



**AHŞAP ESASLI LEVHALARDA KÖŞE  
BİRLEŞTİRME TİPİ ve TUTKAL  
ÇEŞİDİNİN DİYAGONAL BASMA ve  
ÇEKME DİRENCİNE ETKİLERİ**

**Hasan Hüseyin TAŞ**

**Yüksek Lisans Tezi  
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
ISPARTA 2000**

**T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AHŞAP ESASLI LEVHALARDA KÖŞE  
BİRLEŞTİRME TİPİ ve TUTKAL  
ÇEŞİDİNİN DİYAGONAL BASMA ve  
ÇEKME DİRENCİNE ETKİLERİ**

**HASAN HÜSEYİN TAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

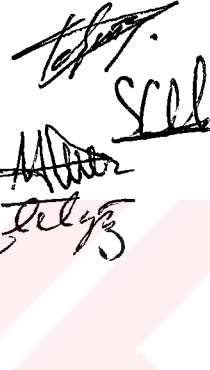
**ISPARTA, 2000**

95142

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma jürimiz tarafından YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. M. Arslan TEKİNSOY  
Üye : Prof. Dr. Süleyman KODAL (Danışman )  
Üye : Doç. Dr. Mustafa ALTINOK (II. Danışman)  
Üye : Yrd. Doç. Dr. Hanifi TOKGÖZ  
Üye : Yrd. Doç. Dr. Celalettin BAŞYİĞİT



ONAY

Bu tez 30/06/2000 tarihinde Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından kabul edilmiştir.

30/06/2000

  
S.D.Ü. FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

**İÇİNDEKİLER**

<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>i</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>v</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR ÖZETİ</b> .....	<b>3</b>
<b>3. MATERYAL ve METOD</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1. Deney Materyali</b> .....	<b>4</b>
<b>3.1.1. Yonga Levhaların Hammaddeleri, Özellikleri ve Kullanım Alanları</b> ....	<b>4</b>
<b>3.1.2. Suni Reçine Plakası ile Kaplanmış Levha-Suntalamın Özellikleri ve Kullanım Alanları</b> .....	<b>6</b>
<b>3.1.3. Orta Yoğunluklu Lif Levha (MDF)'nin Özellikleri ve Kullanım Alanları</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2. Yapıştırıcı Maddeler</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2.1. Polivinilasetat PVA Yapıştırıcı Tutkalları</b> .....	<b>13</b>
<b>3.2.2. Polimerin Yapıştırıcı Tutkalı</b> .....	<b>13</b>
<b>3.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3.1. Kavelalı Geçme İçin Deney Örneklerinin Hazırlanması</b> .....	<b>15</b>
<b>3.3.2. Yabancı Çıtalı Birleştirme İçin Deney Örneklerinin Hazırlanması</b> ...	<b>17</b>
<b>3.3.3. Lambalı Birleştirme İçin Deney Örneklerinin Hazırlanması</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4. Deney metodu</b> .....	<b>19</b>
<b>3.5. Teorik Esaslar</b> .....	<b>22</b>
<b>3.5.1. Kavelalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Basma Analizi</b> .....	<b>24</b>
<b>3.5.2. Kavelalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Çekme Analizi</b> .....	<b>26</b>
<b>3.5.3. Yabancı Çıtalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Basma Analizi</b> .....	<b>27</b>
<b>3.5.4. Yabancı Çıtalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Çekme Analizi</b> .....	<b>29</b>
<b>3.5.5. Lambalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Basma Analizi</b> .....	<b>30</b>
<b>3.5.6. Lambalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Çekme Analizi</b> .....	<b>31</b>

<b>3.6. İstatistik Değerlendirme.....</b>	<b>32</b>
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>33</b>
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>45</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>46</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>48</b>



## ÖZET

Kutu mobilya konstrüksiyonlarındaki köşe birleştirmeler, kullanım durumlarına göre belli yüklere maruz kalırlar. Bu nedenle kutu mobilya konstrüksiyonlarındaki birleştirmelerin mukavemetleri; kullanılan malzemeye, köşe birleştirme tipine ve yapıştırıcı çeşidine göre değişiklik gösterdiği gibi zorlama yönüne göre de değişiklik göstermektedir.

Bu çalışmada, kutu mobilya konstrüksiyonlarında kullanılan birleştirme türlerinin ve tutkal çeşidinin yanısıra, köşe birleşmelerine diyagonal basma ve çekme yönündeki kuvvetlerin köşe birleşmeleri dayanımına olan etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla ahşap esaslı üç değişik levha (yonga levha, MDF ve sunta lam), üç değişik birleştirme türü (kavelalı, yabancı çıtalı ve lambalı), iki değişik tutkal (PVA ve polimerin) seçilerek, deney numuneleri hazırlanmış ve diyagonal basma ve çekme deneyleri yapılmıştır. Basma deneylerinde levha malzeme cinsi x birleştirme türü x tutkal çeşidi grupları arasında fark olmadığı, çekme deneylerinde ise en iyi birleştirmenin, yonga levhada kavelalı birleştirme tipi ile PVA tutkalının kullanılmasıyla elde edildiği görülmüştür.

Kutu mobilya konstrüksiyonları aynı anda hem basma hem de çekme gerilmelerine maruz kaldığından, bu konstrüksiyonlarda yonga levhada, kavelalı birleştirme tipi ile PVA tutkalının kullanılması önerilmektedir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Ahşap Levha, Köşe Birleşmesi, Basma ve Çekme Dayanımı

## ABSTRACT

Corner connections in the construction of case furniture are exposed to certain loads according to the usage examples. For this reason, the strength of connections in the construction of case furniture is shown various changes not only according to the usage of materials, the type of corner connections and the kinds of glue but also the application of force direction.

In this study, the effects of the corner connection types and kinds of glue on the strength of diagonal pressure and pull stress in the construction of case furnitures have been investigated. For this purpose, wooden based three various slab (shaving panel, MDF and laminated sheet) three various connection type ( treenail, alien lath and rabbet) and two kinds of glue are selected, and experimental samples have been prepared, and diagonal press and pull experiments have been done.

In press experiments, there were no differences among the group of the slab material types x connection type x glue types. However, in pull experiments the best connection types for shaving panel was obtained by treenail.

Connection type with the of usage of PVA glue to exposure of press and pull stress at the same time. In the construction of case furniture, it is recommended to use the type treenail connection and PVA glue.

**KEYWORD:** Wooden Plate, Corner Connection, Press and Pull Stress

## TEŞEKKÜR

Çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam, Prof. Dr. Süleyman KODAL ve Doç. Dr. Mustafa ALTINOK, Bölüm Başkanım Yrd. Doç Dr. Celalettin BAŐYIĐİT ile yardım ve destekleri için Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü Akademik ve İdari personeline, çevirilerde yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Mustafa Reřit USAL, Yrd. Doç. Dr. Abdullah KADAYIFCI, Yrd. Doç. Dr. Akif KUTLU ve Yrd. Doç. Dr. Hakan ÇALIŐ'a teşekkür ederim. Ayrıca tezimin yazılması ve düzenlenmesinde yardımcı olan Arř. Gör. Osman ÇANKIRAN' a teşekkür ederim.





**ŞEKİLLER DİZİNİ****sayfa**

Şekil 3.1. Deney örnekleri .....	15
Şekil 3.2. Kavelalı birleştirmede deliklerin markalanması (K= Yonga levha kalınlığı=19 mm, K/2=9,5 mm) .....	16
Şekil 3.3. Kavelalı birleştirmenin perspektif ve detay görünüşü.....	16
Şekil 3.4. Yabancı çatalı birleştirme için markalama.....	17
Şekil 3.5. Yabancı çatalı birleştirme perspektif ve detay görünüşü .....	17
Şekil 3.6. Lambalı birleştirme için markalama .....	18
Şekil 3.7. Lambalı birleştirme perspektif ve detay görünüşü.....	18
Şekil 3.8. Kutu birleşme yerlerinde meydana gelen mekanik zorlamalar.....	19
Şekil 3.9. Diyagonal basma ve çekme deneyleri .....	20
Şekil 3.10. Basma testinin uygulanışı.....	21
Şekil 3.11. Çekme testinin uygulanışı.....	21
Şekil 3.12. Diyagonal basma ve çekme deney örneklerinde kuvvet kolu ( $L_b$ , $L_ç$ ) ve dönme noktaları (c) .....	22
Şekil 3.13. Kavelalı köşe birleştirmede diyagonal basma .....	24
Şekil 3.14. Kavelalı köşe birleştirmede çekme.....	26
Şekil 3.15. Yabancı çatalı köşe birleştirmede diyagonal basma.....	27
Şekil 3.16. Yabancı çatalı köşe birleştirmede diyagonal çekme .....	29
Şekil 3.17. Lambalı köşe birleştirmede diyagonal basınç .....	30
Şekil 3.18. Lambalı köşe birleştirmede diyagonal çekme .....	32
Şekil 4.1. Tutkal çeşitlerinin basma dayanımları .....	37
Şekil 4.2. Levha cinsinin basma dayanımları .....	38
Şekil 4.3. Birleştirme tipinin basma dayanımları.....	38
Şekil 4.4. Tutkal çeşidi + birleştirme tipinin basma dayanımları .....	39
Şekil 4.5. Levha cinsi+Birleştirme tipinin basma dayanımları.....	40
Şekil 4.6. Tutkal çeşidinin çekme dayanımları .....	41
Şekil 4.7. Levha cinsinin çekme dayanımları .....	42
Şekil 4.8. Birleştirme tipi çekme dayanımları .....	42
Şekil 4.9. Tutkal çeşidi + birleştirme tipi çekme dayanımları.....	43
Şekil 4.10. Levha cinsi + Birleştirme tipi çekme dayanımları.....	44
Şekil 4.11. Tutkal çeşidi+Levha cinsi+Birleştirme tipi çekme dayanımları .....	44

**ÇİZELGELER DİZİNİ****sayfa**

Çizelge 3.1. Yonga levhaların eğilme, suda levha yüzeyine dik çekme ile 2 saat suda yatırıldıktan sonra kalınlığına şişme oranı değerleri ve rutubet miktarı (TSE 180).....	7
Çizelge 3.2. Üre-formaldehit tutkallı MDF'nin fiziksel ve mekanik özellikleri.....	11
Çizelge 3.3. Deney örneklerinin özellikleri, miktarı ve ölçüleri .....	14
Çizelge 4.1. PVA tutkallı deney örneklerinden elde edilen diyagonal basma dayanımı değerleri (N/mm <sup>2</sup> ) .....	33
Çizelge 4.2. Polimarin tutkallı deney örneklerinden elde edilen diyagonal basma dayanımı değerleri (N/mm <sup>2</sup> ) .....	34
Çizelge 4.3. PVA tutkallı deney örneklerinden elde edilen diyagonal çekme dayanımı değerleri (N/mm <sup>2</sup> ).....	34
Çizelge 4.4. Polimarin tutkallı deney örneklerinden elde edilen diyagonal çekme dayanımı değerleri (N/mm <sup>2</sup> ) .....	35
Çizelge 4.5. Diyagonal basınç ve çekme dayanımına ilişkin istatistiki sonuçlar (N/mm <sup>2</sup> ) .....	36
Çizelge 4.6. Diyagonal basma dayanımına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları. ....	36
Çizelge 4.7. Basma deneyinde tutkal çeşidine ilişkin Duncan karşılaştırması.....	37
Çizelge 4.8. Basma deneyinde levha cinsine ilişkin Duncan karşılaştırılması.....	37
Çizelge 4.9. Basma deneyinde birleştirme tipine ilişkin Duncan karşılaştırılması. ....	38
Çizelge 4.10. Basma deneyinde tutkal Çeşidi+Birleşme tipinin Duncan karşılaştırılması.....	39
Çizelge 4.11. Basma deneyinde levha cinsi + Birleşme tipinin Duncan karşılaştırılması .....	39
Çizelge 4.12. Diyagonal çekme dayanımına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları. ....	40
Çizelge 4.13. Çekme deneyinde tutkal çeşidine göre Duncan karşılaştırılması.....	41
Çizelge 4.14. Çekme deneyinde levha cinsine ilişkin Duncan karşılaştırılması....	41

Çizelge 4.15. Çekme deneyinde birleştirme tipine ilişkin Duncan karşılaştırılması. ....	42
Çizelge 4.16. Çekme deneyinde tutkal çeşidi + birleştirme tipi Duncan karşılaştırılması.....	43
Çizelge 4.17. Çekme deneyinde levha cinsi + birleştirme tipi Duncan karşılaştırılması.....	43
Çizelge 4.18. Çekme deneyinde tutkal çeşidi + Levha cinsi + Birleştirme tipi Duncan karşılaştırılması .....	44



## 1. GİRİŞ

Ahşabın yaygın olarak işlendiği ilk dönem, orta çağ sanat dönemine rastlamaktadır. Bu dönemde mobilyalarda malzeme olarak masif ağaçlar kullanılarak birleşme yerlerinde dişli zıvana geçmeler uygulanmıştır. Bu tarzda çekmece, sandık, oyma kapı kanatları yapılmış olup, zamanla cami ve kilise mobilyalarına geçilmiştir. Kutu mobilya konstrüksiyonları ise, dar masif ahşapların yan yana eklenmesiyle elde edilmiştir.

Çağımızda mobilya sektörüne sentetik yapıştırıcıların girmesi ve ahşap esaslı suni levha teknolojisinin gelişmesi ile, bu gelişmeye paralel olarak, seri üretim makinelerinin ve birleştirme türlerinin geliştiği ve çeşitlendiği görülmektedir (Özçiftçi, 1995).

Türkiye’de mobilya üretimi, büyük fabrikalarda ve özellikle küçük sanayi sitelerinde yapılmaktadır. Ülkemizdeki yapıların plan ve projelerindeki değişiklikler özellikle küçük sanayi işletmelerine daha büyük iş düşmesine neden olmuştur.

