekme deneyi resimleri



Resim 6.1. Lif levhanın diyagonal çekme deneyi anındaki durumu



Resim 6.2. Yonga levhanın diyagonal çekme deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-7 Suntalamın diyagonal çekme deneyi resimleri

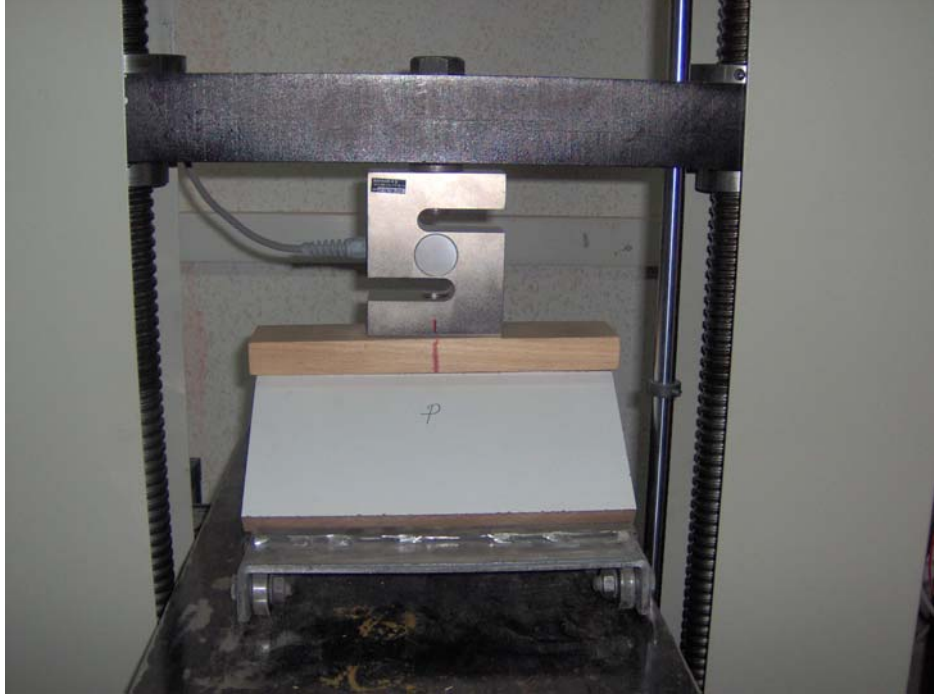


Resim 7.1. Suntalamın diyagonal çekme deneyi anındaki durumu



Resim 7.2. Suntalamın diyagonal çekme deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-8 MDF lamin diyagonal çekme deneyi resimleri

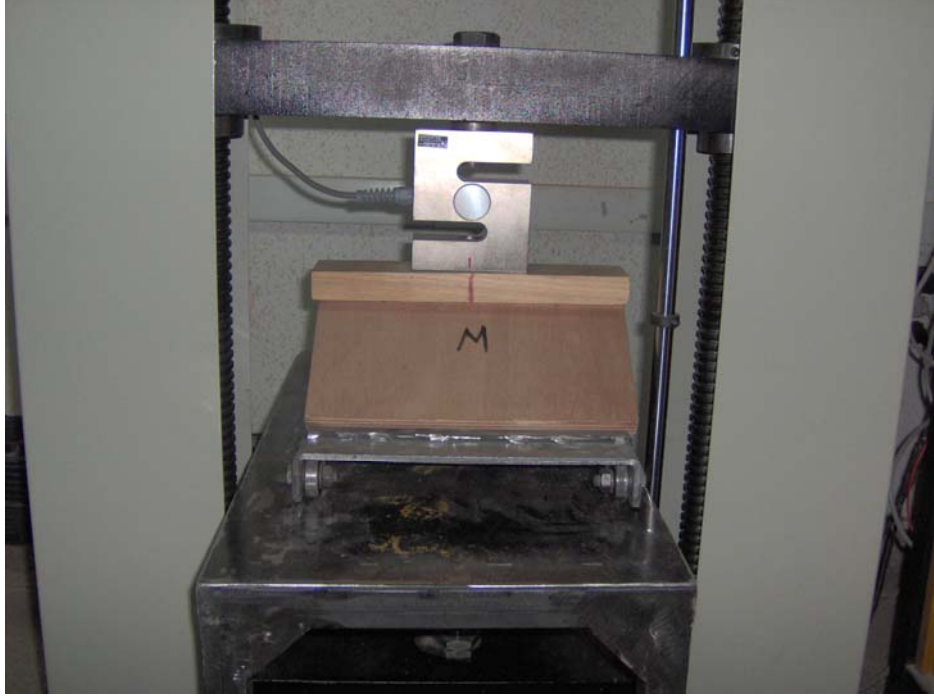


Resim 8.1. MDF lamin diyagonal çekme deneyi anındaki durumu



Resim 8.2. MDF lamin diyagonal çekme deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-9 Kontrplakın diyagonal çekme deneyi resimleri

