

**AHŞAP ESASLI LEVHALARDAN ÜRETİLMİŞ KUTU MOBİLYA L- TİPİ
KÖŞE BİRLEŞTİRMELERDE BİRLEŞTİRME TEKNİĞİNİN MOMENT
TAŞIMA KAPASİTESİNE ETKİLERİ**

Ertan DANACI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ARALIK 2009
ANKARA**

Ertan DANACI tarafından hazırlanan AHŞAP ESASLI LEVHALARDAN ÜRETİLMİŞ KUTU MOBİLYA L- TİPİ KÖŞE BİRLEŞTİRMELERDE BİRLEŞTİRME TEKNİĞİNİN MOMENT TAŞIMA KAPASİTESİNE ETKİLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Hasan EFE

.....

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A. B. D.

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Erol BURDURLU

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A. B. D., G. Ü.

Prof. Dr. Hasan EFE

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A. B. D., G. Ü.

Doç. Dr. Ali KASAL

.....

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi A. B. D., M. Ü.

Tarih:08/02/2010

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Bilal TOKLU

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Ertan DANACI

**AHŞAP ESASLI LEVHALARDAN ÜRETİLMİŞ KUTU MOBİLYA L- TİPİ
KÖŞE BİRLEŞTİRMELERDE BİRLEŞTİRME TEKNİĞİNİN MOMENT
TAŞIMA KAPASİTESİNE ETKİLERİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Ertan DANACI

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Aralık 2009

ÖZET

Bu çalışmada, kutu konstrüksiyonlu mobilya L-tipi köşe birleştirmelerde, malzeme çeşidi ve birleştirme tekniğinin diyagonal çekme ve basınç yükleri altındaki moment taşıma kapasitesine etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Deney örnekleri, ahşap esaslı levhalardan 18 mm kalınlığında yonga levha (YL), yönlendirilmiş yonga levha (OSB), okume (*Aucoumea klaineana*) kontraplak (OKP), orta yoğunlukta lif levha (MDF), sentetik reçinelerle kaplanmış yonga (YLLAM) ve lif levhalardan (MDFLAM) hazırlanmıştır. Köşe birleştirme işlemlerinde kavelalı ve lambalı – kınışlı olmak üzere iki farklı teknik uygulanmıştır. Tüm birleştirmelerde polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır. 6 malzeme çeşidi, 2 birleştirme tekniği, her örnekten 10 yinleme ve iki yükleme biçimi olmak üzere toplam 240 adet deney örneği hazırlanmıştır. 120 örneğe statik diyagonal çekme, diğer 120 örneğe de statik diyagonal basınç deneyi uygulanmıştır. Deneyler sonucunda, malzeme çeşitleri arasında kontraplak en yüksek moment taşıma kapasitesini vermiştir. Birleştirme tekniklerinden de çekmede kavelalı birleştirme, basınçta ise lambalı – kınışlı birleştirme en iyi sonuçları vermiştir.

Bilim Kodu : 711.3.023
Anahtar Kelimeler : Kutu konstrüksiyon, kavelalı birleştirme, lambalı -
kınışlı birleştirme, çekme yükü, basınç yükü, moment
taşıma kapasitesi
Sayfa Adedi : 37
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Hasan EFE

**EFFECTS OF JOINT TECHNIQUE ON MOMENT CAPACITY OF L-TYPE
CORNER JOINTS FOR CASE FURNITURE CONSTRUCTED OF WOOD
BASED PANELS**

(MSc. Thesis)

Ertan DANACI

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY
December 2009**

ABSTRACT

In this study, effects of joint technique and material type on moment capacity of case furniture corner joints under diagonal tensile and compression loads was aimed to determine. The specimens were prepared from 18 mm thick particleboard (PB), oriented strandboard (OSB), okoume (*Aucoumea klaineana*) plywood (OKP), medium density fiberboard (MDF), particleboard (YLLAM) and medium density fiberboard (MDFLAM) surfaced with synthetic resin sheet. Joining was made two different techniques which are dowel and dado – rabbet joints. Polyvinyl acetate adhesive was utilized in all joints. A total of 240 specimens were prepared, 120 specimens were tested under tension loads, remaining 120 were tested under compression loads including 6 material types, 2 joint techniques, 10 replications and 2 loading types. At the end of the tests; plywood specimens are given the highest moment capacity under both tension and compression loads among the materials. In the case of joint techniques; dowel joints were given the best results under tension while the dado – rabbet joints were given the best results under compression.

Science Code : 711.3.023

Key Words : Case construction, dowel joints, dado-rabbet joints, tension loading, compression loading, moment capacity

Page Number: 37

Advisor : Prof. Dr. Hasan EFE

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Sayın Hocam ve Tez Danışmanım Prof. Dr. Hasan EFE'ye, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım değerli kardeşim Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL'e, tez çalışmalarında yardımlarını gördüğüm arkadaşım Doç.Dr. Ali KASAL'a, deneylerinin yapılışı sırasındaki yardımlarından dolayı Dr. Ertan ÖZEN'e, her türlü maddi, manevi desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Meryem DANACI ve aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Konu	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
RESİMLERİN LİSTESİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	6
2.1. Yonga Levha.....	6
2.2. Lif Levha.....	6
2.3. Yönlendirilmiş Yonga Levha.....	7
2.4. Kontrplak.....	8
2.5. Kağıt Esaslı Reçine Kaplaması veya PVC Yapıştırılmış Levhalar (Suntalam – MDFlam).....	8
3. KAYNAK ÖZETLERİ.....	10
4. MALZEME VE YÖNTEM.....	15
4.1. Malzeme.....	15
4.1.1.Ağaç malzemeler.....	15
4.1.2. Kavela.....	15
4.1.3. Tutkal (Polivinilasetat).....	16

Konu	Sayfa
4.2. Yöntem.....	16
4.2.1. Deneylerin yapılışı.....	16
4.3. İstatistiksel değerlendirme.....	24
5. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	25
5.1. Deformasyon Karakteristikleri.....	25
5.2. Yoğunluk ve Rutubet.....	26
5.3. Diyagonal Basınç.....	26
5.4. Diyagonal Çekme.....	29
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	33
KAYNAKLAR.....	35
ÖZGEÇMİŞ	37

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.1. Yoğunluk (gr/cm^3) ve Rutubet değerlerine ait genel istatistik.....	26
Çizelge 5.2. Basınç yükü altındaki momentler (Nm.)	27
Çizelge 5.3. Kavelalı, lambalı-kinişli birleştirme tekniği ve malzeme çeşidinin basınç yükü altındaki momentlere etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	27
Çizelge 5.4. Birleştirme tekniğine göre karşılaştırma sonuçları.....	28
Çizelge 5.5. Malzeme çeşidine göre karşılaştırma sonuçları.....	28
Çizelge 5.6. Malzeme çeşidi-birleştirme çeşidi ikili karşılaştırma sonuçları (Nm).	29
Çizelge 5.7. Çekme yükü altındaki momentler (Nm.).....	30
Çizelge 5.8. Kavelalı, lambalı-kinişli birleştirme tekniği ve malzeme çeşidinin çekme yükü altındaki momentlerine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları	30
Çizelge 5.9. Birleştirme tekniğine göre karşılaştırma sonuçları.....	31
Çizelge 5.10. Malzeme çeşidine göre karşılaştırma sonuçları.....	31
Çizelge 5.11. Malzeme çeşidi– birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin karşılaştırma sonuçları	32

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Etkili faktörler analizine dayalı olarak mobilya tasarım türleri (Efe,1994).....	2
Şekil 4.1. Denemelerde kullanılan kavala örneği (ölçüler mm’dir)	15
Şekil 4.2. Deney Örneklerinin genel görünüşü (a) ve (b) birleştirme arakesit yüzeyi.....	19
Şekil 4.3. Birleştirme detayları (Ölçüler mm’dir. Ölçek: 1/2).....	20
Şekil 4.4. Kutu mobilya sistemlerinde zorlayıcı kuvvetlerin düğüm noktalarına etkisi	21
Şekil 4.5. Diyagonal çekme deneyi düzeneği (Ölçüler mm’dir. Ölçek: 1/2)	22
Şekil 4.6. Diyagonal basınç deneyi düzeneği (Ölçüler mm’dir. Ölçek: 1/2)	23

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Örneklere deney kod numaralarının yazılması (a) ve iklimlendirmeye konulması (b)	17
Resim 4.2. Deney örneklerinin etüve konulması.	18