Teknolojinin sektöre kazandırdığı yeni ürünler ile değişik tiplerde mobilya konstrüksiyonları üretilir duruma gelmiş, ancak zevke ve maddi olanaklara göre değişiklik gösteren bu malzemelerde kullanılan birleştirme türlerinin malzemeye göre dayanımlarının bilinmemesinden dolayı, malzeme türlerine göre, hangi birleştirme biçiminin daha uygun olacağı kesinlik kazanmamıştır. Bu nedenle farklı malzemelerde yanlış köşe birleştirme türlerinin kullanılmasından dolayı; emek, zaman ve maddi kayıplar söz konusu olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kutu mobilya imalatında yoğun olarak kullanılan ahşap esaslı levhaların köşe birleşme yerlerinde, hangi çeşit yapıştırıcılar ile daha dayanımlı bir birleşmenin sağlanacağını tespit edilmesidir. Böylece kutu mobilya konstrüksiyonlarında sağlamlığa yönelik bazı belirsizlikler giderilecek ve aynı zamanda bu alanda emek, zaman ve sermaye kazanımına katkıda bulunulacaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde konuyla ilgili genel bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde daha önce konuyla ilgili olarak yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, çalışmada kullanılan malzemelerin özellikleri ve uygulana deneyler açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde çalışmada elde edilen bulgular verilmiştir.

Beşinci bölümde ise sonuçların değerlendirilmesi ve öneriler sunulmuştur.



## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

İnşaat ve mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılan bir çok malzemede olduğu gibi, standart ölçülerdeki ahşap esaslı malzemelerde de mekanik özellikler ve tasarımları bir çok araştırmacı tarafından incelenmiştir.

Wolf vd. (1979), lamine elemanlar ile yapılan kama dişli ve serbest açılı, eğimli boy birleştirmede en yüksek çekme dayanımını, eğimli birleştirmenin verdiğini bildirmişlerdir.

Soltis vd. (1994), Lamine tutkallı kirişlerin eğilme dayanımlarının normal kirişlerden çok yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Özçiftçi (1995), yonga levha ile hazırlanan mobilya köşe birleştirmelerine ait dayanım özelliklerinin araştırılması sonucunda kavelalı köşe birleştirmenin en iyi sonucu verdiğini, yabancı çıtalı köşe birleştirmenin ise ikinci sırada yer aldığını bildirmiştir.

Özen (1996), kutu mobilyalarda bazı köşe birleştirmelerinin dayanım özelliklerine ait deneysel sonuçlarına göre; kavelalı köşe birleştirmenin en iyi sonucu verdiğini, yabancı köşe birleştirmenin ikinci sırada yer aldığını bildirmiştir. Ayrıca kutu mobilyalarda bazı köşe birleştirmelerin dayanım özelliklerinin, teorik olarak hesaplamalarında, kavelalı köşe birleştirmenin en iyi sonucu verdiğini, çıtalı köşe birleştirmenin ikinci sırada yer aldığını bildirmiştir.

Efe (1998), kutu mobilya konstrüksiyonlarında dayanım açısından; lif levha, 10 mm çaplı kavela yerine 8 mm çaplı kavela, lif levhalarda düz, yonga levhalarda yivli kavela kullanımının uygun olacağını bildirmişlerdir. Ayrıca çerçeve konstrüksiyonlu masif mobilya kavelalı boy birleştirmelerde, malzemenin dayanımı söz konusu olduğunda; tercihin meşe kayın ve çam biçiminde yapılmasını, kayın odunundan elde edilecek en uygun kavelanın ise 36 mm boyunda, 8 mm çapında olmasının uygun olacağını bildirmiştir.

### 3. MATERYAL ve METOD

#### 3.1. Deney Materyali

Deney materyali olarak ahşap esaslı levhalardan yonga levha, suni reçine plakası ile kaplanmış levha-suntalam, orta yoğunlukta lif levha-MDF seçilmiş, yapıştırıcı olarak da PVA ve Polimarın tutkallar kullanılmıştır.

##### 3.1.1. Yonga Levhaların Hammadde Özellikleri ve Kullanım Alanları

Yonga levha; odun ve odunlaşmış bitkilerden elde edilen belirli özelliklerdeki yongaların çeşitli yapıştırıcı maddelerle yapıştırılıp, bunların basınç ve sıcaklık altında yapıştırılmasıyla üretilen bir maddedir.

Yonga levha; yongaların içerisindeki duruma göre, dik ve yatay yongalı olarak ikiye ayrılırlar. Yatay yongalı levhalarda yongalar levha yüzeyine paralel, dik yongalı levhalarda ise yongalar levha yüzeyine diktir. Yatay yongalı levhalar bir-üç-beş tabakalı olabilirler. Her bir tabakada değişik özelliklerde yongalar kullanılır. Kullanılan yapıştırıcı madde miktarı da farklıdır. Yatay yongalı levhalar yapıda (TS 1617) ve genel amaçlar için (TS 180) kullanılanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar.

Yonga levha, sanayiinin istekleri ve teknolojinin imkanları doğrultusunda, farklı kalınlık ve ebatlarda üretilmektedir. Mobilya üretiminde en çok kullanılan yonga levha kalınlıkları; 5, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 19, 22, 25, 30 mm'dir. Okal tipi olarak üretilen yonga levhalar daha çok kapı izolasyonu ve bölme gibi işlemlerde kullanılmaktadır (Özçiftçi, 1995).

Yonga levhalar bir çok kullanım yeri için yeterli fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olduklarından geniş bir kullanım alanına sahiptir. Yüzeyleri düzgün olup, istenilen kalınlıkta üretilmekte, diğer malzemelerle çivi, vida veya tutkalanmak sureti ile birleştirilebilmektedir.

Yonga levhalar orta yoğunlukta lif levhalarla (MDF) karşılaştırıldığında; eğilme dayanımı düşük olup, su tutma ve kalınlıkça daha büyük olmasına rağmen yapışma dayanımı ve vida tutma kabiliyetleri bakımından belirgin bir fark yoktur (Akbulut, 1991).

Yonga levhanın kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

**A. Kat Döşemeleri:**

Kat döşemelerinde kullanılan yonga levhalar; halı veya diğer örtücü malzemelerin altında, konutlarda ve çift katlı konstrüksiyonlarda tercih edilmektedir. Bu maksatla kullanılan yonga levhalarda yüksek mekanik dayanım, düzgünlük ve kenar kalitesi dikkate alınmaz.

**B. Prefabrik Ev Yapımı:**

Tek katlı olarak üretilen prefabrik ev yapımında kullanılacak yonga levhaların eğilme, çarpmaya karşı dayanımları yüksek olduğundan tercih edilmektedir.

**C. Kapı Göbeği İmalı:**

Yonga levhaların; özgül ağırlıklarının düşük, yüzeylerinin düzgün ve çarpmaya karşı dayanımlarının yüksek olması, kapı göbeği üretiminde kullanılmasına olanak sağlar.

**D. Merdiven Basamakları:**

Yonga levhalar; iç mekanlarda üzeri halı ile kaplanarak, merdiven basamağı olarak kullanılabilir.

**E. Endüstriyel Yonga Levhalar:**

Bu tür yonga levhalar; mobilya sektöründe, antika eşya yapımında dekoratif kaplanarak kullanılabilir. Bu levhalarda; üniform yoğunluk ve kalınlık, düzgün yüzey, yüksek vida tutma kabiliyeti ve mekanik özellikler istenir.



Endüstriyel yonga levhaların kullanım alanları;

- a- Yüksek basınç laminatları ile kaplanarak masa yapımı
- b- Sert masif kaplamalar, dekoratif plastik film ve kağıtlar ile kaplanarak büro mobilyaları ve dolap yapımı
- c- Kaplanmış paneller, kapı göbekleri, sürgülü kapılar ve rafların imali
- d- Masa tenisi ve bilardo masası üretimi
- e- Koltuk, kanepeler, karyola, mutfak dolabı, televizyon ve müzik seti kabinleri, duvar bölmeleri, reklam panoları, vagon ve gemi yapımı.

Gelişmiş ülkelerde, inşaat ve taşıma, yonga levhaların kullanım yerleri içinde önemli bir yer tutarken, Türkiye’de bu alanlarda yonga levha tüketimi düşük seviyede olup, %73,5 oranında mobilya üretiminde; %11,2 oranında inşaat sektöründe; %13,0 oranında dekorasyonda; %0,2 oranında prefabrik ev yapımında; %1,9 oranında ise ambalaj sandığı imalatında kullanılmaktadır (Nemli, 1995).

Yonga levha endüstrisinde hammadde olarak odun veya diğer ligno-selülozik lifli maddeler, yapıştırıcılar ve katkı maddeleri kullanılmaktadır. Yonga levha ağırlığının yaklaşık %90’ından fazlasını odun veya diğer ligno selülozik maddeler oluşturmaktadır. Geçmişte olduğu gibi, günümüzde de en önemli hammadde odundur (Akbulut, 1991).

Yonga levhaların TS 180’e göre eğilme, suda levha yüzeyine dik çekme ile 2 saat suda yatırıldıktan sonra kalınlığına şişme oranı değerleri ve rutubet miktarı Çizelge 3.1.’de verilmiştir.

### **3.1.2. Suni Reçine Plakası ile Kaplanmış Levha-Suntalam’ın Özellikleri ve Kullanım Alanları**

Yüzey malzeme kaplaması olarak kullanılan alfa selüloz esaslı kağıtların yonga levhalar üzerine belirli sıcaklıklarda preslenmesi ile elde edilen malzemedir. Alfa selüloz esaslı kağıtlar fabrikanın emprenye bölümünde emprenye edilmişlerdir.

Çizelge 3.1. Yonga levhaların eğilme, suda levha yüzeyine dik çekme ile 2 saat suda yatırıldıktan sonra kalınlığına şişme oranı değerleri ve rutubet miktarı (TSE 180)

Levha kalınlıkları (mm)	Eğilme Dayanımı (en az)		Levha yüzeyinin dik çekme dayanımı (en az)		2 saat suda bekledikten sonra kalınlığına şişme oranı (en çok %)	Rutubet miktarı (%)
	Kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	Kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>		
6'ya kadar 6 dahil	220	22	5,0	0,5	6	9 <u>+</u> 4
7-13	200	20	4,0	0,4		
14-20	180	18	3,5	0,35		
21-25	150	15	3,0	0,3		
26-32	120	12	2,4	0,24		
33-40	100	10	2,0	0,2		
40'tan yukarı	80	8	2,0	0,2		
Kgf/cm <sup>2</sup> =0,0986 N/mm <sup>2</sup> =0,1 N/mm <sup>2</sup>						

Bu amaçla; kağıtlar, içerisinde melamin reçinesi bulunan havuzdan sonsuz bantlar halinde geçirilmiş ve yine sonsuz bantlar halinde I ve II nolu fırınlarda kurutulmuştur. I nolu fırında uygulanan sıcaklık 120-130°C, II nolu fırında uygulanan sıcaklık ise 160°C'dir. Fırınlardan %5-6 rutubetle çıkan reçine emdirilmiş kağıtlar, istenen boyutlarda kesilerek istiflenmişlerdir.

Yonga levhalar, ayarlanabilir emiş gücüne sahip vakum yardımı ile, toz ve yabancı maddelerden arındırıldıktan sonra, üst ve alt yüzeylerine melamin kağıdı serilerek presleme ünitesine gönderilmişlerdir. Yonga levhaların lamine edilmiş kağıtla kaplanmasında; pres sıcaklığı 205-207°C, pres basıncı 21 kg/cm<sup>2</sup> ve pres süresi 35 sn olarak tutulmuştur.

Presten çıkan suni reçine plakası ile kaplanmış yonga levhalar, kendi kendilerine soğumaya bırakılmışlardır. Soğuyan levha kenarlarından dışarıya taşan melaminler temizlenmiş ve daha sonra levhalar fabrikanın kalite kontrol bölümünde sınıflandırılmışlardır (Nemli, 1995).

Lamine levhaların üretimi, başlıca üç aşamada gerçekleştirilmektedir:

Dekoratif kağıtların hazırlanması

- a- Kağıtların reçine ile doyurulması
- b- Presleme

Dekoratif kağıtlar üzerine genellikle basımevlerinde, baskı teknikleri ile istenilen renk ve desende, baskı işlemleri uygulanır. Uzun bantlar halindeki kağıtlar, silindir biçiminde sarılır.

Kağıtlara, daha önce belirtilen reçine suları emdirilir. Bu maksatla kağıtlara daha geniş olan kaplar kullanılarak, reçine sıvısının yeterince emdirilmesi sağlanır. Kurutulan kağıtlar yeniden silindir biçiminde sarılır.

Reçine emdirilmiş ve kurutulmuş kağıtlar, plaka veya levha boyutlarında kesilerek üst, üste konulur. Dekor katmanı veya üst katmanı üzerine konulan metal pres levhası, çok düzgün ve parlaktır. Mat veya gözenekli lamina levhaların üzerine konulacak pres saçının yüzü ise, mat veya gözeneklidir. Metal pres levhasının lamina levha üst yüzeyinin parlaklı ve yapısal görünüşünün belirleyicisidir.

Pres sıcaklığı, basınç ve süresinin belirlenmesinde, üretilen lamina levhasının kalınlığı ve kullanılan reçinenin kimyasal yapısı etkili olmaktadır (Dilk, 1999).

Tasarımda sonsuz seçenek sağlayan üstün nitelikli çağdaş bir malzeme olan lamina levhalar, gerek mimar ve tasarımcıların, gerekse bu ürünlerden yapılan malzemelerin kullanıcılarının gittikçe artan ölçülerde iyi ve beğenisini çeken bir konuma gelmektedir.