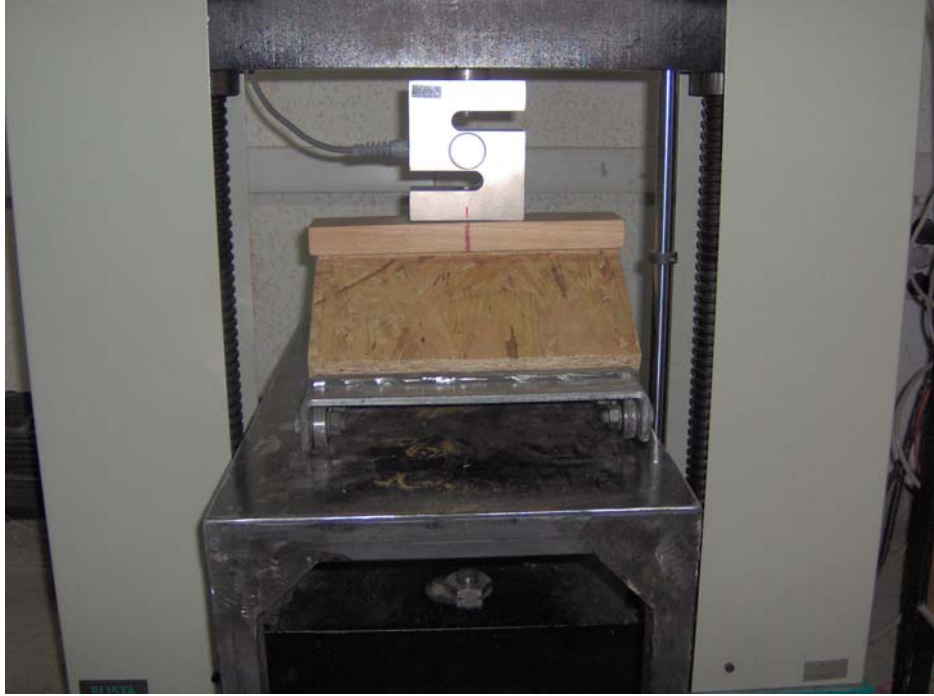


Resim 9.1. Kontrplakın diyagonal çekme deneyi anındaki durumu



Resim 9.2. Kontrplakın diyagonal çekme deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-10 OSB'nin diyagonal çekme deneyi resimleri



Resim 10.1. OSB'nin diyagonal çekme deneyi anındaki durumu



Resim 10.2. OSB'nin diyagonal çekme deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-11 Yonga levhanın diyagonal basınç deneyi resimleri



Resim 11.1. Yonga levhanın diyagonal basınç deneyi anındaki durumu



Resim 11.2. Yonga levhanın diyagonal basınç deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-12 Lif levhanın diyagonal basınç deneyi resimleri



Resim 12.1. Lif levhanın diyagonal basınç deneyi anındaki durumu



Resim 12.2. Lif levhanın diyagonal basınç deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-13 Suntalamın diyagonal basınç deneyi resimleri

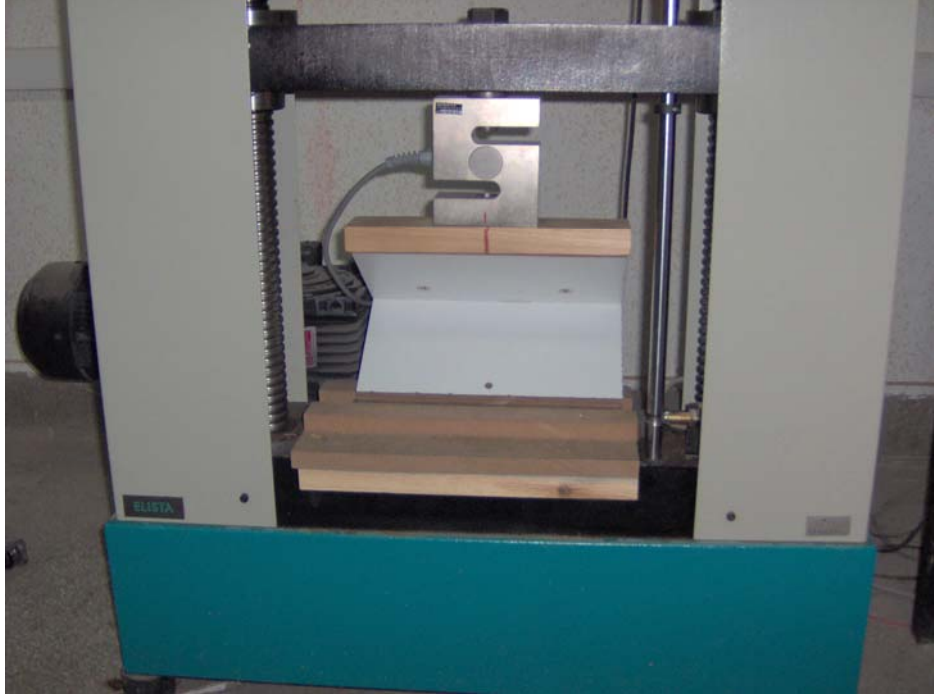


Resim 13.1. Suntalamın diyagonal basınç deneyi anındaki durumu



Resim 13.2. Suntalamın diyagonal basınç deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-14 MDF lamin diyagonal basınç deneyi resimleri