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

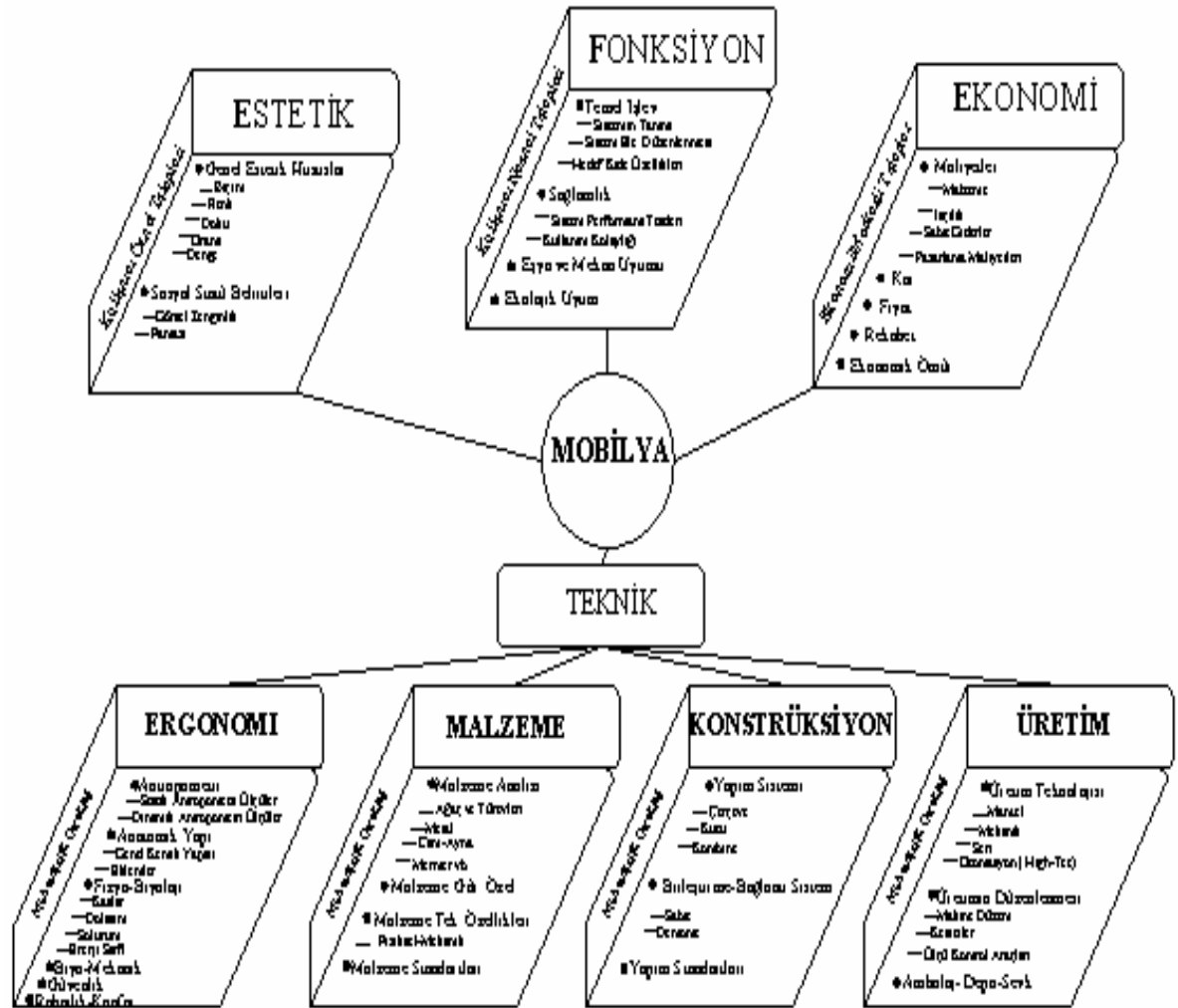
Simgeler	Açıklama
b	Eğilmede numune genişliği, mm
E	Eğilmede elastikiyet modülü,
∂e	Eğilme direnci,
F_{max}	Kırılma anındaki maksimum kuvvet, N
g	Gram
m	Kütle
N	Newton
Nm	Newton metre
V	Hacim
r	Rutubet, %
ρ	Yoğunluk, g/cm ³
$\partial \epsilon$	Diyagonal çekme direnci,
∂b	Diyagonal basınç direnci,
V	Varyasyon katsayısı, %
Kısaltmalar	Açıklama
ASTM	American Society for Testing and Materials
DIN	Deutsch Industrie Norm
PVAc	Polivinil asetat
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TSE EN	Türk Standartları Enstitüsü Euro Norm
TSE ISO	Türk Standartları Enstitüsü International Standart Organization

1.GİRİŞ

İnsanoğlu ilk çağlardan beri, oturma, yatma, yemek yeme vb. temel ihtiyaçlarını karşılamak için mobilyayı kullanmıştır. Mobilya yüzyıllardan beri çeşitli formlarda üretilmesine karşın, nadir olarak yapısal özellikleri dikkate alınarak tasarlanmıştır. Birçok mobilya tasarımı, uzun deneme yanılma metotları ve teorileri sonucunda gerçekleştirilmiştir. Eskiden kalma bilgiler ve tecrübeler çok radikal bir değişiklik, yeni bir tasarım olmadığı sürece nesilden nesile geçmiştir. Tasarlanan mobilyaların performansları geçmiş tecrübelerle göre yargılanmıştır [Kasal, 2004].

Mobilya üretiminde genel olarak, kutu, çerçeve ve kombine olmak üzere üç temel konstrüksiyon kullanılmaktadır. Üretimde tablaların kullanıldığı mobilyalar kutu (panel) tipi, masif çerçevelerin yer aldığı mobilyalar çerçeve (iskelet) tipi, her iki eleman tipinin de kullanıldığı mobilyalar ise kombine konstrüksiyonlu mobilyalar olarak isimlendirilmektedir [Efe, 1994].

Bir mobilya tasarlanırken dikkate alınması gereken üç alan vardır (Şekil 1.1). Bunlardan birincisi olan fonksiyonel tasarım, mobilyanın ne işe yarayacağını, mobilyadan beklenen temel yararların ne olduğunun belirlenmesidir. Estetik tasarım ise, ilgili kültürün ya da modanın etkisinde, ayrıca kullanıcı talepleri de dikkate alınarak mobilyada biçim, form, doku, renk, çizgi vb. hususların tasarlanmasını konu alan sanatsal bir çalışmadır. Son tasarım alanı olan mühendislik tasarımı da, mobilyada ergonomik kriterlerin, malzemelerin, yapım tekniklerinin ve üretim teknolojilerinin optimum şekilde belirlenmesi işlemleridir.



Şekil 1.1. Etkili faktörler analizine dayalı olarak mobilya tasarım türleri [Efe,1994].

Buna göre, mobilya hem estetik hem de fonksiyonel bir tüketim ürünü olarak karakterize edilebilir. Uygun mobilya tasarımları, kendilerine yüklenen fonksiyonel amaçları karşılarken, aynı zamanda kullanıcıların estetik taleplerini de tatmin edebilmelidir. Ayrıca mobilya, malzeme ve üretim gereklilikleri bakımından ekonomik anlamda verimli olmalıdır. Mobilya; üretimi kolay ve pratik olacak şekilde, tasarım gerekliliklerini yerine getirebilen ucuz malzemelerden, estetik ve fonksiyonel bakımdan da tatmin edici olarak tasarlanmalıdır. Bununla birlikte, özellikle önemli olan mobilyanın yapısal (mühendislik) tasarımıdır. Mobilya yapısal anlamda, kullanıcılara güvenilir bir hizmet verecek şekilde tasarlanmalıdır. Yani,

mobilyanın üretim mühendisliği, geniş kapsamlı mobilya tasarım sürecinin doğal ve gerekli bir parçasıdır [Kasal, 2004].

Mobilya mukavemet tasarımı ve analizi yeni bir kavramdır. Çoğu ülkede henüz ciddi anlamda uygulanmamaktadır. 1950'lerin ortalarına kadar mobilya; yapısal bir sistem olarak tanımlanması gerçeğine karşın yapısal anlamda analiz edilmemiş olup, mobilya elemanlarının tasarımı matematiksel teorilerin konusu olmamıştır. Bunun yerine eleman ölçülerinin ve birleştirmelerin belirlenmesinde geçmiş deneyimler ve estetik etkili olmuştur. Mobilya tasarımı da bazı özel bilim alanlarını kullanmayı gerektirecek özelliklere sahiptir. Örneğin, yapı statiği, diğer mühendislik yapılarına uygulandığı gibi mobilya mühendislik tasarımına da uygulanabilir [Erdil, 1998].

Genellikle kutu konstrüksiyonlu sistemlere ait birleştirmelerin test edilmesinde “L” ve “T” tipi elemanlar kullanılmaktadır. Sistemin bağlantı yerleri tabla eksenleri doğrultusunda; çekme, eğilme ve makaslama, tabla köşegenleri doğrultusunda ise burulma yüklerinin etkisinde kalmaktadır. Kutu sistemler kullanım esnasında anılan bu dış etki kuvvetlerinin muhtemel etkilerine direnç gösterebilmelidirler. İstenilen mukavemet ve dayanıklılık ihtiyaçlarını karşılayabilecek uygun mobilya tasarımı, mobilya birleştirmelerinde kullanılan bağlayıcıların tutma dirençlerinin yaklaşık değerlerle önceden bilinmesini tahmin etmeyi gerektirmektedir [Efe, 1994].

Kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde genellikle kavelalı, kınışlı, lambalı, vidalı, minifiksli vb. gibi birleştirme teknikleri kullanılmaktadır.

Günümüzde, mutfak, banyo ve ofis-büro gibi mekanlar için üretilen kutu tipi mobilyalar üzerinde yapılan incelemelerde; sistematik olarak ürün mühendisliği yöntemlerinin uygulanmadığı görülmektedir. Ayrıca, piyasada üretilen kutu mobilya ünitelerinin, kullanım yükleri altındaki davranışları hakkında öngörüler yapılabilmesini sağlayacak performans testlerinin de yaygın olarak kullanılmadığı görülmektedir. Bunlarla bağlantılı olarak kutu konstrüksiyonlu mobilyaların performans testlerinin yapılmasını sağlayacak ulusal deney standartları ile kabul

edilebilir tasarım yükleri de belirlenmiş değildir. Türkiye mobilya sektöründe küçük, orta ve büyük ölçekli çok sayıda işletme vardır. Ayrıca Türkiye; genç nüfusu, dinamizmi ve coğrafi konumu sebebiyle öncelikle Avrupa ülkeleri olmak üzere, ilişkili olduğu tüm ülkelere ürünlerini pazarlayabilecek ve ihraç edebilecek potansiyele sahiptir. İstenilen bu durumların gerçekleşebilmesi için, üretilen mobilyalarda istikrarlı bir kalite düzeyinin sağlanması gerekmektedir. Kalite için de; ürün mühendisliği yöntemleri uygulanmalı, performans testleri için metotlar geliştirilmeli, bu testlerin uygulanabileceği laboratuvarlar tesis edilmeli, standartlar oluşturulmalı ve uygulanmalıdır.