Özellikle melamin emdirilmiş kağıtlar ve yüksek basınç laminatları ile üretilen ürünlerin, günlük yaşamımızdaki kullanım alanları sayılamayacak kadar çoktur. Örneğin ofis mobilyaları, masa, dolap, sehpa, radyatör önü üstü baka ve ofis dekorasyonları, mutfak tezgahları, mutfak ve banyo dolap kapakları, laboratuvar masa ve tezgahları, hastane mobilya ve dekorasyonları, otel, pansiyon ve misafirhane

mobilya ve dekorasyonları, satış reyonları tezgah ve rafları, kapılar, okul sıraları, lambri ve benzer yüzey kaplamaları, tuvalet ve duş kabinleri, nakil vasıtalarının tavan ve duvar kaplamalarında kullanılabilirler (Anonim, 1999).

### **3.1.3. Orta Yoğunluklu Lif Levha (MDF)'nin Üretimi, Özellikleri ve Kullanım Alanları**

Ağaç liflerinin, sıcakla sertleşen sentetik reçine ile birbirine kaynaştırılması suretiyle, levhalar halinde üretilen ahşap esaslı bir malzemedir.

MDF'nin her noktasında liflerin eşit dağılması ve çok yoğun bulunuşu, levhanın her iki yüzünün olduğu kadar, kenarlarının da makineyle kırılmaksızın yada malzeme parçacıkları arasında boşluk ortaya çıkmaksızın işlenmesine imkan sağlamaktadır. MDF bu sayede masa tablaları, kapı panelleri, kenarları pahlı veya profil yüzeyli çekmece alınları gibi parçaların üretilmesinde, başarıyla kullanılabilmektedir. Son derece düzgün ve homojen bir yüzeye sahip olan MDF, gerek boyamada gerekse dekoratif folya ve ahşap kaplamada çok iyi bir taban oluşturur.

Düzgün kalınlığı, makine ile işlenmeye elverişli olması ve sağlamlığı, MDF'nin çekmece yanları, ayna çerçeveleri ve pervazları gibi uygulamalar için masif ahşaba alternatif olarak kullanılabilmesine olanak sağlar.

MDF'nin üretimi için sert ve yumuşak ağaçlardan elde edilen yongalar, buhara tabi tutulup, defibratörden geçirilerek ağaç liflerine dönüştürülür. Sonra bu lifler kurutularak tutkal, parafin ve sertleştirici gibi maddeler eklenir.

Birleştirici maddelerle karıştırılan lifler daha sonra sarma işlemine tabi tutulur. Bundan sonra yapılan ön presleme işlemi sırasında, lif tabakaları yaklaşık yarı kalınlığına inecek şekilde sıkıştırılır. Kenarları tıraş edilip düzeltilir ve ebatlandırılır. Bunu izleyen sıcak presleme aşamasında ise yüksek sıcaklık ve basınç altındaki lifler ve birleştirici maddeler, tam kaynaşıp sertleşerek istenilen kalınlıkta levhalar haline

gelirler. Üretimin son aşaması, sıcak presten çıkan levhaların soğutulması ve zımparalanarak kusursuz bir yüzey kazandırılmasıdır.

Suya karşı yüksek dayanıklılık özelliğine sahip olacak şekilde üretilen levhalarda birleştirici olarak, Fenol-Folmaldehit tutkalı kullanılır. Kullanılan bu tutkalın pahalı oluşu nedeni ile fenollü levhanın maliyeti daha yüksek olmaktadır (Dereli, 1997).

MDF, mobilyacılıkta sadece diğer suni tahtalardan çok daha üstün bir taban malzemesi değildir. Bazı yönleriyle masif ağaçtan da avantajlı bir ahşap türü olarak kabul edilir.

MDF Türkiye’de ilk olarak kullanılmaya başlandığından bu yana, masif ağaçla aynı biçimde hatta daha da kolay biçimde işlenip kullanılmakta; kordon, kanal, lamba, zıvana gibi makine işlemlerinde aynı derecede iyi sonuç vermekte; bunlara ek olarak; çatlaksız, budaksız, kıymıksız, düzgün yüzeyli, sabit boyutlu ve en önemlisi daha ucuz oluşu nedeniyle çoğu zaman masife tercih edilmektedir.

Makinede işlenişinin kolay oluşu, stabilitesinin mükemmel oluşu, boyutlarının hemen hiç değişmemesi, standart boyutlarda sağlanabilmesi, her iki yüzeyinin de zımparalanmış ve mastarlanmış oluşu, herhangi bir yerinde budak, çatlak, kıymık gibi özürler görülmemesi, her noktasının aynı yoğunlukta bulunması, kullanıma hazır oluşu, her hangi bir temizlik işlemi gerektirmeyişi, melamin gibi malzemelerle kaplanabilmesi, gerek iki yüzeyinden gerekse kenarlarından girecek vidaları mükemmel tutabilmesi, (bu sonuç için, kullanılacak ağaç vidalarının paralel yivli olması ve vida yerlerinin önceden matkapla delinmesi gerekir) şeklinde özetlenebilir.

Bazı özellikleri ile masif ağaca bile üstünlük gösteren MDF’nin kullanımının sadece mobilya üretimiyle sınırlı kalması, tabi ki düşünülemez. Nitekim MDF bu gün Türkiye’de ve dünyada ahşap kullanımının söz konusu olduğu, pek çok yerde masifin yerini almaktadır. Bu durumun en çok görüldüğü inşaat sektöründe MDF’nin mükemmel kullanıldığı yerlerden bazıları şunlardır:

Taban döşemeleri, tavanlar, bina iç bölmeleri, kapı kasaları, kapılar, trabzanlar ve küpeşteler, gömme dolap, kapak gövde ve kapakları, büro masaları, sehpa, bardo masaları, süpürgeliklerdir <sup>1</sup>.

MDF ülkemizde TSE 64 standardına üç firma tarafından toplam olarak 450000 m<sup>3</sup>/yıl kapasite ile üretilmektedir.

MDF 185x370 cm boyutlarda 6,8,10,12,16,19,22,25 mm kalınlıklarda üretilmektedir. Üre-formaldehit tutkallı MDF'nin fiziksel ve mekanik özellikleri Çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Üre-formaldehit tutkallı MDF'nin fiziksel ve mekanik özellikleri

Özellik kalınlık	Birim	>8-12 mm	>12-18 mm	>18 mm
Kalınlık toleransı	mm	±0,2	±0,2	±0,3
Boyut toleransı	mm/m	±2	Boy ve Ende	
Gövde sapması	mm/m		1,6	
Eğilme dayanımı	kgf/cm <sup>2</sup>	300	300	230
Çekme dayanımı	kgf/cm <sup>2</sup>	7	6	6
Vida tutma dayanımı	Kg/f		107 88	97 66
Yüzey kenar Nem	%	4-7	4-7	4-7
24 saat suda beklemeden sonra şişme su alma	% %	10 25	6 18	6 16
Yüzey absorpsiyonu	mm	Min.150 (yüzeyler için)		
Yoğunluk	kg/m <sup>3</sup>	800-850	775-850	750-775

<sup>1</sup> Çamsan Ağaç Sanayii ve Ticaret A.Ş. Tanıtım Broşürü

### 3.2. Yapıştırıcı Maddeler

1930'lu yıllara kadar ağaç işleri sanayi, bitkisel ve hayvansal ürünlerden elde edilen yapıştırıcılar kullanıyordu. II. Dünya savaşı sonrası yapılan çalışmalar; yapıştırıcılar sanayiine büyük katkılarda bulunarak yeni yapıştırıcı türlerinin bulunmasına neden olmuştur. Böylece sentetik yapıştırıcılar üretilmeye başlanmıştır (Selbo, 1975).

Sentetik yapıştırıcıların üretime katılması, tabakalı ahşap malzemelerin geliştirilmesinde önemli rol oynamıştır. Hatta masif ahşap malzemelerin mamul hale getirilmesinde birleştirici olarak kullanılan vida, ağaç ve metal çivilcrin yerini artık yapıştırıcı maddeler almıştır (Özen, 1978).

Tutkal çeşitlerinden biri termoseting tutkallar, diğeri termoplastik tutkallardır. Termoseting sentetik reçine tutkallar yavaş yavaş donar, bir defa donunca tekrar kullanılmazlar. Termoplastik reçine tutkalları eriticinin buharlaşması ile donar veya ısıtılarak tekrar kullanılabilirler (Hammond vd, 1990).

Mobilya köşe birleştirmelerinde, özellikle ağaç ve metal çivi veya vida kullanılarak yapılan mobilyanın kullanımı esnasında, birleşim yerinde meydana gelen mekanik zorlamalar; sadece bir veya birkaç noktadan bağlanarak, karşılanmaya çalışılmıştır. Böylece hem münferit birleştirme elemanları, hem de köşe birleşme yerleri mekanik zorlamalar karşısında, aşırı derecede yüklenerek kırılmaya ve yarılmaya karşı dayanımı zayıf olan, ahşap elemanlarda önemli bir problem oluşturmaktadır. Yabancı birleştirme elemanları bununla da kalmayıp, mobilya yüzeyinde göze hiç de hoş gelmeyen estetik bozukluklar, boya, cila, vernik gibi üst yüzey malzemeleri ile bağdaşmayan durumlar ortaya çıkmıştır. Ancak yapıştırıcının kullanılmaya başlaması ile, birleşme yerlerindeki çirkin görüntüler kaybolurken, birleşme alanı da tüm yüzeye dağıtılmıştır (Örs, 1987).

Bu çalışmada kullanılan tutkal çeşitlerinin özellikleri aşağıda verilmiştir.

### 3.2.1. Polivinilasetat PVA Yapıştırıcı Tutkalı

PVA tutkalı soğuk olarak uygulanabilmesi, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu ve işlenişi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi özellikleri yanında, mekanik dayanımı sınırlı olup uygulandıktan sonra sıcaklık arttıkça yumuşamakta ve 70°C den itibaren bağlantı maddesi görevini gerektirdiği gibi yapmamaktadır. Birleştirilecek yüzeylerden, yalnız birinin tutkallanması ve ağaç türü ve birleşme yüzeyinin durumuna göre 150-200 gr/m<sup>2</sup> tutkal kullanılması iyi bir birleşme için yeterli olmaktadır.

PVA tutkalı TS 3891' de belirtilen esaslara göre yoğunluğu 1,1 gr/cm<sup>3</sup>, viskozitesi 160-200 cps, pH değeri 5, presleme süresi; soğuk tutkallamada 20°C'de 20 dakika, 80°C de 2 dakika olarak verilmekte ve presleme ortamında soğuyuncaya kadar dinlendirilmesi gerekmektedir (Bison, 1999).

### 3.2.2. Polimerin Yapıştırıcı Tutkalı

Polimerin yapıştırıcı tutkalı, dış cephe alanlarında, normal ve deniz suyundan korunmak için ayrıca sert yada yumuşak pek çok ahşap malzemelerin birleştirilmelerinde kullanılan, bir yapıştırıcı malzemedir. Polietilen, polipropilen, teflon, naylon türündeki malzemelerdeki birleştirme tutkalı olarak kullanılmazlar. Özellikle yapılarda ve yüksek standardın istendiği birleşme noktalarında kullanılırlar. Polimerin tutkalının kullanılacağı yüzeyler yağdan arındırılmış, temiz, kuru ve tozsuz ayrıca, pürüzsüz olmalıdır. Yapıştırıcı, yüzeylerden birine uygulanmalı ve uygulamadan sonra 30 dakika içerisinde birleştirilmeli, en az 2 saat süreyle sıkıştırılmış olarak bekletilmelidir.

Polimerin tutkalı kullanılırken eldiven giyilmeli ve 5°C altındaki sıcaklıklarda kullanılmalıdır. Serin ve buzsuz ortamlarda saklanmalıdır. Kapak açıldıktan sonra 6 aya kadar kullanma süresi vardır. Piyasada suya daha fazla dayanıklı olmasından dolayı deniz tutkalı diye adlandırılan polimerin tutkalı gözlere ve deriye zararlı olduğundan dolayı duyarlılığın kaybolmasına neden olabilir. İçerisinde diphenylmethone-4, 4-diisocyanete, isomeres ve homologues bulunur<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Bison Ürün Kataloğu, 1999.