Resim 14.1. MDF lamin diyagonal basınç deneyi anındaki durumu



Resim 14.2. MDF lamin diyagonal basınç deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-15 Kontrplakın diyagonal basınç deneyi resimleri



Resim 15.1. Kontrplakın diyagonal basınç deneyi anındaki durumu



Resim 15.2. Kontrplakın diyagonal basınç deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-16 OSB'nin diyagonal basınç deneyi resimleri



Resim 16.1. OSB'nin diyagonal basınç deneyi anındaki durumu



Resim 16.2. OSB'nin diyagonal basınç deneyi sonrası deforme olmuş durumu

EK-18 Suntalam ve MDF lamin diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyon resimleri



Resim 18.1. Suntalamın diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyonu



Resim 18.2. MDF laminin diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyonu

EK-19 Kontrplak ve OSB'nin diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyon resimleri



Resim 19.1. Kontrplakın diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyonu



Resim 19.2. OSB'nin diyagonal çekme deneyi sonrası deformasyonu

EK-20 Yonga levha ve lif levhanın diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyon resimleri



Resim 20.1. Yonga levhanın diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyonu



Resim 20.2. Lif levhanın diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyonu

EK-21 Suntalam ve MDF lamin diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyon resimleri

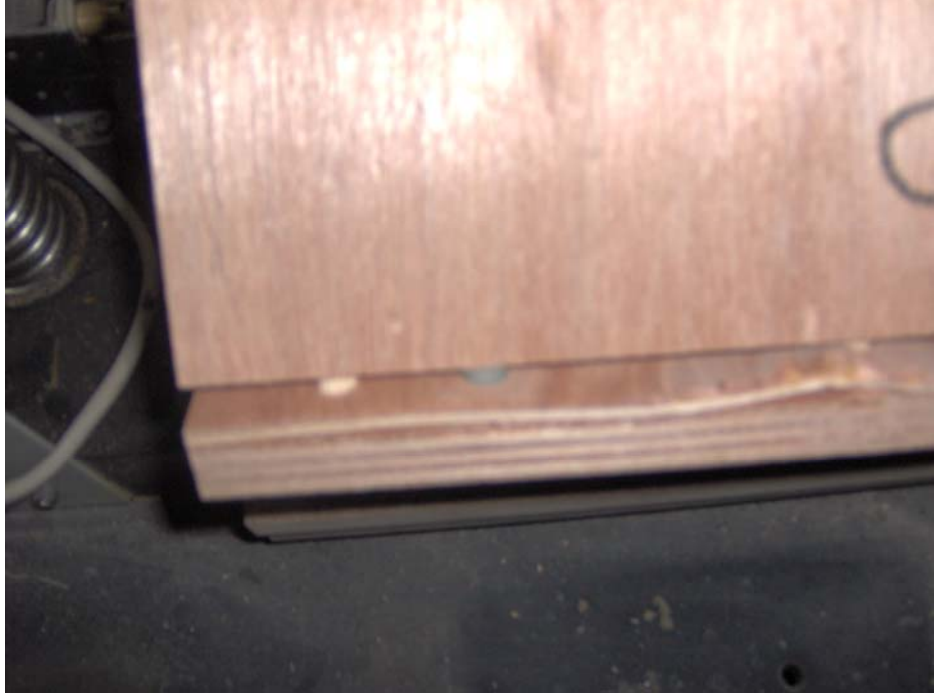


Resim 21.1. Suntalamın diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyonu



Resim 21.2. MDF laminin diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyonu

EK-22 Kontrplak ve OSB'nin diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyon resimleri



Resim 22.1. Kontrplakın diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyonu



Resim 22.2. OSB'nin diyagonal basınç deneyi sonrası deformasyonu

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : ASLAN, Emin
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 01. 06. 1973 Şavşat
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0(312) 354 23 91
 Faks : 0(312) 354 77 78
 e-mail : aslanemin08@hotmail.com.

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Gazi Üniversitesi / Mob. ve Dek. Eğitimi Bölümü	1994
Lise	Erzurum – İspir Endüstri Meslek Lisesi	1990
Ortaokul	Artvin – Şavşat – Savaş Köyü Ortaokulu	1987
İlkokul	Artvin – Şavşat – Savaş Köyü İlkokulu	1984

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1994 - 1996	Bingöl – Solhan Endüstri Meslek Lisesi	Öğretmen
1996 - 2006	Ankara- Ostim Mesleki Eğitim Merkezi	Öğretmen-Md.Yrd

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Yok

Hobiler

El sanatları, Fotoğraf çekmek, Bilgisayar teknolojileri