Dünya genelinde 1999 yılında odun kökenli levha ürünleri üretimi 160 milyon m³'tür. Bu miktar orman ürünleri sanayinin hacim olarak % 17'sini, değer olarak % 13'ünü oluşturmaktadır [Yeniocak, 2008; Juslin ve Hansen, 2002; Yıldırım ve Akyüz, 2005].

Genel imalat sektöründe % 4 lük bir paya sahip orman ürünlerine olan ihtiyacı karşılayabilmek için kesilen her ağacın %100'e yakınının değerlendirilmesi gerekmektedir. Odunun masif olarak değerlendirilmesinin yanında; yongalı, lifli, tabakalı ağaç malzeme üretim yöntemleri geliştirilerek daha az kusurlu levha üretilmektedir. Bu bağlamda ahşap esaslı levhaların mobilya üretiminde kullanıldıklarında gösterecekleri performanslar belirlenmelidir.

Ahşap esaslı levhalardan üretilen tabla tipi köşe birleştirmelerde malzeme çeşidi ve birleştirme tekniklerinin statik basınç ve çekme yükleri altındaki moment taşıma performanslarına etkileri vardır.

Bu çalışmanın amacı, kutu konstrüksiyonlu mobilya L-tipi köşe birleştirme elemanlarında, malzeme çeşidi ve birleştirme tekniğinin diyagonal basınç ve çekme yükleri altındaki moment taşıma kapasitelerine etkilerinin belirlenmesidir.

Bu çalışmada belirtilen amaçlara ulaşabilmek için izlenen yöntemler sistematik olarak şu şekilde ifade edilebilir:

- Literatür araştırmasının yapılması,
- Deney örneklerinin hazırlanması,
- Deney örneklerinin bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi;
 - Yoğunluğu,
 - Rutubet miktarı,
- L-tipi köşe birleştirme elemanlarının diyagonal statik basınç ve çekme yükleri altındaki moment taşıma kapasitelerinin belirlenmesi,
- Deney sonuçlarının ilgili standart ve literatürle karşılaştırılması
- Sonuçların yorumlanması ve değerlendirilmesi.

2.GENEL BİLGİLER

2.1.Yonga Levha

Odundan elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile karıştırılıp yüksek sıcaklık ve basınç altında preslenmesi ile üretilen geniş yüzeyli levhalardır. Bir kompozit malzeme olan yongalevha presleme yöntemlerine göre; dik yongalı, yatık yongalı, yoğunluklarına göre; hafif, orta yoğunlukta ve ağır, tabaka sayılarına göre; tek tabakalı, üç tabakalı, beş tabakalı ve tabaka sayısı belirsiz, üretimde kullanılan bağlayıcı madde çeşidine göre; sentetik reçineli ve çimentolu, yüzey işlemlerine göre; kaplanmış ve kaplanmamış, yonga geometrisine göre; normal, etiket yongalı, şerit yongalı ve yönlendirilmiş yongalı (oriented structural board = OSB) olmak üzere guruplandırılır. Sınıflandırma da değinildiği gibi, genel amaç yonga levhaları, yatık preslemeli- yatık yongalı ve dikey preslemeli-dik yongalı olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Yatık preslemeli -yatık yongalı yonga levhalann bükülme dirençleri yüksek, ancak; yarıılma dirençleri azdır. Buna karşılık, dikey preslemeli - dik yongalı yonga levhalarının ise, bükülme dirençleri az, yarıılma dirençleri fazladır. Bu özellikler nedeniyle, genel amaçlı yonga levhalann her iki yüzeyine kaplama veya ince levhalar yapıştırılmak suretiyle kullanılması tavsiye edilir [Burdurlu, 1994].

2.2. Lif Levha

Lif levhalar; odun veya lignoselüloz içeren odunlaşmış hammaddelerin liflerinin , doğal yapılaşma veya keçeleşme özelliğinden faydalanarak veya içerisine yapıştırıcılar katarak elde edilen taslağın, yüksek basınç ve sıcaklık altında sıkıştırılması sonucu elde edilen levhalardır. Tanımdan da anlaşılacağı gibi; herhangi bir katkı maddesi ilave etmeden, sadece liflerin adezyon ve doğal yapışma kuvvetinden faydalanılarak lif levha üretilebileceği gibi, orta yoğunlukta lif levhalarda olduğu gibi, içerisine bazı katkı maddeleri ve yapıştırıcı ilavesiyle, farklı özelliklerde lif levha üretilebilmektedir. Lif levhalar; birim hacim ağırlıkları esas

alınarak, üç guruba ayrılır [Burdurlu, 1994].

- Yumuşak lif levhalar

Birim hacim ağırlıkları 350 kg/m^3 e kadar olan lif levhalar

-Orta yoğunlukta lif levhalar

Birim hacim ağırlıkları $350- 800 \text{ kg/m}^3$ arasında olan lif levhalar

-Sert lif levhalar

Birim hacim ağırlıkları 800 kg/m^3 'ten fazla olan lif levhalardır. Lif levha üretiminde kullanılan yöntemler üretimde, yonga ve lif taşımada su kullanılıp kullanılmamasına bağlı olarak üç grupta toplanabilir. Yaş yöntem, kuru yöntem, yarı kuru yöntem [Burdurlu, 1994].

2.3. Yönlendirilmiş Yonga Levha

Yönlendirilmiş yonga levha (OSB) paneller, kütüklerden elde edilen 95 mm boyunda ve 0.65 mm kalınlıkta yonga haline getirilen ve toz ile kirden arındırılan parçalar kurutulduktan sonra birbirine dik olarak su geçirmez bağlayıcılar ve reçinelerle ısı altında preslenmesiyle oluşur. Yüksek dayanıklılık ve esnek özellikleri olan, göz alıcı hoş bir görünüm sağlayan konstrüktif amaçlar ve dekoratif uygulamalar için kullanılan ahşap panellerdir. Üretilen OSB ebatları 244x122 cm, 250x125 cm, kalınlıkları 6, 8,10,11,12,15,18,22,25 ve 30 mm' dir [Burdurlu, 1994].

Teknik özellikleri: Ahşap konstrüksiyonlu yapılar için geliştirilmiştir. Nem izolasyonu ve su geçirmezlik özelliği vardır, dolayısıyla çalışma yapmaz. Vida ve çivi tutma özelliği çok iyidir. Kenar kısımlarında kopma ve kırılma olmaz. Ahşap tutkalları ile yapıştırılabilir. Yangın esnasında, ağaç; malzemeye oranla daha dayanıklıdır [Burdurlu, 1994].

Kullanım alanları: Mobilya imalatında, tavan ve duvar kaplamalarında, taşıyıcı zeminlerde, ara bölme ve duvar yapımında, ambalaj malzemesi olarak, iç dekorasyonda, dorse yapımında, yer döşemesinde, sahne ve spor salonlarında, fayans ve seramik altında, yat-gemi yapımında ve dekorasyonunda kullanılan çok amaçlı ahşap esaslı bir malzemedir [Burdurlu, 1994].

2.4. Kontrplak

Soyma kaplamaların, lif yönleri birbirine dik konumda ve orta katlar dış katlardan daha kalın olmak suretiyle 3,5,7,9 gibi tek sayılı katlar şeklinde yapıştırılması ile, 3-12 mm kalınlıklarda, çalışma sakıncası giderilmiş, istenilen ölçülerde geniş yüzeyli ağaç malzeme şeklinde elde edilen kontrplak, mobilya, doğrama ve ambalaj işlemlerinde yaygın olarak kullanılır. Boyutları genellikle 205x125, 210x130 ve 220x170 cm olup sınıflandırma I, II, III gibi rakam veya A, B, AB, BB, BBB, C gibi harf ile yapılır [Burdurlu, 1994].

2.5. Kağıt Esaslı Reçine Kaplaması veya PVC Yapıştırılmış Levhalar (Suntalam – MDFlam)

Kağıt esaslı reçine kaplaması (Lamine veya tek kat) veya PVC yapıştırılmış levhalar; kraft kağıdı üzerine, fenol, melamin, üre veya akrilik reçine katkılı üre reçinesi emdirerek elde edilen reçine kaplamalarının veya PVC' nin üzerine yapıştırılmasıyla elde edilen levhalardır. Dolayısıyla, yüzeylerine PVC yapıştırılmış levhalar da bu guruba girer [Burdurlu, 1994].

Alt-üst yüzey kaplamaları arasında, levha olarak yonga levha veya orta yoğunlukta lif levha (MDF) kullanılabilir. Levhaların üzerine yapıştırılan yapay reçine kaplaması, kraft kağıdına veya PVC' ye renk ve desen verilip -verilmemesine bağlı olarak düz renk (beyaz,kemik rengi ,siyah ,kırmızı) veya ağaç desenli, mermer desenli veya özgün desenli olabilir. Bu tür levhalar üzerine yapıştırılan reçine

kaplamasının veya PVC'nin görünüş özelliğine göre adlandırılır. Örneğin; beyaz suntalam (MDF Lam), meşe suntalam (MDF Lam) gibi. Bu tür levhaların görünüş olarak, her iki yüzeyi de farklı özelliklerde olanları da vardır. Siparişlerde, bunların, bu özelliklere göre belirtilmesi gerekir. Örneğin; “Beyaz/Beyaz” “Beyaz/Meşe” gibi. Suntalam veya MDF Lam, aynı kalınlıkta yonga levha veya MDF üzerine lamine reçine kaplaması (Laminat) yapıştırarak elde edilen levhadan oldukça ucuza mal olması nedeniyle, üretimi ve satışı oldukça fazladır [Burdurlu, 1994].