### 3.3. Deney Örneklerinin Hazırlanması

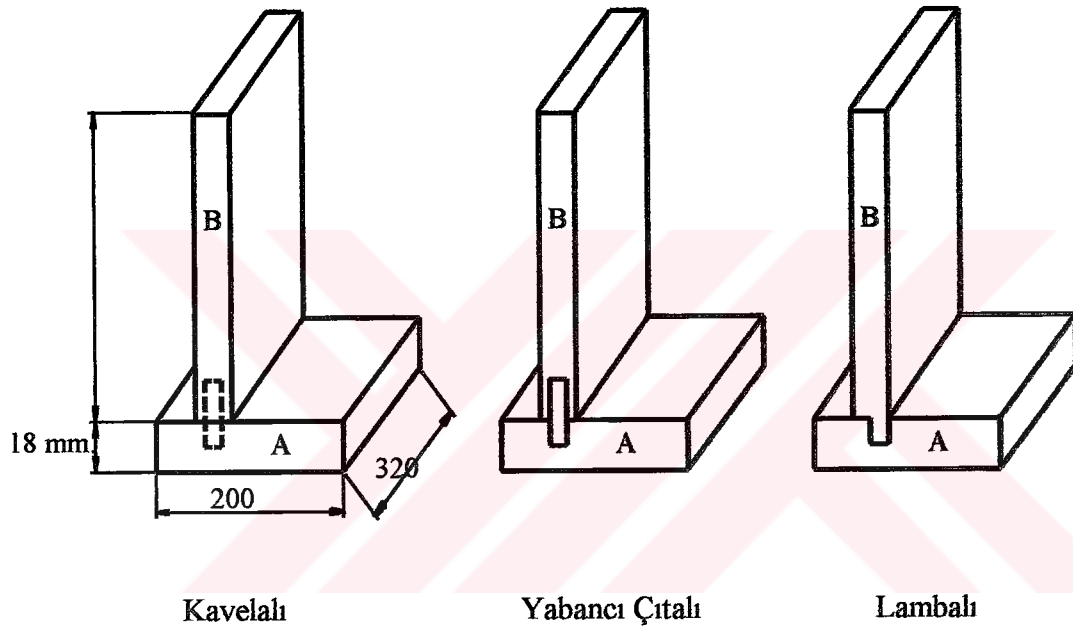
Bu çalışma için gerekli olan yonga levha, suntalam ve MDF Isparta ORMA firmasından temin edilmiştir. Köşe birleştirmelerinde yapıştırıcı olarak PVA ve Polimerin tutkalları kullanılmıştır. Deney örnekleri üç ayrı malzemeden, üç köşe birleştirme tipi için A ve B elemanı olarak Çizelge 3.3'de verilen ölçülerde kesilmiştir. Kesilen A ve B elemanlarının birer kenarına köşe birleştirme metodu uygulanarak birleştirilmiştir (Şekil 3.1). Deney örneklerinin köşe birleşme yüzeylerine  $160 \text{ gr/cm}^2$  esasına göre PVA ve Polimerin tutkalı sürülmüştür. Yonga levha ve MDF mobilya sektöründe ham olarak (kaplamasız) kullanılmadığı için, deney örneklerinin yüzüne sıcak preste 0,5 mm kalınlığında kayın kaplama kaplanmıştır. Kaplama işleminde ürefoaldehyit tutkalı kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Deney örneklerinin özellikleri, miktarı ve ölçüleri

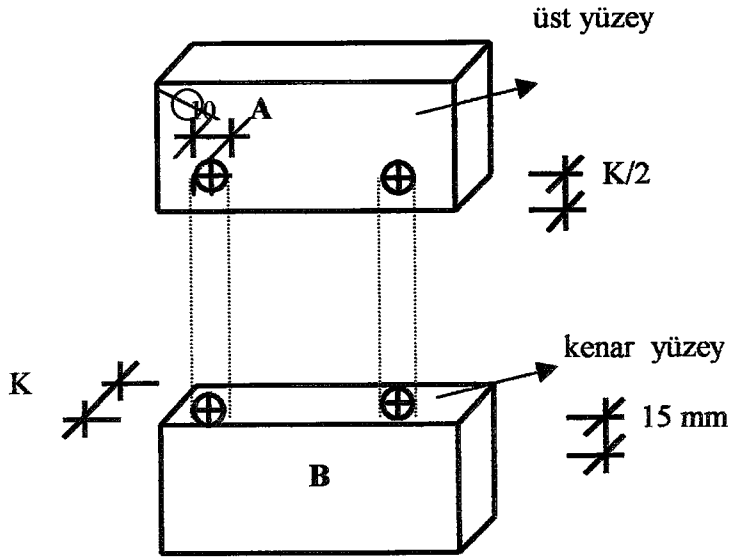
Malzeme cinsi	Köşe Birleştirme Metodu	Yapıştırıcı Türü	Yükleme Metodu ve Sayısı		Tabla Boyutu (mm)		Birleştirme Elemanının Ebatları L (mm)		
			Basma	Çekme	Boy	En	Kavela	Yab. Çıta	Lamba
Yonga Levha	Kavelalı	PVA	10	10	320	200	33x10		
		Polimerin	10	10	320	182	33x10		
	Yabancı çıtalı	PVA	10	10	320	200		320x 18x3	
		Polimerin	10	10	320	182		320x 18x3	
	Lambalı	PVA	10	10	320	200			9,5x 9,5
		Polimerin	10	10	320	191,5			9,5x 9,5
Suntalam	Kavelalı	PVA	10	10	320	200	33x10		
		Polimerin	10	10	320	182	33x10		
	Yabancı çıtalı	PVA	10	10	320	200		320x 18x3	
		Polimerin	10	10	320	182		320x 18x3	
	Lambalı	PVA	10	10	320	200			9,5x 9,5
		Polimerin	10	10	320	191,5			9,5x 9,5
MDF	Kavelalı	PVA	10	10	320	200	33x10		
		Polimerin	10	10	320	182	33x10		
	Yabancı çıtalı	PVA	10	10	320	200		320x 18x3	
		Polimerin	10	10	320	182		320x 18x3	
	Lambalı	PVA	10	10	320	200			9,5x 9,5
		Polimerin	10	10	320	191,5			9,5x 9,5

### 3.3.1. Kavelalı Geçme İçin Deney Örneklerinin Hazırlanması

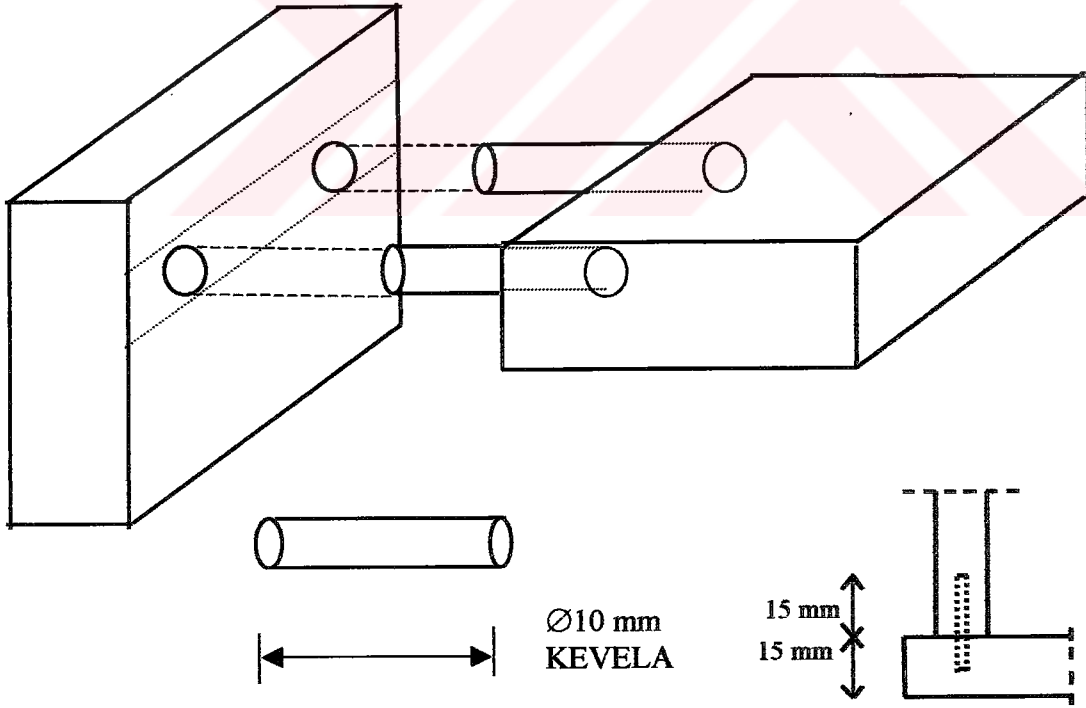
Deneilerin yapılması için önce kavelalı birleştirme elemanları hazırlanmıştır. Bu grupta A elemanı marka edilip, işaretlenip B elemanına taşınmıştır. Kavela deliklerinin açılması için yatay delik makinesi ayarlanarak kavela boyunun yarısı kadar A parçasına, kalan yarısı kadar için B parçasına kavela delikleri açılmıştır (Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).



Şekil 3.1. Deney örnekleri



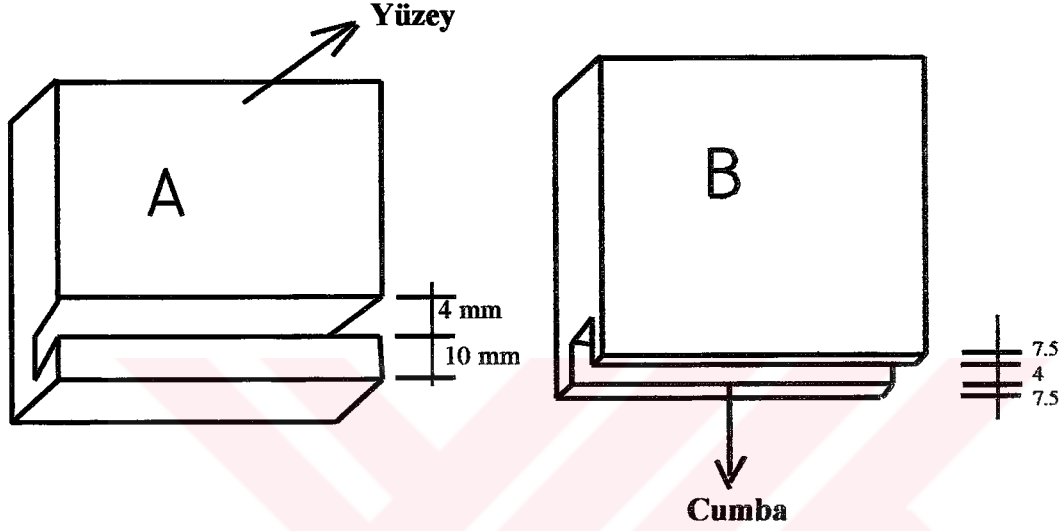
Şekil 3.2. Kavelalı birleştirmede deliklerin markalanması (K= Yonga levha kalınlığı=19 mm, K/2=9,5 mm)



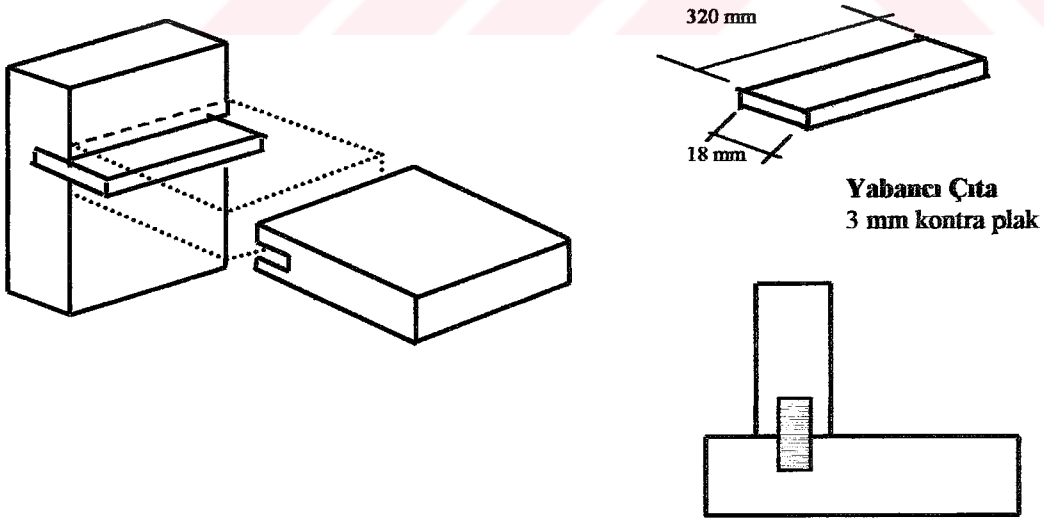
Şekil 3.3. Kavelalı birleştirmenin perspektif ve detay görünüşü

### 3.3.2. Yabancı Çıtalı Birleştirme İçin Deney Örneklerinin Hazırlanması

Yabancı çıtalı birleştirme için; A ve B örneklerinde markalama işlemi yapılmıştır (Şekil 3.4.). Markalamadan sonra elmas uçlu daire testerede kuniş açma işlemleri tamamlanmıştır. Açılan kunişlere tutkallar sürülerek, yabancı çıta kuniş boşluğuna yerleştirilerek işkenceyle sıkılmış ve kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.5).



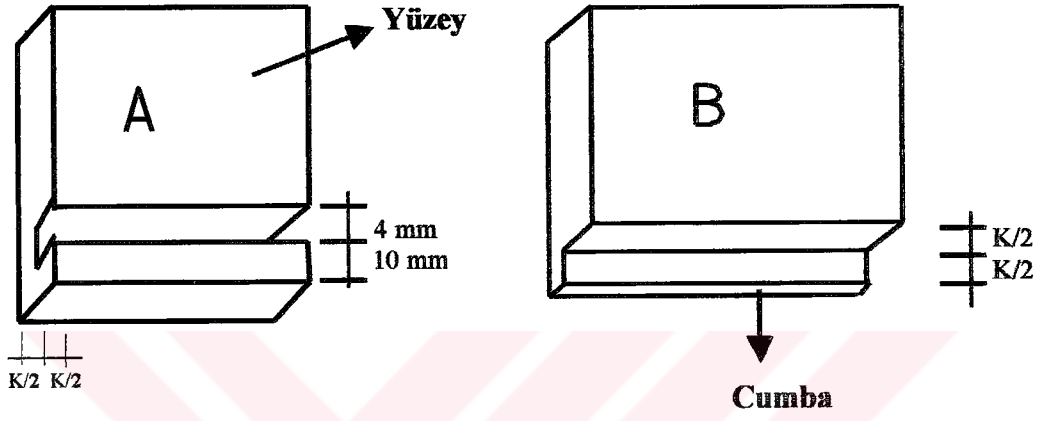
Şekil 3.4. Yabancı çıtalı birleştirme için markalama



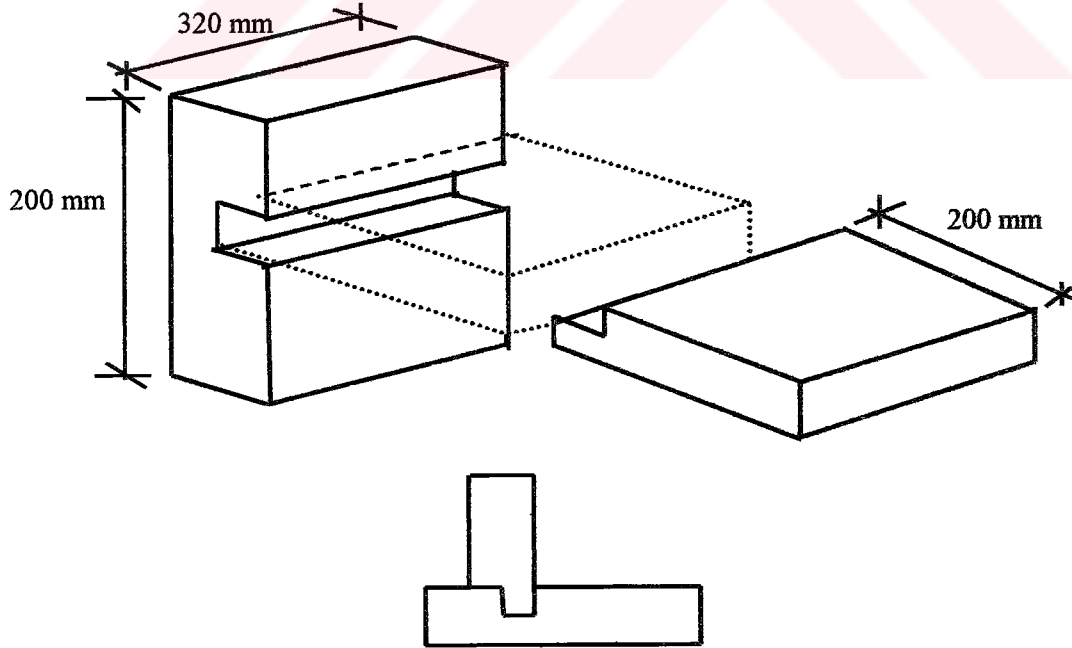
Şekil 3.5. Yabancı çıtalı birleştirme perspektif ve detay görünüşü

### 3.3.3. Lambalı Birleştirme İçin Deney Örneklerinin Hazırlanması

Lambalı kınışlı birleştirmede, A ve B örnek parçalarına ( $K/2$ ) kadar lamba ve kınış yerlerinin markalaması yapılmıştır (Şekil 3.6.). Yatay daire makinesi ayarlanarak örnek parçalarına lamba ve kınışlar açılmıştır. Tutkalları sürülerek işkenceyle sıkılmış ve kurumaya bırakılmıştır (Şekil 3.7.).



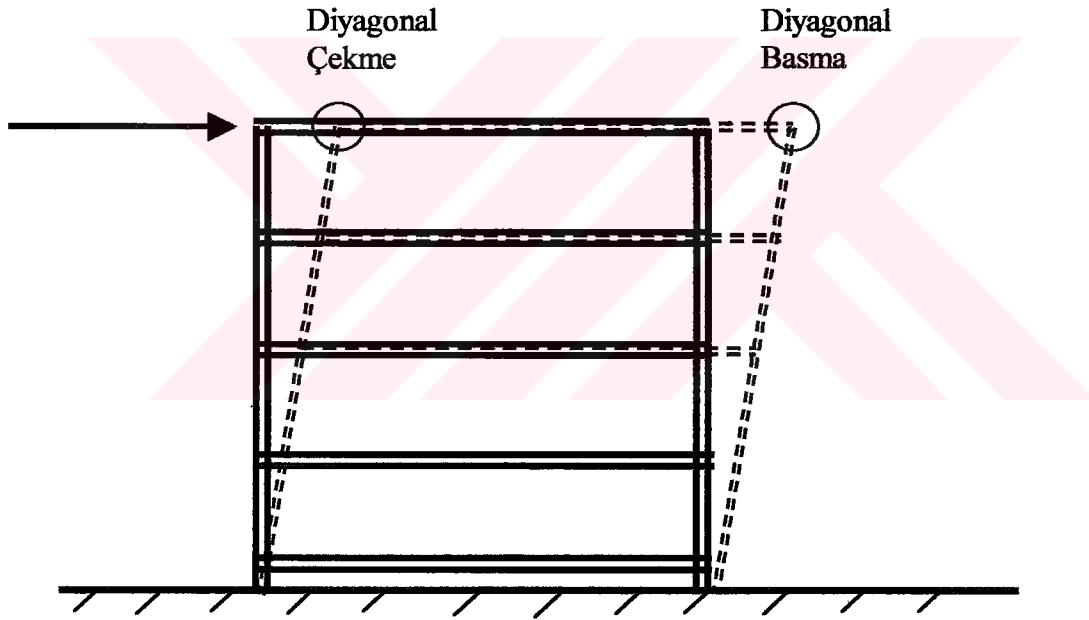
Şekil 3.6. Lambalı birleştirme için markalama



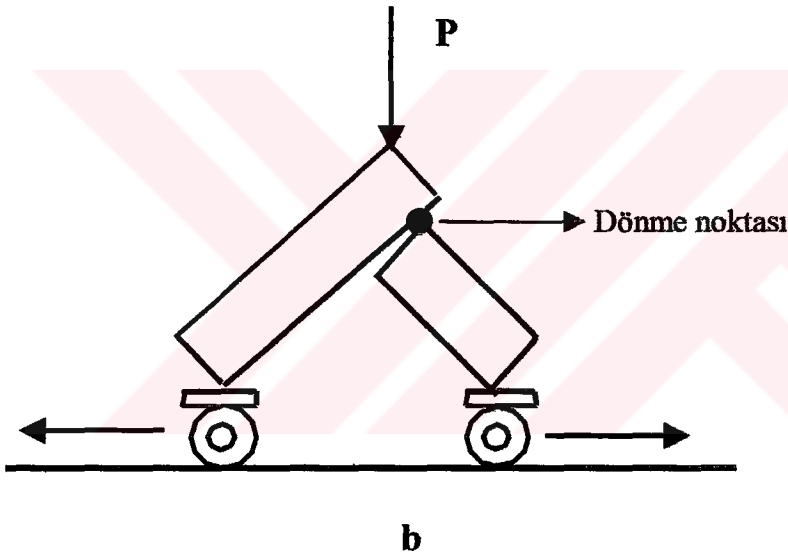
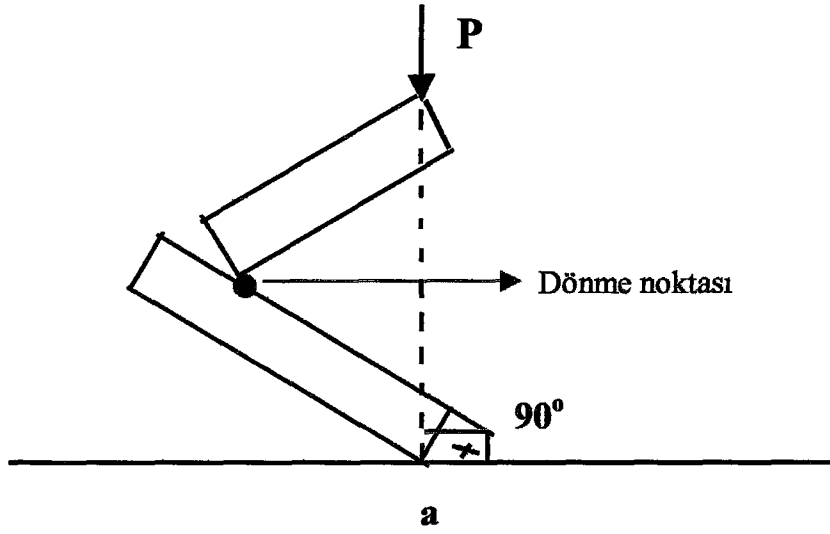
Şekil 3.7. Lambalı birleştirme perspektif ve detay görünüşü

### 3.4. Deney Metodu

Mobilyaların sağlamlığının tayin edilmesinde etkili faktörler; mobilyanın yapılırken kullanılan malzemenin köşe birleştirme türü ve kullanılan yapıştırıcının dayanımıdır (Altınok,1995). Mobilya konstrüksiyonlarında kutu birleşme yerlerinde meydana gelen mekanik zorlamalarda, zorlayıcı kuvvetler mobilyanın düşey ve yatay elemanlarını kapatmaya ve dışarı doğru ayırmaya çalışmaktadır (Şekil 3.8). Bu sebeple mobilyaların köşelerindeki kapanmayı ve açılmayı sembolize eden basma ve çekme deney metodu olarak tayin edilmiştir (Şekil 3.9).



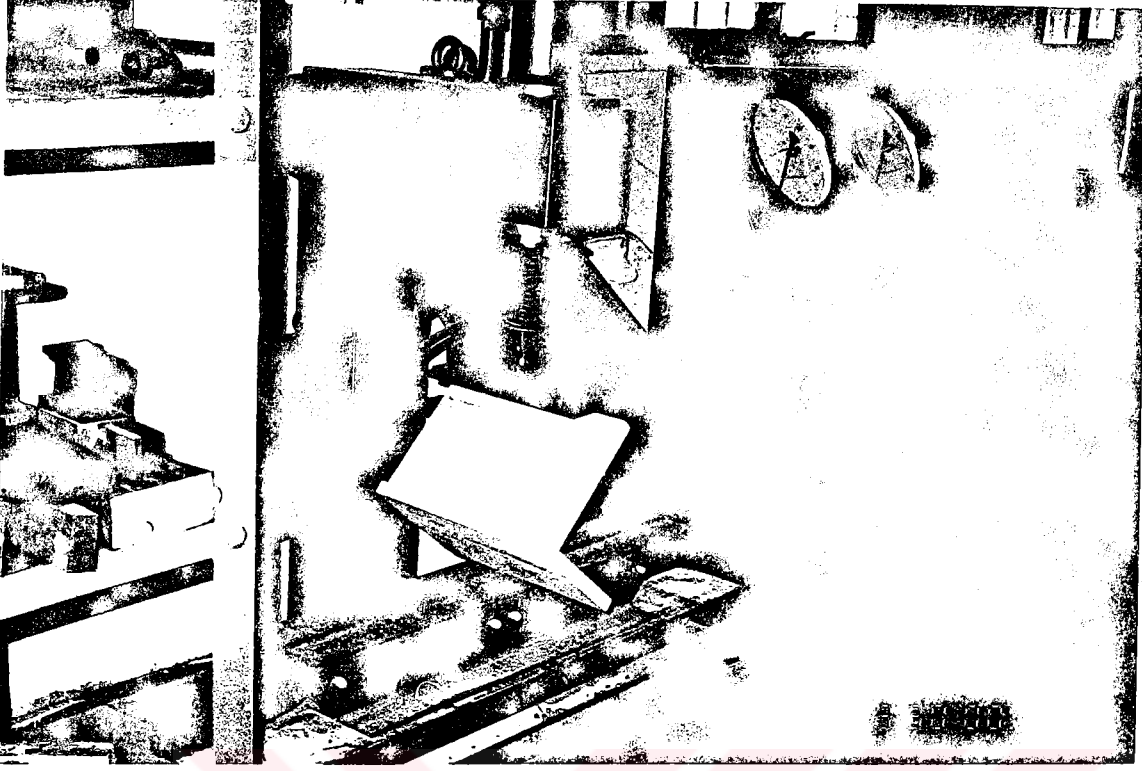
Şekil 3.8. Kutu birleşme yerlerinde meydana gelen mekanik zorlamalar



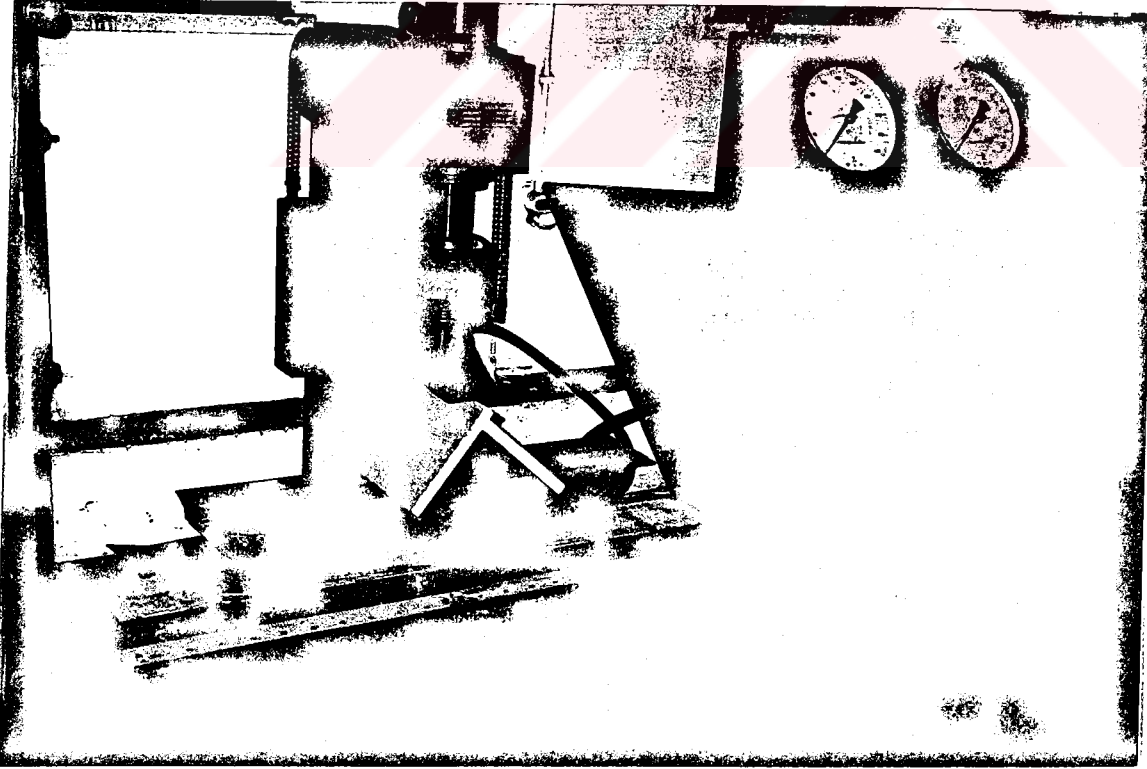
Şekil 3.9. Diyagonal basma ve çekme deneyleri

- a) Diyagonal basma deneyi
- b) Diyagonal çekme deneyi

Deneyler için Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü laboratuvarlarına ait SEİDNER test cihazı kullanılmıştır. Test cihazı 800 kg'lık kuvvet kademesine ayarlanıp basma ve çekme testleri gerçekleştirilmiştir. Deney örneğinin kırılma anındaki kuvvetleri (kg) cinsinden kaydedilmiştir (Şekil 3.10. ve Şekil 3.11.).