3. KAYNAK ÖZETLERİ

Englesson, yeterli miktarda tutkal kullanımının kavala çekme mukavemeti üzerinde etkili bir faktör olduğunu belirtmiştir. Yaptığı deneylerde, yonga levhalarla kavelalı köşe birleştirmeler yapmış; sonucunda, tutkalın hem kavala yüzeylerine hem de kavala deliğine sürülmesinin, sadece kavala deliğine sürülmesine kıyasla birleştirmelerin direncini % 35 arttırdığını belirtmiştir [Englesson, 1973].

Eckelman ve Cassens mobilya yapımında kullanılan bazı odun kompozitlerinin (OSB, MDF ve YL) çeşitli yüzey biçimlerindeki kavelalar ile tutma mukavemetlerini araştırmışlardır. Sonuç olarak fazla miktarda tutkal kullanımının mukavemeti arttırdığını, spiral yivli yüzeyli kavelaların düz yivli kavelalardan daha yüksek mukavemet gösterdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca, yüzeyden kavala tutma mukavemetinin iç yapışma direnci ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir [Eckelman, Cassens, 1985].

Zhang ve Eckelman, yonga levhalar üzerinde tek kavelalı köşe birleştirme elemanlarına yaptıkları basınç ve çekme deneylerinde, kavala çapı ve kavala boyu arttıkça direncin de arttığını tespit etmişlerdir [Zhang ve Eckelman, 1993].

Eckelman (1993), kavala yüzeyi biçiminin birleştirmelerin direnci üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmanın sonuçlarına göre; kavelalı cumba birleştirme çekme deneylerinde, düz ve yivli kavala tipleri için farklı katsayılar önerilmektedir [Eckelman, 1993].

Zhang ve Eckelman (1993) yonga levhadan elde edilen numuneler üzerinde çoklu kavala uygulanması halinde, birleştirmenin maksimum direncin iki kavala arası yaklaşık 75 mm iken elde edildiğini bildirmişlerdir. Birleştirmenin direnci çekme elemanlarında yonga levhanın çekme direnci ile, basınç elemanlarında ise yonga levhayı oluşturan malzemelerin iç yapışma direnci ile ilişkili bulunmuştur [Zhang ve Eckelman, 1993].

Özçifçi yapmış olduğu çalışmada, köşe birleştirmelerden, kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı kınıklı birleştirmenin mukavemet özelliklerini araştırmıştır. Sonuç olarak, kavelalı birleştirmenin en iyi sonucu verdiğini belirtmiştir [Özçifçi, 1995].

Özçifçi ve diğerleri, yonga levhadan hazırlanmış kutu konstrüksiyonlu köşe birleştirmelerinin basınç yükü altındaki mukavemet özelliklerini araştırmışlardır. Sonuçta; kutu mobilya üretiminde kavelalı köşe birleştirmelerinin uygulanması gerektiğini bildirmişlerdir [Özçifçi ve ark., 1996].

Efe, lif levha ve yonga levha ile oluşturulan ‘L’ tipi kavelalı köşe birleştirme numunelerinde sırasıyla 2, 3, 4 ve 5’ li kavela dizilerinin basınç ve çekme dirençlerini araştırmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, lif levhalar, yonga levhalara, 8 mm çaplı kavelalar 10 mm çaplı kavelalara göre daha üstün olduğu belirlenmiştir. Yonga levhalarda yivli yüzeyli, lif levhalarda düz yüzeyli kavelalar daha başarılı bulunmuş, kavela sayısının artmasının çekme direncinde artışa, basınç direncinde ise azalmaya neden olduğu belirlenmiştir [Efe, 1998].

Efe, çam, meşe ve kayın odunları üzerinde 8 mm ve 10 mm çaplı 24 mm, 36 mm ve 48 mm boylarındaki, düz ve yivli kayından hazırlanmış kavelaların çekme dirençlerini belirlemiştir. En iyi sonucun meşe odununda ve 36 mm boyunda 8 mm çapındaki kavelalar ile elde edildiğini bildirmiştir [Efe, 1998].

Efe, kutu mobilya konstrüksiyonunda geniş kullanım alanı bulunan çekme ve basınç yükleri altındaki yabancı çıtalı 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 [Efe, 1999].

Efe ve Kasal, yonga levha ve lif levhadan hazırladıkları kutu konstrüksiyonlu sabit ve demonte köşe birleştirmelerin çekme direnci özelliklerini karşılaştırmışlardır.

Sonuçta, lif levhalar yonga levhalardan, demonte birleştirmelerde sabit birleştirmelerden daha iyi sonuçlar vermişlerdir [Efe ve Kasal, 2000].

Efe ve Kasal (2000), kavelalı, kendinden kınışlı, minifix ve multifix bağlantı elemanları kullanarak hazırlanmış oldukları numuneleri çekme deneylerine tabi tutmuşlardır. Deney örneklerinde yonga levha ve lif levha, kenar masifleme malzemesi olarak doğu kayını, tutkallama işlemlerinde ise polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır. Deney sonuçlarına göre lif levhalar, yonga levhalara tutkalsız birleştirmeler, tutkalı birleştirmelere üstünlük sağlamıştır [Efe ve Kasal, 2000].

Efe ve Kasal, “Tabla Tipi Mobilya Köşe Birleştirmelerde Tutkal Çeşidinin Çekme Direncine Etkileri” isimli çalışmalarında L tipi kavelalı köşe birleştirmelerin çekme dirençlerini karşılaştırmışlardır. Deneyler sonucunda, en iyi yapışmanın polivinilasetat tutkalı ile gerçekleştiğini belirtmişlerdir [Efe ve Kasal, 2000].

Örs ve diğerleri kutu konstrüksiyonlu tutkalsız ve tutkalı vidalı köşe birleştirmelerin çekme dirençlerini karşılaştırmışlardır. Malzeme olarak sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha ve lif levha, vida tipi olarak da 4 x 50 ve 5 x 60 boyutlarındaki vidaları kullanmışlardır. Sonuç olarak, en yüksek çekme direncinin 4 x 50 vida ile lif levhada elde edildiğini bildirmişlerdir [Örs ve ark., 2001].

Mobilya performans testleri, üründe ön görülen fonksiyonları yerine getirip getirmediğini anlamak için uygulanan hızlandırılmış kullanım deneyleri olarak tanımlanabilir [Erdil, 2002].

Efe ve diğerleri, yonga ve lif levhadan hazırlanmış kutu konstrüksiyonlu mobilya kavelalı köşe birleştirmelerde, tutkal çeşidinin basınç direncine etkilerini araştırmışlardır. Deneyler sonucunda; lif levhaların yonga levhalara üstünlük sağladığını, tutkal çeşitleri arasında da polivinilasetat tutkalının en iyi sonucu verdiğini kanıtlamışlardır [Efe ve ark., 2002].

Efe ve Kasal, çeşitli masif ve kompozit ağaç malzemelerin mobilya mühendislik tasarımında gerekli olan bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini, ilgili standartlara göre belirlemişlerdir. Deney örneklerini, masif malzeme olarak Doğu Kayını (*Fagus Orientalis Lipsky*) ve sarıçam (*Pinus Sylvestris Lipsky*), kompozit ağaç malzeme olarak da okume (*Aucoumea klaineana*) kontrplak (OKP), orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) kullanılmışlardır. Deney malzemelerinin, yoğunlukları ve rutubet oranlarını tespit etmişler, ayrıca mekanik özelliklerden çekme, basınç, kesme dirençleri ile eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerini belirlemişlerdir [Efe ve Kasal, 2007].

Efe ve İmirzi, mobilya endüstrisinde sık kullanılan masif ve ahşap esaslı levha levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri ile T-tipi birleştirmelerin performans özelliklerini araştırmıştır. Sonuç olarak malzeme türlerine göre istatistiksel anlamda; kontrplak ve werzalit, MDF ve OSB, sarıçam ve suntalam, yonga levha ve kaplamalı yonga levha çiftleri birbirlerinden farklı çıkmamıştır. Birleştirme tekniğine göre kuvvet taşıma performansı değerleri karşılaştırıldığında ise en yüksek direnci kavelalı birleştirmelerin verdiğini belirtmişlerdir [Efe ve İmirzi, 2007].

Bazı masif ve ahşap esaslı levhaların, kenardan ve yüzeyden kavela tutma performansları araştırılmıştır. Deneylerde ahşap malzemelerden Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) ve sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), ahşap esaslı levhalardan ise okume (*Aucoumea klaineana*) kontrplak (OKP), yonga levha (YL), iki ayrı kalitede OSB1, OSB2, MDF, sentetik reçine emdirilmiş kağıt kaplı yonga levha (YLLAM) ve lif levha (MDFLAM), kavelaların yapıştırılmasında ise polivinilasetat (PVAc) tutkalından yararlanılmıştır. Statik yük altında toplam 1100 numunenin çekme testine alındığı deneylerin sonuçları sayısal formüller haline getirilerek mobilya tasarımcılarının kenardan ve yüzeyden kavela tutma performansını, her bir malzeme çeşidi için kavela çapı ve kavela etkili boyunun fonksiyonu olarak tahmin edebilmeleri amaçlanmıştır. Buna göre, elde edilen formüllerle, kenardan ve

yüzeyden kavela tutma performansının mantıklı bir şekilde tahmin edilebildiği görülmüştür [Kasal, 2007].

Kutu mobilya L-tipi tutkallı vidalı birleştirmelerde vida sayısı ve vida ölçülerinin moment taşıma kapasiteleri üzerindeki etkilerini incelediği çalışmada, diyagonal basınç ve çekme yükleri altında oluşan moment değerlerinin önceden tahmin edilmesini sağlayacak eşitlikler geliştirilmiştir [Kasal, 2008].

4. MALZEME VE YÖNTEM

4.1. Malzeme

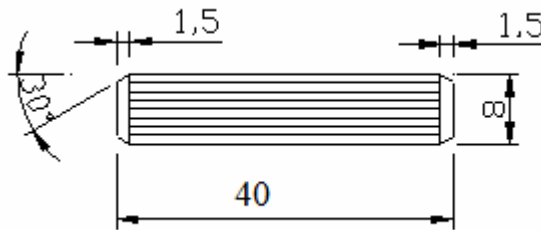
4.1.1. Ağaç malzemeler

Denemelerde ağaç esaslı kompozit malzeme olarak;

- TSE EN 312 standardına göre üretilmiş 18 mm kalınlığındaki yonga levha ve sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha (PB),
- EN 300 standartlarında üretilmiş 18 mm kalınlığında yönlendirilmiş yonga levha (OSB),
- TS 46 esaslarına uygun dokuz katmanlı okume (*Aucoumea klaineana*) tabakalı levha (kontrplak) (OKP)
- TS 64 standartlarına uygun üretilmiş orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve sentetik reçinelerle kaplanmış lif levhalar kullanılmıştır.

4.1.2. Kavela

Kavela, sert ağaçlardan hazırlanan değişik biçim ve boyutlarda, düz ve yivli gövdeli çubuklar olup, denemelerde piyasadan tesadüfi olarak temin edilen TS 4539' da ki esaslara uygun , 8 mm çapında ve 40 mm boyunda, yivli gövdeli doğu kayınından hazırlanan kavelalar kullanılmıştır. (Şekil 4.1).



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

4.1.3. Tutkal (Polivinilasetat)

Deney örneklerinin yapıştırılmasında, mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan ve piyasada montaj tutkalı olarak bilinen polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır.

Montaj işlemlerinde kullanılan polivinilasetat (PVAc) tutkalı en olumlu sonucu 20 °C' de verir. Sıcaklığın artması pres zamanı kısaltır. 10 °C' nin altındaki sıcaklıkta yapıştırma yapmak sakıncalıdır. Pres basıncı yumuşak ağaçlarda 2-3 kg/cm² sert ağaçlarda 5-6 kg/cm² arasında değişir. Montaj tutkalı ile sıkılan iş en az 30 dakika sıkılı kalmalıdır. Süre uzatılırsa tutkalın bağlama gücü artar. Polivinilasetat tutkalının TS 3891'de belirtilen esaslara göre yoğunluğu 1,1 g/cm³ vizkositesi 160-200 cps, pH değeri 5, kül miktarı % 3, masif ağaç malzemenin birleştirilmesinde odun rutubeti % 6-15, presleme süresi; soğuk tutkallamada 20 °C' de 20 dakika, 80 °C' de 2 dakika olarak verilmekte ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar dinlendirilmesi önerilmektedir.

4.2. Yöntem

4.2.1. Deneylerin yapılışı

Yoğunluk ve Rutubet

Yoğunlukların belirlenmesinde, TS-EN 323 (1999) standardında belirtilen esaslara göre 50 x 50 x 18 mm boyutlarında 30 adet deney örneği hazırlanmıştır. Levhalar, TS-EN 326-1 (1999) standardında belirtilen esaslara göre 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan ortamda klimatize edilip, 0.01 gr hassasiyetli terazi ile tartılmıştır. Boyutları ise 0,01 hassasiyetli kumpasla ölçülmüştür. Buna göre, yoğunluk (ρ);

$$\rho = \frac{m}{V} \times 10^6 \quad (4.1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

ρ = Yoğunluk (g/cm^3)

m = Numune ağırlığı (g)

V = Numune hacmi (cm^3)



(a)



(b)

Resim 4.1. Örneklere deney kod numaralarının yazılması (a) ve iklimlendirmeye konulması (b)

Rutubet miktarının belirlenmesinde, TS-EN 322 (1999) standardında belirlenen esaslara göre işlem yapılmıştır. Levhanın rutubet miktarı, her bir levha grubu için 5 adet olmak üzere, toplamda 25 adet, standarda uygun olarak 50 x 50 x 18 mm boyutlarda hazırlanan numuneler üzerinden belirlenmiştir. Numuneler $\pm 0,01$ g duyarlıkta terazi ile tartılmış, etüve konulmuş ve 103 ± 2 °C’ de değişmez kütleye ulaşınca kadar kurutulmuştur. 6 saat ara ile yapılan tartımlarda, birbirini izleyen iki tartım arasındaki kütle farkının, deney parçası kütlelerinin 0,01’inden fazla olmaması durumuna geldiğinde, bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmiştir. Daha sonra numuneler kurutma fırınından çıkarılarak soğutulmuş ve 0,01 g duyarlılıkta terazi ile tartılmıştır. Değerler Eş.4.2’de yerine konarak numunelerin rutubet miktarları bulunmuştur.

$$r = \frac{m_r - m_0}{m_0} \times 100 \quad (4.2)$$

Burada;

m_r = Klimatize edilmiş durumdaki numune kütlesi (g)

m_0 = Tam kuru haldeki numune kütlesi (g)

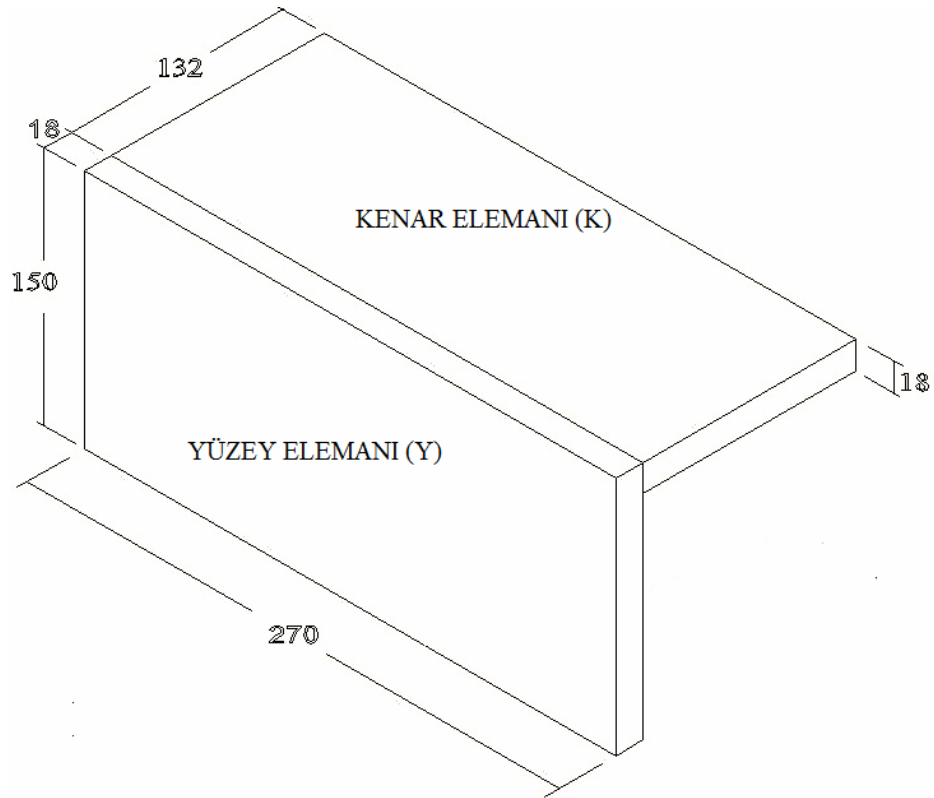


Resim 4.2. Deney örneklerinin etüve konulması.

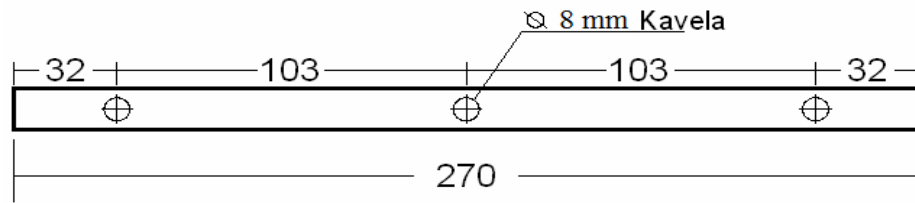
L-tipi köşe birleştirme elemanlarına ait deney örneklerinin hazırlanması

Deney örneklerinin diyagonal çekme ve basınç yükleri altındaki moment taşıma kapasitelerinin belirlenmesi ile ilgili bir standart olmadığından daha önceden yapılmış çalışmalarda deney örneklerinden yararlanılmıştır. (Kasal, 2008).

Her bir deney örneği kenar ve yüzey olmak üzere iki elemandan oluşmaktadır. Kenar elemanı $270 \times 132 \text{ mm}$, yüzey elemanı ise $270 \times 150 \text{ mm}$ ölçülerindedir. Deneylerde “L” biçiminde hazırlanan örneklerin genel görünüşü (a) ve birleştirme arakesit yüzeyleri (b) ölçü olarak Şekil 4.2' deki gibidir.