Şekil 3.10. Basma testinin uygulanışı



Şekil 3.11. Çekme testinin uygulanışı



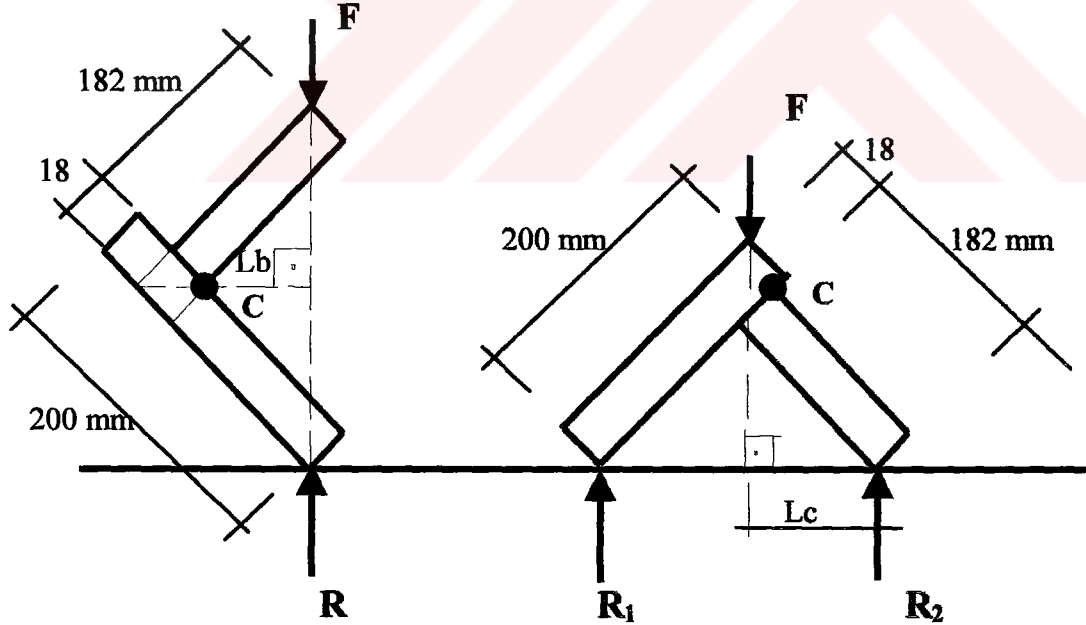
### 3.5. Teorik Esaslar

Diyagonal basma ve çekme deneylerinde test edilen örnekler iki eksenli ve yazım çerçeve elmanı şeklinde hazırlanmıştır (Şekil 3.12). Basma deneyi örneklerinde köşe birleşme yeri, diyagonal çekme de ise, mesnet noktaları kuvvet doğrultusunun dışında bulunmaktadır. Bu nedenle, örneklerin köşe birleşme yerlerinde moment kuvveti meydana gelir. Deney örneklerinin kırılma anındaki kuvvet  $F_{max}$  (N), basınç deney örneğinde dönme noktasından (c) kuvvet doğrultusuna dik mesafe  $L_b$  (mm), çekme deney örneğinde, mesnet noktalarından kuvvet doğrultusuna dik mesafe  $L_c$  (mm) olmak üzere moment kuvveti (M);

$$\text{Basınç örneği için} \quad M = F_{max} \times L_b \quad (\text{N.mm}) \quad (1)$$

$$\text{Çekme örneği için} \quad M = F_{max} \times L_c \quad (\text{N.mm}) \quad (2)$$

denkleminde hesaplanır.



Şekil 3.12. Diyagonal basma ve çekme deney örneklerinde kuvvet kolu ( $L_b$ ,  $L_c$ ) ve dönme noktaları (c)

Diyagonal basma ve çekme örneklerinde  $L_b=128,694$  mm, diyagonal çekme örneklerinde  $L_\varphi= 141,421$  mm olarak alınmıştır.  $L_b$  ve  $L_\varphi$ 'nin hesabın da dik üçgen bağıntısından yararlanılmıştır. Köşe birleşme yerlerindeki dayanım sadece yapıştırıcının taşıdığı kuvvet ile hesaplanmış; mesnet noktalarındaki sürtünme ve diğer kuvvetler dikkate alınmamıştır. Her üç köşe birleşme çeşidinin birleşmeye katılan elemanları ve yapışma yüzeyi alanları farklıdır.

Ayrıca basma ve çekme deneylerindeki örneklerin duruşuna göre birleşme tipinin dönme noktası ve yüzey alanlarının ağırlık merkezlerinin dönme noktalarına olan uzaklıkları da değişmektedir. Deney örneklerinin köşe birleşme yerlerindeki yapışma yüzeyi alanları  $A$  ( $\text{mm}^2$ ), yüzey alanlarının ağırlık merkezlerinden dönme noktalarına olan mesafeler  $L_m$  (mm), her bir yapıştırıcının birim alana gelen kopma yapışma dayanımı  $\sigma_k$  ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) ve çekme (kayma) yapışma dayanımı  $\tau_\varphi$  ( $\text{N}/\text{mm}^2$ ) olmak üzere; sadece çekme (kayma) gerilmesi olan yüzeylerde taşınan kuvvet  $F_\varphi$  ve moment  $M_\varphi$ ;

$$F_\varphi = \tau_\varphi \times A \text{ (N)}, \quad M_\varphi = A \times L_m \times \tau_\varphi \text{ (Nxmm)} \quad (3)$$

kopma gerilmesi olan yüzeylerde taşınan kuvvet  $F_k$  ve moment  $M_k$ ;

$$F_k = \sigma_k \times A \text{ (N)}, \quad M_k = A \times L_m \times \sigma_k \text{ (Nxmm)} \quad (4)$$

Eşitliklerinden hesaplanır. Diyagonal basma ve çekme örneklerinin köşe birleştirmeleri çekme ve kopma gerilmeli yapışma yüzeylerinden oluşmaktadır. Bu yüzeylerdeki toplam moment ( $M_t$ ) ;

$$(M_t) = [(A \times L_m \times \tau_\varphi) + (A \times L_m \times \sigma_k)] \text{ (Nxmm)} \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanır.

Diyagonal basma ve çekme örneklerinin köşe birleşme yerlerinde 1 ve 2 nolu denklemler ile hesaplanan deney kuvvetlerinin oluşturduğu momentler, köşe

birleşmelerin farklı büyüklüklerdeki yapışma yüzeylerinin dönme noktalarına göre oluşturduğu alan momentlerine eşit kabul edilir. Bu nedenle 5 nolu denklemde her bir tutkal çeşidi ve birleştirme çeşidi için hesaplanan toplam moment 1 ve 2 nolu denklemlerdeki moment yerine konarak;

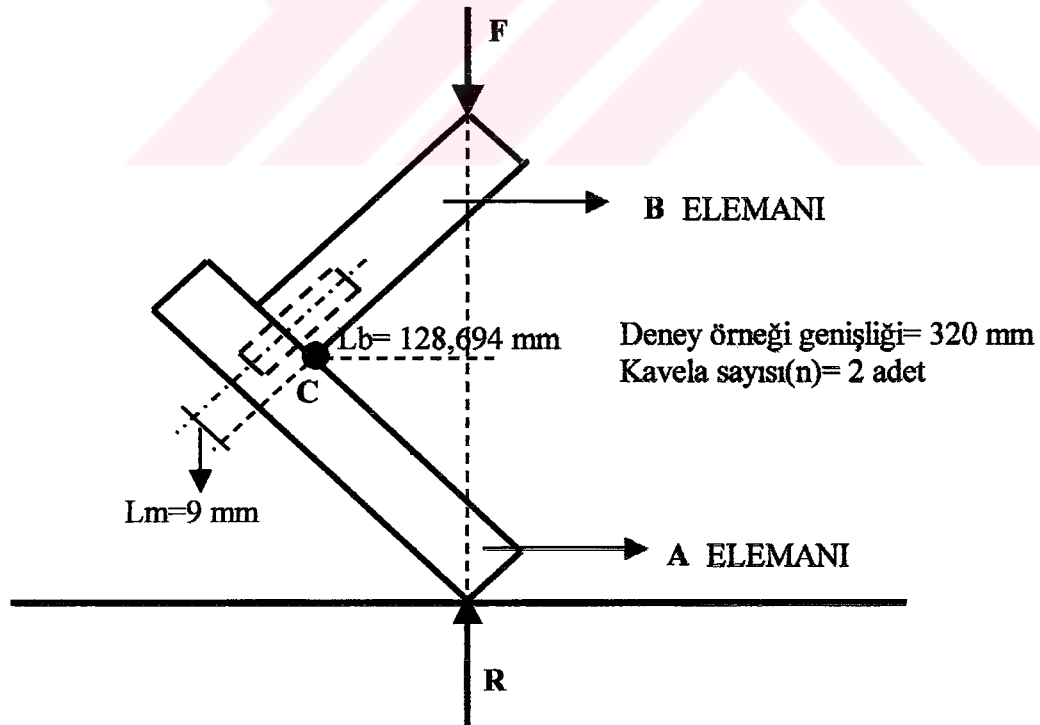
$$M=F_{\max} \times L_b \rightarrow M_t=F_b \times L_b \quad (6)$$

$$M=F_{\max} \times L_c \rightarrow M_t=F_c \times L_c \quad (7)$$

köşe birleşmelerin taşıyabileceği teorik basınç kuvveti ( $F_b$ ) ve çekme kuvveti ( $F_c$ ) hesaplanır.

### 3.5.1. Kavelalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Basma Analizi

Kavelalı köşe birleştirmede 2 adet kavelanın A ve B elemanlarındaki çeper yüzeylerinde çekme (kayma) ve elemanlar arasındaki arakesit yüzeyde kopma yapışma gerilmesi meydana geldiği kabul edilerek, köşe birleştirmenin taşıyabileceği toplam moment 5 no'lu denklem ile hesaplanır (Şekil 3.13.).



Şekil 3.13. Kavelalı köşe birleştirmede diyagonal basma

Kavelalı köşe birleştirmede yonga levha, suni reçine plakası ile kaplanmış levha (SUNTALAM) ve lif levhada diyagonal basma deneyi örneklerinin A ve B elemanı arasındaki arakesit yüzey yapışmasını temsil eden örnekler hazırlanarak, koparma deneyi yapılmış ve sonuçta PVA tutkalının kopma yapışma gerilmesi  $\sigma_k=0,8 \text{ N/mm}^2$ , polimarin tutkalının kopma yapışma gerilmesi  $\sigma_k=0,832 \text{ N/mm}^2$  olarak belirlenmiştir. Her iki tutkalın diyagonal basma ve çekme deneylerinde kullanılan malzemelerde kopma yapışma gerilmeleri birbirine yakın çıkmıştır. Bu % 3,2'lik birim gerilme farkının köşe birleştirmede önemli miktarda dayanımı etkilemeyeceğinden, ortalama  $0,8 \text{ N/mm}^2$  olarak kabul edilmiştir. Bu ön kabule bağlı olarak, kavelalı köşe birleştirmeli diyagonal basınç deneyinde elde edilen her bir maksimum kırılma kuvveti ( $F_{\max}$ ) 1 nolu denklemde yerine konmuş ve deney örneğinin  $L_b$  mesafesi 128,694 mm olmak üzere birleşme yerinde meydana gelen moment;

$$M=F_{\max} \times L_b$$

$$M=F_{\max} \times 128,694 \text{ (Nxmm)}$$

şeklinde belirlenmiştir. Köşe birleşme yerinde hesaplanan moment kuvvetini kavala yüzeylerindeki yapışma ile A ve B elemanları arasındaki ara kesit yüzeyin yapışma karşılanmaktadır. Daha önceden belirlenen kopma yapışma dayanımı değeri ( $0,8 \text{ N/mm}^2$ ) 4 nolu denklemde yerine konarak, arakesit yapışma yüzeyinin C dönme noktasına göre meydana getirdiği alan momenti ( $M_k$ );

$$M_k=(320 \times 18 \times 9 \times 0,8)$$

$$M_k=41472 \text{ Nxmm'lik}$$

üç malzeme çeşidi için sabit bir değer olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan alan momenti 5 nolu denklemde yerine konup, 5 nolu denklemdeki toplam moment ( $M_t$ ) yerine 1 nolu denklemde belirlenen her bir deney örneğinde meydana gelen moment değeri yazılarak, kavelalı köşe birleştirmenin PVA ve polimarin tutkalı için diyagonal basma dayanımı ( $\zeta_c$ );