(a)

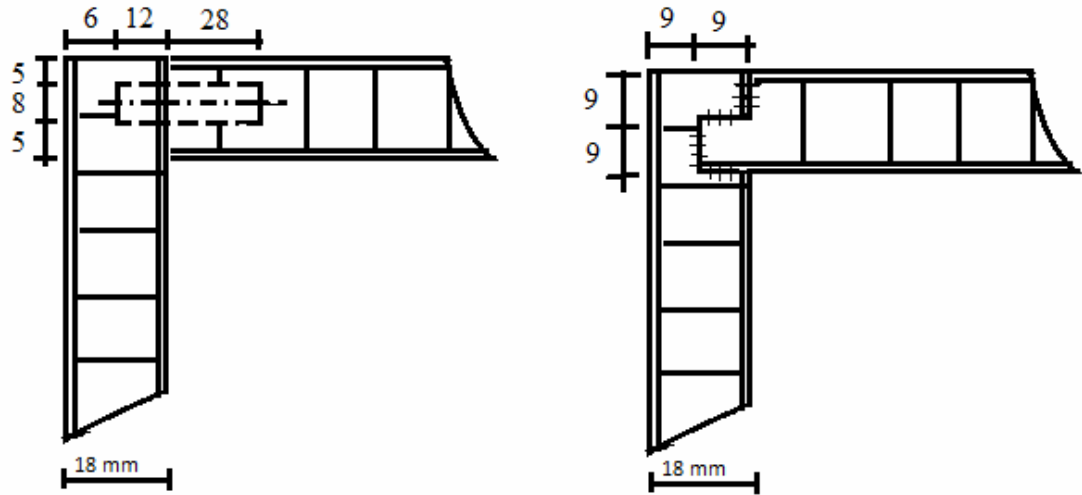


(b)

Şekil 4.2. Deney Örneklerinin genel görünüşü (a) ve (b) birleştirme arakesit yüzeyi

Deney örnekleri net ölçülerine getirilmiştir sonra, deney parçaları (kenar ve yüzey) olmak üzere, erkek - dişi parçalar markalanmıştır. Kavelalı birleştirme şekli uygulanacak deney parçalarına, iki kavela deliği arası 103 mm olacak şekilde delik açma işlemi yapılmıştır. Bu işlem hem erkek hem dişi parçaya tatbik edilmiştir. Daha sonra bu deliklere $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ (PVA) tutkalı sürülmüştür. Parçalara 40 mm boyundaki kavelanın 28 mm'si erkek (K), 12 mm'si dişi (Y)'ye çakılmış ve

preslenmiştir. Yapışma işlemi için belli bir sürenin geçmesi beklenmiştir. Kavelalı deney örnekleri bu şekilde hazırlanmıştır. Lambalı - kınışlı deney örneklerinde ise parçalar, net ölçülerine getirildikten sonra erkek (K) ve dişi (Y) parçalara markalanmıştır. Dişi parçaya kınış açıldıktan sonra erkek parçaya diğer parçaya açılan kınışe uygun lamba açılmıştır. Daha sonra ise yeterli derecede tutkal sürülüp iki parça gönyesinde preslenmiştir. Deney örnekleri 1 saat preslenmiş halde bırakılmıştır. Kavelalı ve lambalı – kınışlı birleştirmelerin detay görünüşleri Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Birleştirme detayları (Ölçüler mm’dir. Ölçek: 1/2)

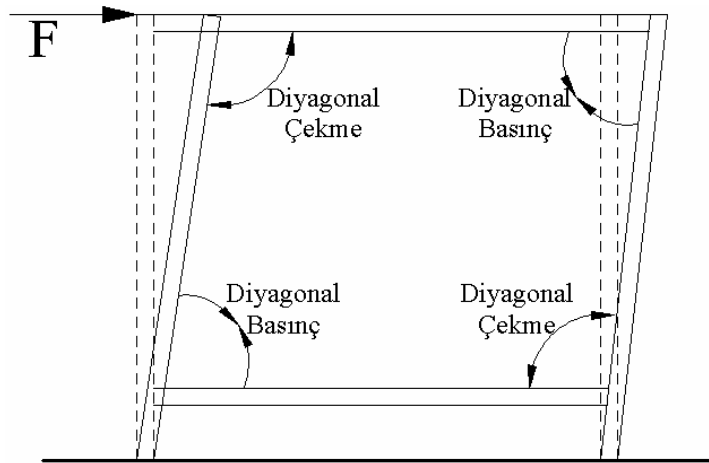
“L” tipi deneylerde, 2 birleştirme tekniği (kavelalı ve lambalı kınışlı), 6 değişik tür ağaç malzeme (yonga levha, suntalam, MDF, MDF Lam, OSB, Kontrtabla,) ve 10 adet yineleme olacak şekilde, diyagonal çekme deneyleri için toplam 120 adet ($2 \times 6 \times 10 = 120$) ve diyagonal basınç deneyleri için toplam 120 adet olmak üzere genel toplamda 240 adet L-tipi deney örneği hazırlanmıştır. “L” tipi birleştirmelere ait deneme deseni Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deneme deseni

DENEY (YÜKLEME) ÇEŞİDİ	BİRLEŞTİRME ÇEŞİDİ	MALZEME ÇEŞİDİ						
		Y.LEVHA	S.LAM	MDF	MDF LAM	OSB	KONTR.	TOPLAM
ÇEKME	KAVELALI	10	10	10	10	10	10	60
	LAMBALI-KİNiŞLİ	10	10	10	10	10	10	60
	TOPLAM	20	20	20	20	20	20	120
BASINÇ	KAVELALI	10	10	10	10	10	10	60
	LAMBALI-KİNiŞLİ	10	10	10	10	10	10	60
	TOPLAM	20	20	20	20	20	20	120
GENEL TOPLAM		40	40	40	40	40	40	240

Deneylerin Yapılışı

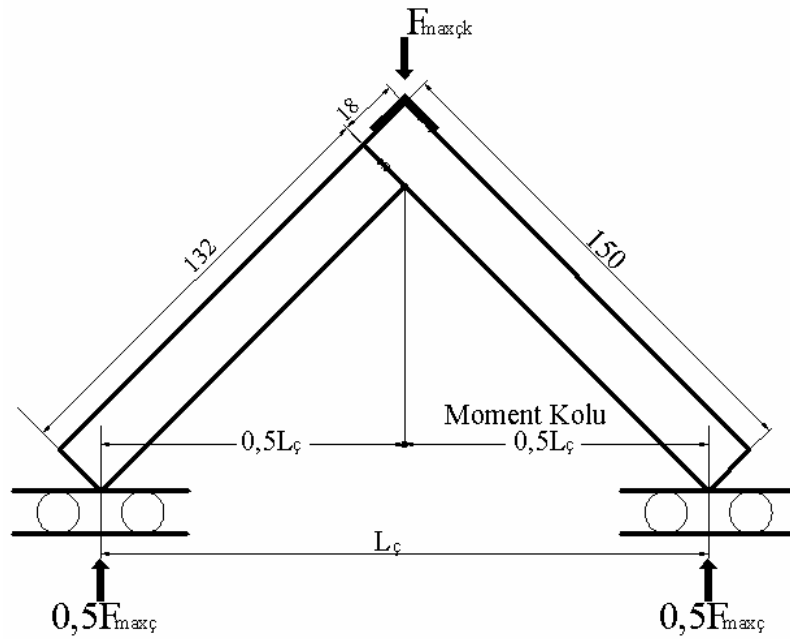
Kutu konstrüksiyonlu mobilyalarda meydana gelen mekanik zorlanmalarda, zorlayıcı diyagonal kuvvetler, kutu mobilya sisteminin düğüm noktalarını birbirine doğru kapatmaya (diyagonal basınç) ve dışa doğru açmaya (diyagonal çekme) çalışmaktadır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Kutu mobilya sistemlerinde zorlayıcı kuvvetlerin düğüm noktalarına etkisi

Deneyler, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Test Laboratuvarındaki, 4 tonluk Üniversal Test Cihazında basınç,

kolonunda 2 mm/dk hız sağlanan statik yüklemelerle yapılmıştır. Moment kolları dik üçgen bağlantısından yararlanılarak çekme için $L_{\text{ç}} = 0,08061\text{m}$, basınç için $L_b = 0,0933\text{m}$ olarak hesaplanmıştır. Birleştirmelerin performansı, deney yükleri ve koşulları altında taşınan momentler olarak alınmış ve her bir örnek tarafından diyagonal çekme ve basınç yükleri altında taşınan momentler hesaplanmıştır. Diyagonal çekme deneyinde yükleme şekli ve deney düzeneği Şekil 4.5’ de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Diyagonal çekme deneyi düzeneği (Ölçüler mm’dir. Ölçek: 1/2)

Diyagonal çekme deneylerinde birleştirme tarafından taşınan moment ($M_{\text{ç}}$) Eş.4.3 ile hesaplanmıştır.

$$M_{\text{ç}} = 0,5F_{\text{maxçk}} \times 0,5L_{\text{ç}} \quad (\text{Nm}) \quad (4.3)$$

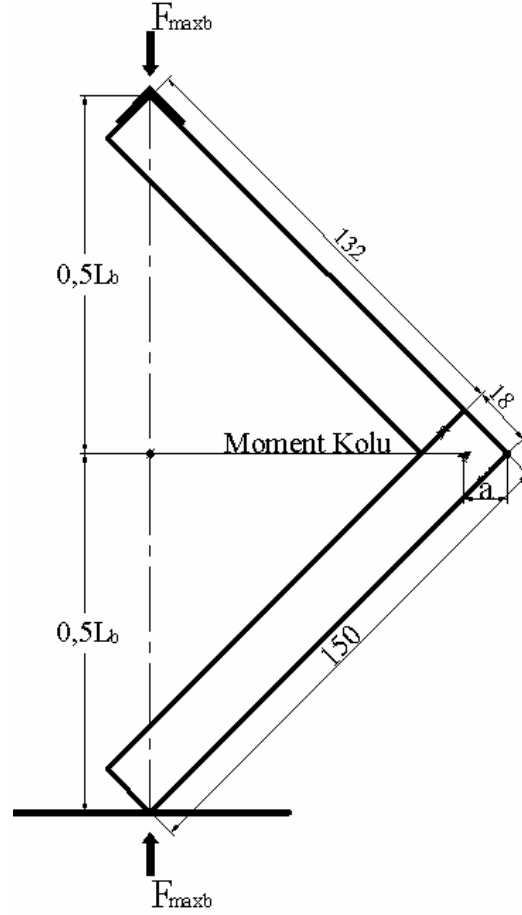
Burada;

$M_{\text{ç}}$ = Çekme yükü altında taşınan moment (Nm)

$F_{\text{maxçk}}$ = Göçme anındaki maksimum kuvvet (N)

$L_{\text{ç}}$ = Moment kolu (80,61 mm) (m)

Diyagonal basınç deneyinde yükleme şekli ve deney düzeneği Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Diyagonal basınç deneyi düzeneği (Ölçüler mm'dir. Ölçek: 1/2)

Diyagonal basınç deneylerinde moment (M_c), Eş. 4.4. ile hesaplanmıştır.

$$M_b = F_{maxb} \cdot x \left[\sqrt{(150)^2 - (0,5L_b)^2} - a \right] \text{ (N-m)} \quad (4.4)$$

Burada;

M_b = Basınç yükü altında taşınan moment (Nm)

F_{maxb} = Göçme anındaki maksimum kuvvet (N)

L_b = Moment kolu (93,34 mm).