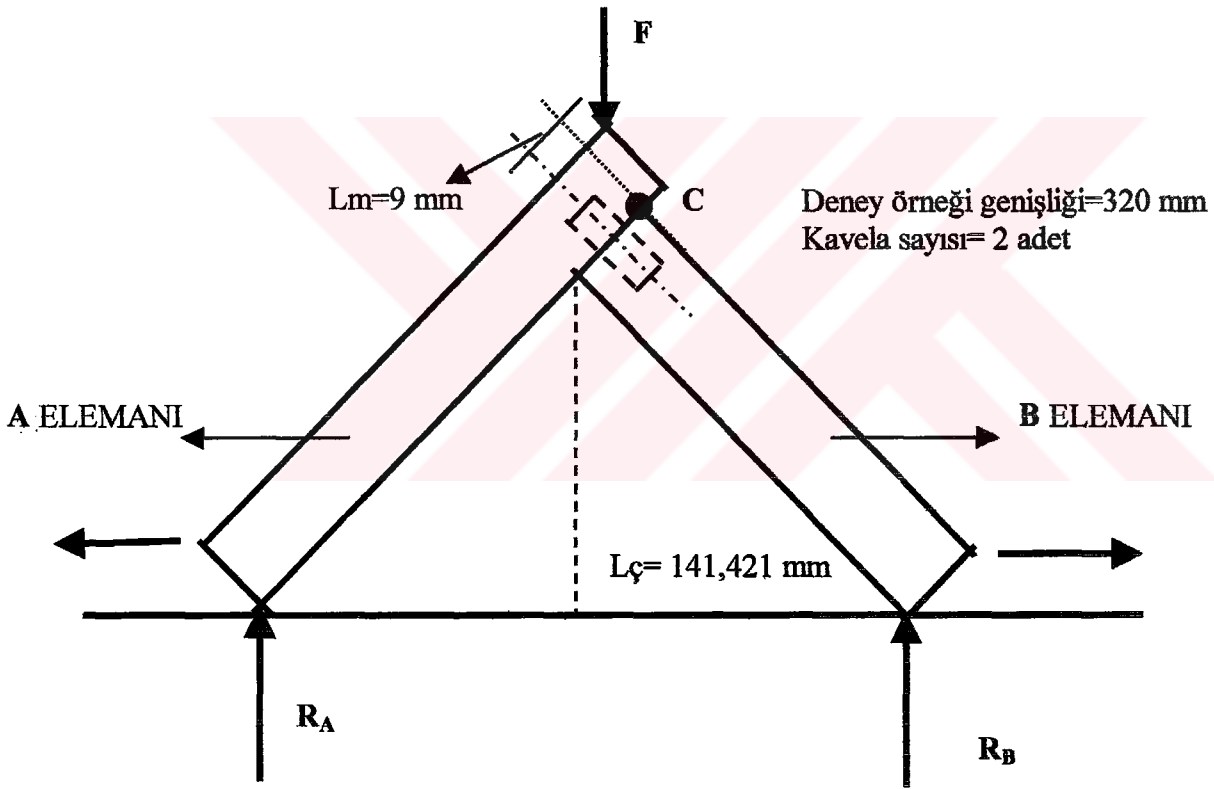
$$M \text{ (deney kuvveti} \times 128,694)=[2 \times (3,14 \times 10 \times 15 \times 9 \times \zeta_c)+41472] \text{ buradan}$$

$$\tau_f = \frac{M - 41472}{8469} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

olarak hesaplanmıştır.

### 3.5.2. Kavelalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Çekme Analizi

Kavelalı köşe birleşmede diyagonal çekme analiz edildiğinde, diyagonal basınç analizinde olduğu gibi köşe birleşme yerinde deney kuvvetinin destek noktasına göre oluşturduğu moment kuvvetini kavelaların çeper yüzeyindeki yapışma ile A ve B elemanlarının arasındaki ara kesit yüzey yapışmasını karşılamaktadır (Şekil 3.14).



Şekil 3.14. Kavelalı köşe birleştirmede çekme

Kavelalı köşe birleşmenin basınç analizindeki  $C$  dönme noktası ve çekme analizindeki  $C$  dönme noktasının kavela dönme eksenine göre aynı mesafede ( $L_m$ ),  $A$  ve  $B$  elemanları arasındaki arakesit yüzeyinde aynı olması diyagonal çekme dayanımının hesaplanmasında diyagonal basınç dayanımının hesaplanmasındaki işlemler tekrarlanmıştır. Bunun için, diyagonal çekme analizinde kuvvet

doğrultusunun mesnetlere olan dik mesafesi ( $L_c$ ) 141,421 mm olmak üzere deney kuvvetinin köşe birleşme yerinde oluşturduğu moment denklemi 1'den, ara kesit yüzeydeki kopma yapışma etkisi 41472 Nmm ( $320 \times 18 \times 9 \times 0,8$ ) olmak üzere, kavelaların oluşturduğu diyagonal çekme dayanımı ( $\tau_c$ ) 5 nolu denklemden

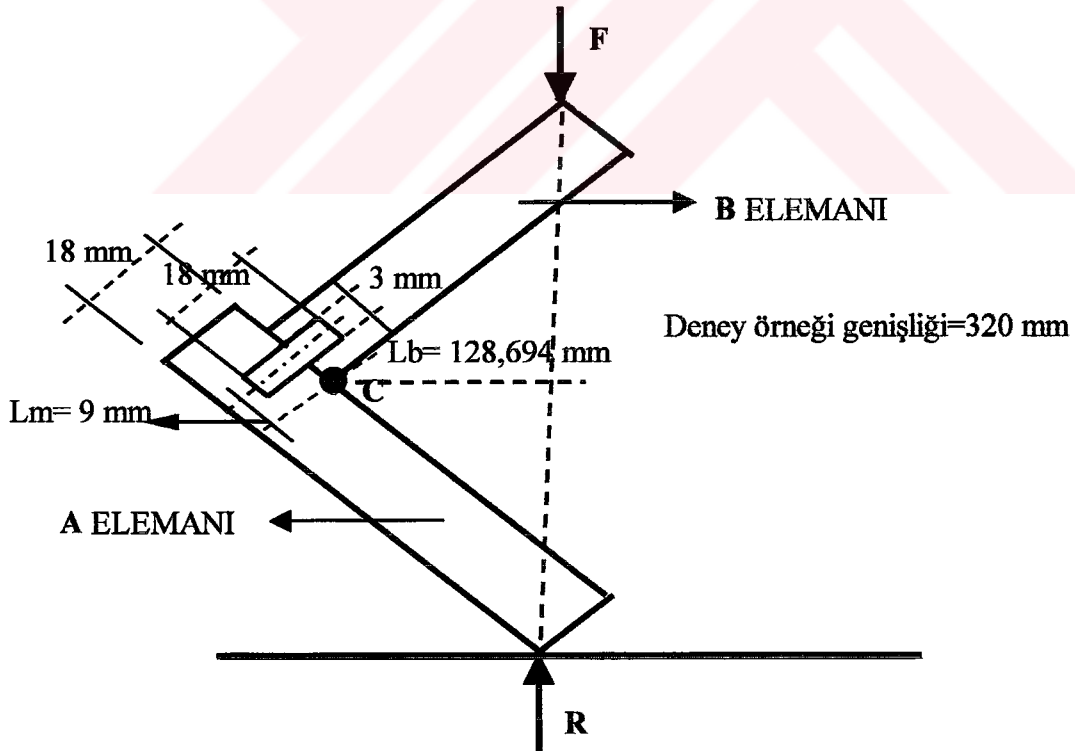
$$M (\text{Deney kuvveti} \times 141,421) = [2 \times (3,14 \times 10 \times 15 \times 9 \times \tau_c) + 41472] \quad \text{buradan}$$

$$\tau_c = \frac{M - 41472}{8469} \quad (\text{N/mm}^2)$$

olarak her üç malzeme çeşidi için hesaplanmıştır.

### 3.5.3. Yabancı Çıtalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Basma Analizi

Yabancı çıtalı köşe birleştirmede diyagonal basma analiz edildiğinde, köşe birleşme yerinde deney kuvvetinin C dönme noktasına göre oluşturduğu moment kuvvetini yabancı çitanın geniş yüzeylerindeki yapışma ile A ve B elemanlarının arasındaki ara kesit yüzey yapışması karşılamaktadır (Şekil 3.13.).



Şekil 3.15. Yabancı çıtalı köşe birleştirmede diyagonal basma

Köşe birleşmenin taşıyabileceği toplam moment 5 nolu denklem ile hesaplanır. Bunun için, kuvvet doğrultusundan C dönme noktasına olan dik mesafe ( $L_b$ ) 128,694 mm olmak üzere, her bir diyagonal basınç deneyi kuvveti 1 nolu denklemde yerine konarak, köşe birleşme yerindeki moment;

$$M = F_{\max} \times L_b$$

$$M = F_{\max} \times 128,694 \text{ (Nxmm)}$$

olarak hesaplanmıştır. Yabancı çatalı köşe birleştirmeli diyagonal basınç örneklerinin köşesinde hesaplanan bu moment kuvvetinin bir kısmını karşılayan ara kesit yüzeydeki kopma yapışma etkisi 41472 Nxmm ( $320 \times 18 \times 9 \times 0,8$ ) olmak üzere yabancı çitanın oluşturduğu diyagonal basma dayanımı ( $\tau_c$ ) 5 nolu denklemde;

$$M \text{ (Deney kuvveti} \times 128,694) = [A \times L_m \times \tau_c \times x] + (41472)$$

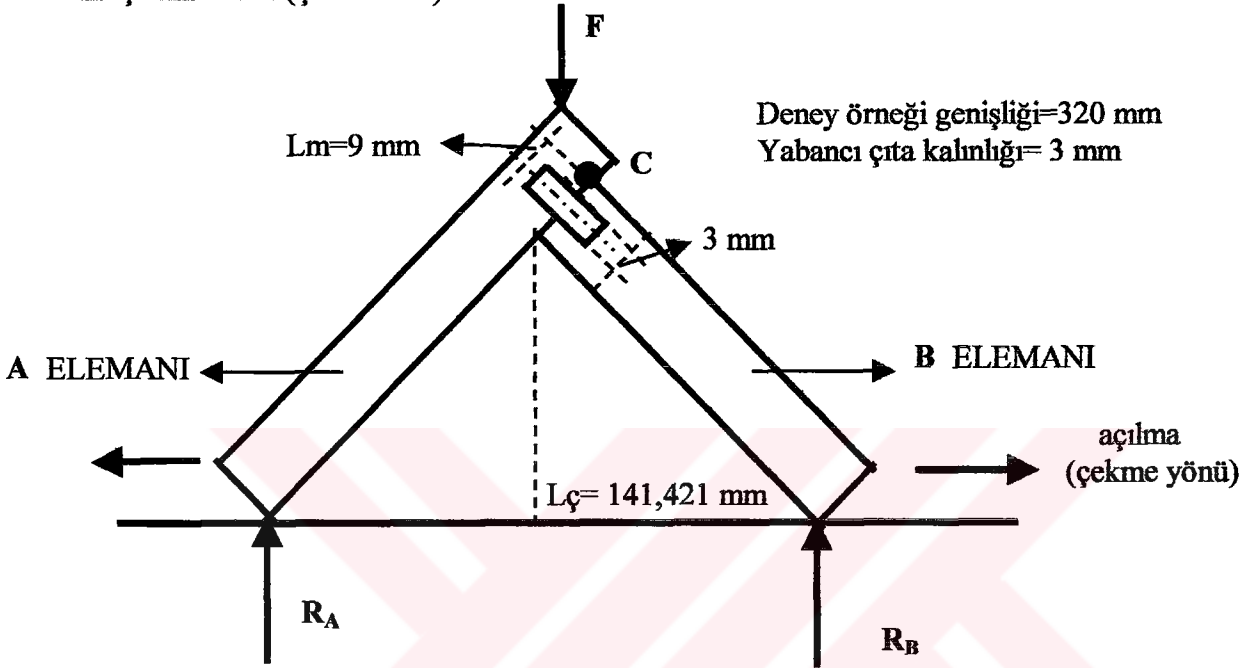
$$= [(320 \times 18 \times 9 \times \tau_c) + 41472] \text{ buradan}$$

$$\tau_c = \frac{M - 41472}{51840} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

olarak her üç malzeme çeşidi için hesaplanmıştır.

### 3.5.4. Yabancı Çıtalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Çekme Analizi

Yabancı çıtalı köşe birleştirmede diyagonal çekme analiz edildiğinde, köşe birleşme yerinde deney kuvvetinin oluşturduğu moment kuvvetini yabancı çitanın geniş yüzeylerindeki yapışma ile A ve B elemanları arasındaki ara kesit yüzeydeki yapışma karşılamaktadır (Şekil 3.16.).