$a = 12,73 \text{ mm}$ 'dir.

4.3. İstatistiksel değerlendirme

Basınç ve çekme yükleri altında taşınan moment kapasitelerinde, malzeme çeşidi ve birleştirme tekniğinin etkilerini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Varyans kaynaklarının karşılıklı etkileşimlerinin anlamlı çıkması halinde ($\alpha \leq 0.05$), farklılıklarının hangi birleştirme tekniği ve malzeme çeşidi için önemli olduğu LSD (en küçük önemli fark) testi ile belirlenmiştir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

5.1. Deformasyon Karakteristikleri

Deney (basınç) esnasında, yonga levha ve sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha kavelalı birleştirme şeklindeki örneklerde genellikle kavelanın dışı parçasının cumbasını yararak çıkmaya çalıştığı gözlemlenmiştir. Lif levha ve sentetik reçinelerle kaplanmış lif levha örnekleride kavela, örneklerin orta katmanını zorlamış ve orta katmanda yarılmalar gözlenmiştir. Kontraplak örneğinde ise kavelalardan ziyade yapışma yüzeyinde zorlanmalar ve kırılmalar gözlenmiştir.

Deney (basınç) esnasında, yonga levha, sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha, lambalı-kinişli birleştirme şeklindeki örneklerde genellikle kiniş (dışı)' li parçaların yapışma yüzeyi ve orta katmanlarında kırılma gözlenmiştir. Lif levha ve sentetik reçinelerle kaplanmış lif levha örneklerinde, kinişli (dışı) parçada orta katmanda yarıma, bazende kırılma gözlenmiştir. Kontraplak örneğinde lambanın yapışma yüzeyinde ayrılmalar gözlenmiştir.

Deney (çekme) esnasında, yonga levha ve sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha kavelalı birleştirme şeklindeki örneklerde genellikle yapışma yüzeylerinde ayrılmalar ve kavela yapışma yüzeyinde kopmalar gözlemlenmiştir. Lif levha ve sentetik reçinelerle kaplanmış lif levha örneklerinde kavela yapışma yüzeylerinde kopmalar ve orta katmanda yarılmalar gözlenmiştir. Kontraplak örneğinde ise kavelalardan ziyade yapışma yüzeyinde zorlanmalar ve sesli kırılmalar gözlenmiştir.

Deney (basınç) esnasında, yonga levha sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha lambalı-kinişli birleştirme şeklinde ki örneklerde genellikle kiniş (dışı)' li parçaların yapışma yüzeyi ve orta katmanlarında kırılma gözlenmiştir. Lif levha ve sentetik reçinelerle kaplanmış lif levha örneklerinde, kinişli (dışı) parçada orta katmanda kırılma gözlenmiştir. Kontraplak örneğinde ise lambanın yapışma yüzeyinde ayrılmalar ve sesli kırılmalar gözlenmiştir.

5.2. Yoğunluk ve Rutubet

Deney malzemelerinin yoğunluk ve rutubetine ilişkin genel istatistik değerleri Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Yoğunluk (gr/cm^3) ve Rutubet değerlerine ait genel istatistik.

Ahşap Esaslı Levhalar	Rutubet Oranı (%)		Tam Kuru Yoğunluk (gr/cm^3)		Yoğunluk (gr/cm^3)*	
	X_{ort}	v (%)	X_{ort}	v (%)	X_{ort}	v (%)
YL	6,78	1,57	0,45	3,11	0,57	2,67
YLLAM	6,57	1,02	0,57	1,23	0,65	1,40
OSB	5,83	1,44	0,51	3,30	0,55	3,12
MDF	6,11	0,85	0,71	1,15	0,75	0,83
MDF LAM	5,90	1,20	0,77	0,75	0,79	0,69
OKP	5,97	1,37	0,67	2,30	0,69	2,95

X_{ort} : Ortalama değer v (%) : Varyasyon katsayısı * : Test anındaki mevcut rutubetteki yoğunluktur.

5.3. Diyagonal Basınç

Basınç yükü altında taşınan moment ortalama değerleri Çizelge 5.2’de, bunlara ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları ise Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Basınç yükü altındaki momentler (Nm)

Birleştirme Tekniği	Malzeme Çeşidi	Xmin	Xmax	Xort	Std sapma
Kinişli Lambalı	OSB	20.15	28.21	24.18	2.69
	MDF	40.3	56.42	46.35	5.78
	YL.	32.24	40.3	37.48	2.72
	YLLAM	24.18	36.27	30.63	3.89
	MDFLAM	32.24	44.33	35.87	4.82
	OKP	56.73	100.7	83.86	12.78
Kavelalı	OSB	20.15	32.24	25.90	4.19
	MDF	44.33	56.42	50.38	3.92
	YL.	20.15	28.21	22.29	2.97
	YLLAM	24.18	40.3	30.63	4.33
	MDFLAM	32.24	40.3	36.27	3.29
	OKP	54.48	88.67	71.14	9.68

Çizelge 5.3. Kavelalı, lambalı-kinişli birleştirme tekniği ve malzeme çeşidinin basınç yükü altındaki momentlere etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Hata İhtimali
Birleşme Tipi	1	414.248	414.248	11.7079	0.0009*
Malzeme Çeşidi	5	38045.627	7609.125	215.0567	0.0000*
Birleşme Tipi X Malzeme Çeşidi	5	1726.988	345.398	9.7620	0.0000*
Hata	108	3821.251	35.382		
Toplam	119	44008.115			

*0.05'e göre anlamlı

Basınç yükü altındaki momentlerde, malzeme çeşidi dikkate alınarak, birleştirme tekniğine ait karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.4.'te verilmiştir.

Çizelge 5.4. Birleştirme tekniğine göre karşılaştırma sonuçları

Birleştirme Tekniği	Moment (Nm)	
	(X)	HG
Lambalı - kınışlı	43.06	A
Kavelalı	39.34	B

LSD ± 2.15

Birleştirme tekniğine göre yapılan karşılaştırmada, en iyi moment taşıma performansını lambalı - kınışlı birleştirme vermiştir.

Basınç yükü altında taşınan momentlere göre, birleştirme tekniği dikkate alınarak, malzeme çeşidine ait karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.5’ te verilmiştir.

Çizelge 5.5. Malzeme çeşidine göre karşılaştırma sonuçları

Malzeme Çeşidi	Moment (Nm)	
	(X)	HG
OSB	25.04	E
MDF	48.36	B
YL	29.62	D
YLLAM	30.63	D
MDF LAM	36.07	C
OKP	77.50	A

LSD ± 3.725

Malzeme çeşidine göre en iyi sonuç sırası ile, Okume, kontraplak MDF, MDF lam , yonga levha, suntalam ve OSB olarak sonuçlanmıştır.

Basınç deneylerinden elde edilen sonuçlara göre hesaplanan momentlere göre, malzeme çeşidi- birleştirme çeşidi ikili karşılaştırmasına ait sonuçlar Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Malzeme çeşidi-birleştirme çeşidi ikili karşılaştırma sonuçları (Nm)

Moment (Nm)												
Birleştirme Çeşidi	Malzeme Çeşidi											
	OSB		MDF		YL.		YLLAM		MDF LAM		OKP	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
Lambalı Kinişli	24.18	G	46.35	C	37.48	D	30.63	EF	35.87	DE	83.86	A
Kavelalı	25.90	FG	50.38	C	21.76	G	30.63	EF	36.27	D	71.14	B

LSD ± 5.267

Basınç deneyinde, malzeme çeşidi - birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin karşılaştırmada, en iyi sonucu; lambalı - kinişli ve kavelalı birleştirme üzerinde OKP vermiştir. En kötü sonucu ise kavelalı ve lambalı – kinişli birleştirme üzerinde OSB malzemesi vermiştir.

5.4. Diyagonal Çekme

6 malzeme çeşidi ve 2 birleştirme tekniği üzerinde yapılan çekme deneylerinde taşınan momentlere ait ortalama değerler Çizelge 5.7' de, bunlara ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 5.8' de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Çekme yükü altındaki momentler (Nm)

Birleştirme Tekniği	Malzeme Çeşidi	Xmin	Xmax	Xort	Std sapma
Kinişli Lambalı	OSB	16.34	28.02	21.24	3.88
	MDF	42.03	79.39	55.57	14.34
	YL.	37.36	42.03	38.76	2.26
	YLLAM	37.36	46.7	39.23	3.27
	MDF LAM	14.01	37.36	23.82	9.46
	OKP	93.4	116.7	102.72	9.82
Kavelalı	OSB	42.03	51.37	46.23	2.65
	MDF	70.05	102.7	84.29	11.13
	YL.	51.37	60.71	55.57	3.45
	YLLAM	56.04	70.05	59.78	5.30
	MDFLAM	56.04	70.05	61.64	4.29
	OKP	107.4	130.7	115.30	8.24

Çizelge 5.8. Kavelalı, lambalı-kinişli birleştirme tekniği ve malzeme çeşidinin çekme yükü altındaki momentlerine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F	Hata İhtimali
Birleşme Tekniği	1	16134.211	16134.211	314.0531	0.0000*
Malzeme Çeşidi	5	77335.004	15467.001	301.0659	0.0000*
Birleşme Tekniği X Malzeme Çeşidi	5	1863.347	372.669	7.2540	0.0000*
Hata	108	5548.407	53.374		
Toplam	109	100880.97			

*0.05'e göre anlamlı

Çekme yükü altında taşınana momentler için, birleştirme tekniğine ilişkin karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Birleştirme tekniğine göre karşılaştırma sonuçları

Birleştirme Tekniği	Moment (Nm)	
	(X)	HG
Lambalı – Kınışlı	47.51	B
Kavelalı	70.70	A

LSD ± 2.591

Birleştirme tekniğine göre en iyi sonucu kavelalı birleştirme vermiştir. Çekme deneylerinden elde edilen sonuçlar ile hesaplanan momentlere göre, malzeme çeşidine ait karşılaştırma sonuçları Çizelge 5.10’ da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Malzeme çeşidine göre karşılaştırma sonuçları

MALZEME ÇEŞİDİ	MOMENT(Nm)	
	(X)	HG
OSB	33.74	E
MDF	70.63	B
YL	47.40	CD
YLLAM	49.50	C
MDFLAM	43.20	D
OKP	110.2	A

LSD ± 4.488

Malzeme çeşidine göre en iyi sonuç sırası ile OKP, MDF, YLLAM, YL, MDFLAM ve OSB şeklinde oluşmuştur.

Çekme yükü altında taşınan momentler dikkate alınarak, malzeme çeşidi–birleştirme

tekniki ikili karşılaştırmasına ait sonuçlar izelge 5.11’de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Malzeme eşidi– birleştime çeşidi ikili etkileşimine ilişkin karşılaştırma sonuçları

Moment (Nm)												
Birleştirme eşidi	Malzeme eşidi											
	OSB		MDF		YL.		YLLAM		MDF LAM		OKP	
	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG	(X)	HG
Lambalı Kinişli	21.24	G	56.97	D	38.76	F	39.23	F	24.75	G	104.1	B
Kavelalı	46.23	E	84.29	C	56.04	D	59.78	D	61.64	D	116.2	A

LSD ± 6.347

Çekme deneyinde taşınana momentlere gore; malzeme çeşidi - birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin karşılaştırmada en iyi sonucu kavelalı birleştirme üzerinde kontraplak (OKP) vermiştir. En kötü sonucu ise lambalı kinişli birleştirme üzerinde OSB ve MDF lam malzemesi vermiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ahşap esaslı malzemelerden yapılmış tabla tipi köşe birleştirmelerde malzeme çeşidi ve birleştirme tekniğinin diyagonal çekme ve basınç direncine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bu çalışmada birleşme tipleri, kullanılan malzeme çeşidine göre farklılık göstermiştir.

Çekme ve basınç deneylerinden elde edilen veriler için yapılan varyans analizi sonuçlarında, birleştirme tipinin malzeme çeşidine etkisi 0.05 hata olasılığı ile anlamlı çıkmıştır.

Basınç zorlamasında kavelaların malzemelerden zorlayıp çıkmasına karşın, kinişli birleştirmelerde zorlamanın köşe boyunca yayılması bu tip birleştirmenin başarısını sağladığı düşünülebilir.

Basınç deneylerinde malzeme çeşidi- birleşme tipi ikili karşılaştırmasında, en iyi sonucu; lambalı-kinişli birleştirme üzerinde kontraplak vermiştir. Basınç direncine maruz kalan köşe birleştirmelerde, bu malzeme çeşidinin (kontraplak) ve birleştirme tekniğinin kullanılması tavsiye edilebilir.

Çekme deneyinde, malzeme çeşidi - birleştirme çeşidi ikili karşılaştırmasında, en iyi sonucu; kavelalı birleştirmede kontraplak vermiştir. Çekme direncine maruz kalan tablalı köşe birleştirmelerde bu malzeme çeşidinin (kontraplak) ve birleştirme tekniğinin kullanılması tavsiye edilebilir.

Basma yüklemesinde malzemelerden sıyrılarak göçmeye, gereği kadar direnemeyen kavela çubuklarının bu defa eksenleri doğrultusunda direnerek köşe birleştirmenin göçmesini geciktirdiği ifade edilebilir.

Ahşap esaslı malzemeden yapılmış tabla köşe birleştirmede malzeme çeşidi olarak yüksek direnç; gösterenler şöyle sıralanmıştır. Basınç direncine göre sonuçlar; Okume, kontraplak, MDF, MDF lam, Y. Levha, suntalam, OSB şeklinde çıkmıştır. Bunun sebebi malzemelerin yoğunluğu, geçirgenliği, homojenliğinin daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Mobilya endüstrisinde, masif ağaca alternatif olarak üretilen ahşap esaslı malzemelerin kullanıldığı tablalı köşe birleştirmelerdeki verimliliği, sağlamlığı, zorlanmalara karşı mukavemetinin belirlenmesi faydalı olacaktır. Bu sayede sayısal veriler elde edilerek, masif ağaca en yakın malzeme kullanılmasında tercih sıralaması üreticiye sunulmuş olacaktır.

KAYNAKLAR

Burdurlu, E., “Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknolojisi”, *Bizim Büro Basımevi*, Ankara, 322 (1994).

Englessen, T., “Summary of the Investigations of Several Particleboards in the Swedish Forest Products Research Laboratory” Unnumbered Publication, *Swedish Forest Products Laboratory*, Stockholm, 35-38 (1973).

Eckelman, C., A., Cassens, D.,L., “Withdrawal Strength of Dowels from Wood Composites”, *Forest Product Journal*, 35(5): 55-60 (1985).

Efe, H., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Boy Birleştirmelerinde Farklı Kavela Türlerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, *Politeknik Dergisi*, 1 (1-2): 41-54 (1998).

Efe, H., “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyada Sabit (Yabancı Çıtalı) ve Demonte (Trapez) Köşe Birleştirmelerin Çekme ve Basma Dirençleri”, *Politeknik Dergisi*, 2(4): 43-51 (1999).

Efe, H., İmirzi, H., Ö., “Mobilya Üretiminde Kullanılan Çeşitli Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri”, *Politeknik Dergisi*, 10(1): 93-103 (2007).

Efe, H., Kasal, A., Gürleyen, L., “Çeşitli Tutkallarla Yapıştırılmış Kutu Konstrüksiyonlu Kavelalı Köşe Birleştirmelerin Basınç Direnci”, *G.Ü., Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10: 39-57 (2002).

Efe, H., Kasal, A., “Çeşitli Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi”, *Politeknik Dergisi*, 10(3): 303–311 (2007).

Efe, H., ve Kasal, A., “Tabla Tipi Kavelalı Köşe Birleştirmelerde Tutkal Çeşidinin Çekme Direncine Etkileri”, *Politeknik Dergisi*, 3(4): 67- 72 (2000).

Efe, H., ve Kasal, A., “Tabla Tipi Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Eğilme Direnci Özellikleri”, *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, Teknoloji Dergisi*, 3(4): 33 – 45 (2000).

Efe, H., Kasal, A., Tabla Tipi Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Eğilme Direnci Özellikleri, *Teknoloji Dergisi*, 4(4): 33-45 (2000a).

Efe, H., Kasal, A., “Kutu Konstrüksiyonlu Sabit ve Demonte Mobilya Köşe Birleştirmelerde Çekme Direnci”, *Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (8): 61-74, Ankara, (2000c).

Efe, H., “Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, Doktora Tezi, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 171 (1994).

Erdil, Y., Z., “Strength Analysis and Design of Joints of Furniture Frames Constructed of Plywood and Oriented Strand-Board”, Master of Science, **Purdue University Graduate School**, West Lafayette, Indiana, 1-20 (1998).

Erdil, Y., Z., Zhang, J., L., Eckelman, C., A., “Holding Strength of Screws In Plywood and Oriented Strandboard”, **Forest Products Journal**, 52(6): 55-62 (2002).

Kasal, A., “Effect of The Number of The Screws and Scriw Size on Moment Capacity of Furniture Corner Joints in Case Construction”, **Forest Product Journal**, 58(6): 36-44 (2008).

Kasal, A., “Bazı Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerin Kavela Tutma Performanslarının Belirlenmesi”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.**, 22(3): 387-397 (2007).

Örs, Y., Efe, H., Kasal, A., “Kutu konstrüksiyonlu Vidalı Köşe Birleştirmelerin Çekme Direnci”, **Politeknik Dergisi**, 4(4): 1-9 (2001).

Özçifçi, A., “Yonga Levha İle Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerine Ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 56 (1995).

Özçifçi, 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).

TS-EN 322, “Ahşap Levhalar, Rutubet Miktarının Tayini”, **TSE**, Ankara, 5 (1999).

TS-EN 323, “Ahşap Yonga Levhalar, Özgül Kütlenin tayin edilmesi”, **TSE**, Ankara, 6 (1999).

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).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : DANACI, Ertan
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 1972 MERSİN
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0533 760 60 84
 Faks : ...
 e-mail : ertandanaciprosis@hotmail.com

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi / Mobilya ve Dekorasyon Eğt.	Devam
Lisans	Gazi Üniversitesi / Mobilya ve Dekorasyon Eğt.	1993
Lise		

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
-----	-----	-------

Yabancı Dil

Hobiler