Şekil 3.16. Yabancı çıtalı köşe birleştirmede diyagonal çekme

Diyagonal çekme analizindeki C dönme noktası ile yabancı çita eksenindeki mesafe ( $L_m$ ) diyagonal basınç analizindeki C dönme noktasının yabancı çita eksenine olan mesafe ile aynı ve ara kesit yapışma yüzeyinin de aynı olması nedeni ile, diyagonal basınç dayanımının hesabındaki işlemler tekrarlanmıştır. Bunun için, diyagonal çekme analizinde kuvvet doğrultusunun mesnetlere olan dik mesafesi  $L_ç=141,421$  mm olmak üzere deney kuvvetlerinin köşe birleşme yerlerinde oluşturduğu moment denklem 1'den, ara kesit yüzeydeki kopma yapışma etkisi  $41472$  Nxmm ( $320 \times 18 \times 9 \times 0,8$ ) olmak üzere ( $\tau_ç$ ) 5 nolu denklemden;

$$M (\text{Deney kuvveti} \times 141,421) = [(18 \times 320 \times 9 \times \tau_ç) + 41472] \quad \text{buradan}$$

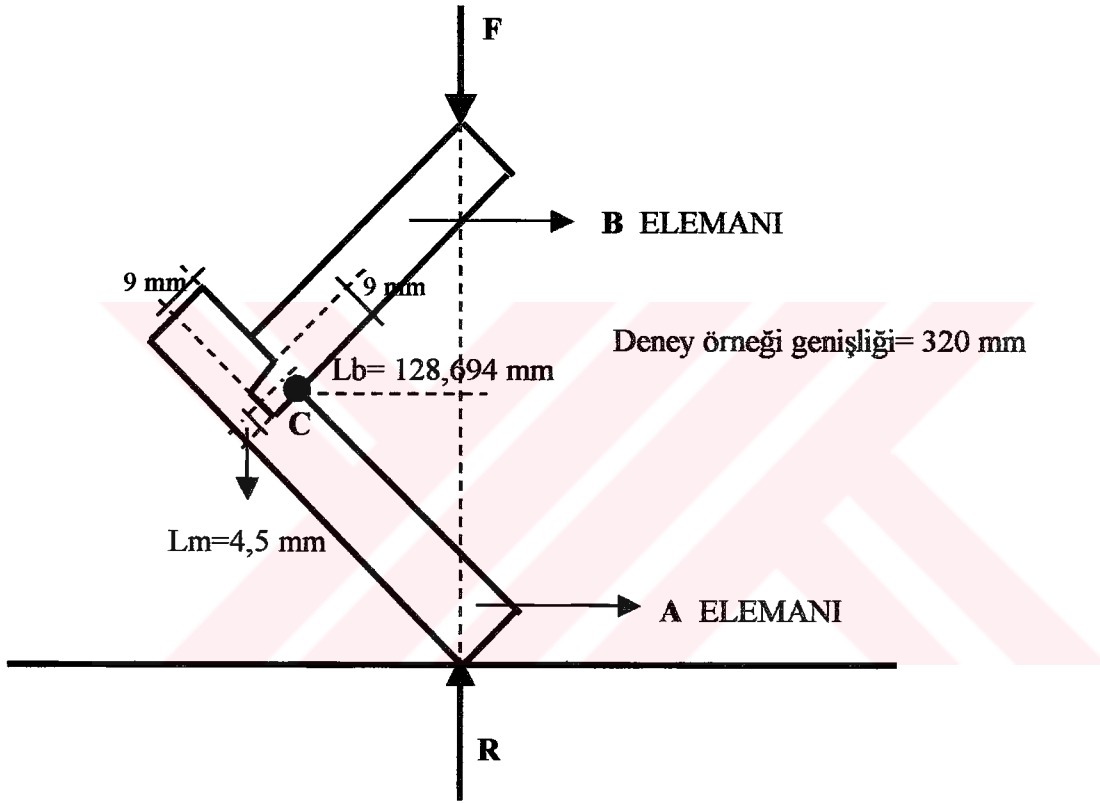
$$\tau_ç = \frac{M - 41472}{51840} \quad (\text{N/mm}^2)$$

olarak her üç malzeme çeşidi için hesaplanmıştır.



### 3.5.5. Lambalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Basma Analizi

Lambalı köşe birleştirmede diyagonal basınç analiz edildiğinde, köşe birleşme yerinde diyagonal basınç analiz edildiğinde, köşe birleşme yerinde deney kuvvetinin C dönme noktasına göre oluşturduğu moment kuvvetini B elemanına açılan lambanın alt ve üst yüzeyindeki yapışma ile elemanlar arasındaki ara kesit yüzey yapışması karşılamaktadır (Şekil 3.17.).



Şekil 3.17. Lambalı köşe birleştirmede diyagonal basınç

Lambalı köşe birleştirmenin taşıyabileceği toplam moment 5 nolu denklem ile hesaplanır. Bunun için, kuvvet doğrultusundan C dönme noktasına olan dik mesafe ( $L_b$ )  $128,694 \text{ mm}$  olmak üzere her bir diyagonal basınç deneyi kuvveti 1 nolu denklemde yerine konarak köşe birleşme yerinde ki moment;

$$M = F_{\max} \times L_b$$

$$M = F_{\max} \times 128,694 \text{ (Nxmm)}$$

olarak hesaplanmıştır. Lambalı köşe birleştirmeli diyagonal basınç örneklerinin köşesinde hesaplanan bu moment kuvvetinin bir kısmını karşılayan ara kesit yüzeydeki (A ve B elemanı arasındaki yapışma yüzeyi ve B elemanına açılan lamba ile A elemanına açılan kiriş tabanı arasındaki yapışma yüzeyi) kopma yapışma etkisi 41472 Nxmm [(9x320+9x320)x9x0,8] olmak üzere lambanın oluşturduğu diyagonal basınç dayanımı ( $\tau_c$ ) 5 nolu denklemde

$$M \text{ (Deney kuvveti } 128,694) = [A \times L_m \times \tau_c] + (41472)$$

$$= [(320 \times 18 \times 9 \times \tau_c) + 41472] \quad \text{buradan}$$

$$\tau_c = \frac{M - 41472}{25920} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

olarak her üç malzeme çeşidi için hesaplanmıştır.

### 3.5.6. Lambalı Köşe Birleştirmede Diyagonal Çekme Analizi

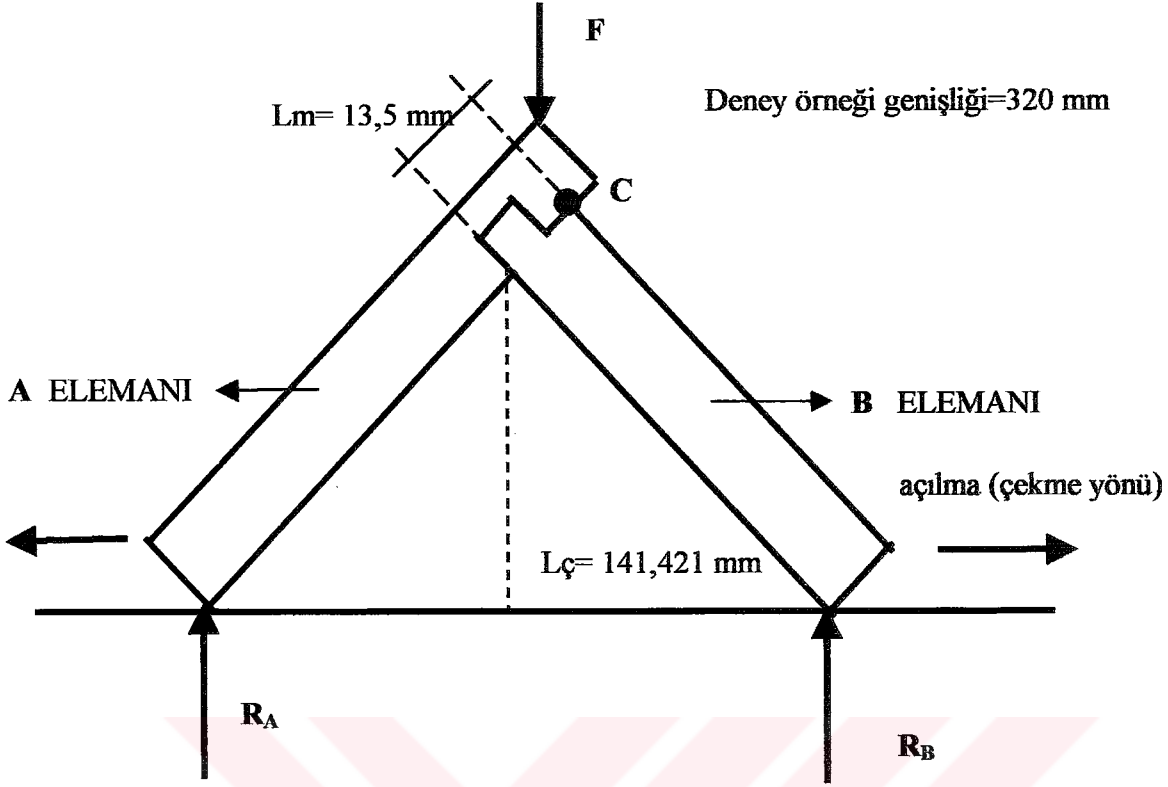
Lambalı köşe birleştirmede diyagonal çekme analiz edildiğinde, köşe birleşme yerinde deney kuvvetinin oluşturduğu moment kuvvetini lambanın alt ve üst yüzeylerindeki yapışma ile A ve B elemanları arasındaki ara kesit yüzey yapışması karşılamaktadır (Şekil 3.18).

Diyagonal çekme analizinde kuvvet doğrultusunun mesnetlere olan dik mesafesi  $L_c = 141,421$  mm olmak üzere deney kuvvetlerinin köşe birleşme yerlerinde oluşturduğu moment 1 nolu denklemde, ara kesit yüzeydeki yapışma etkisi 41472 Nxmm (320x18x9x0,8) olmak üzere lambanın oluşturduğu diyagonal çekme dayanımı ( $\tau_c$ ) 5 nolu denklemde;

$$M \text{ (Deney kuvveti } 141,421) = [(18 \times 320 \times 13,5 \times \tau_c) + 41472] \quad \text{buradan}$$

$$\tau_c = \frac{M - 41472}{77760} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

olarak her üç malzeme çeşidi için hesaplanmıştır.



Şekil 3.18. Lambalı köşe birleştirmede diyagonal çekme

### 3.6. İstatistik Değerlendirme

Kutu mobilyaların köşe birleşme yerlerindeki diyagonal basma ve çekme dayanımlarına levha cinsi, tutkal çeşidi ve köşe birleştirme konstrüksiyon etkilerini araştırmak için üç levha cinsi (yonga levha, MDF ve suni reçine plakasıyla kaplanmış levha SUNTALAM), iki tutkal çeşidi (polivinil asetat-PVA, Polimarinde modur UTKA) ve üç konstrüksiyon tipinden (kavelalı köşe birleştirme, yabancı çitallı birleştirme ve lambalı birleştirme) oluşan 3x2x3 faktöryel terkibine göre sonuçlara çoklu varyans analizi uygulanmıştır. %5 hata payı ile etkili olmuş faktörlerden hangisinin anlamlı olduğunu belirtmek için Duncan testi uygulanmıştır.

#### 4. BULGULAR

Teorik hesaplama sonunda polivinilasetat PVA tutkalı ile yapıştırılmış deney örneklerinden elde edilmiş diyagonal basma dayanımı değerleri Çizelge 4.1.'de, polimarin-desmodır UTAKA tutkalı ile yapıştırılmış deney örneklerinden elde edilen diyagonal basınç dayanımı değerleri Çizelge 4.2.'de, polivinilasetat PVA tutkalı ile yapıştırılmış deney örneklerinden elde edilen diyagonal çekme dayanımı değerleri Çizelge 4.3. ve polimarin tutkalı ile yapıştırılmış deney örneklerinden elde edilen çekme dayanımı değerleri Çizelge 4.4.'de verilmiştir.

Kutu mobilyalarda uygulanan köşe birleştirmelerin diyagonal basma ve çekme dayanımına levha cinsi, tutkal çeşidi ve konstrüksiyon tipinin etkilerine ilişkin istatistiksi sonuçlar Çizelge 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. PVA tutkallı deney örneklerinden elde edilen diyagonal basma dayanımı değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

KAVELALI BİRLEŞTİRME			YABANCI ÇİTALİ BİRLEŞTİRME			LAMBALI BİRLEŞTİRME		
Y.LEV	MDF	S.LAM	Y.LEV	MDF	S.LAM	Y.LEV	MDF	S.LAM
0,02	0,49	0,44	0,03	0,48	0,07	0,06	0,05	0,16
0,02	0,25	0,76	0,005	0,24	0,07	0,06	0,09	0,20
0,02	0,95	0,25	0,09	0,22	0,13	0,06	0,04	0,20
0,44	0,25	0,49	0,09	0,04	0,04	0,06	0,12	0,22
0,49	0,84	0,49	0,09	0,22	0,005	0,09	0,15	0,16
0,25	0,25	0,49	0,005	0,04	0,02	0,06	0,09	0,22
0,25	0,49	0,25	0,06	0,04	0,07	0,03	0,12	0,20
0,76	0,25	0,84	0,11	0,24	0,13	0,04	0,15	0,22
0,25	0,49	0,49	0,13	0,48	0,07	0,06	0,15	0,20
0,20	0,84	0,25	0,09	0,04	0,04	0,08	0,07	0,20

Çizelge 4.2. Polimerin tutkallı deney örneklerinden elde edilen diyagonal basma dayanımı değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

KAVELALI BİRLEŞTİRME			YABANCI ÇITALI BİRLEŞTİRME			LAMBALI BİRLEŞTİRME		
Y.LEV	MDF	S.LAM	Y.LEV	MDF	S.LAM	Y.LEV	MDF	S.LAM
0,90	0,90	0,95	0,50	0,48	0,09	0,42	0,54	0,22
0,67	0,90	1,19	0,52	0,79	0,005	0,09	0,12	0,16
0,32	0,55	0,25	0,48	0,39	0,03	0,11	0,12	0,16
0,32	1,23	0,49	0,48	0,79	0,09	0,003	0,54	0,23
0,20	0,67	0,72	0,66	0,74	0,13	0,04	0,15	0,25
0,79	0,20	0,49	0,66	0,74	0,13	0,04	0,15	0,22
0,90	1,23	0,49	0,79	0,50	0,09	0,003	0,12	0,22
0,55	0,32	0,20	0,39	0,50	0,04	0,08	0,16	0,19
0,32	0,67	0,25	0,79	0,39	0,06	0,11	0,20	0,14
0,67	0,90	0,25	0,79	0,66	0,06	0,09	0,12	0,16

Çizelge 4.3. PVA tutkallı deney örneklerinden elde edilen diyagonal çekme dayanımı değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

KAVELALI BİRLEŞTİRME			YABANCI ÇITALI BİRLEŞTİRME			LAMBALI BİRLEŞTİRME		
Y.LEV	MDF	S.LAM	Y.LEV	MDF	S.LAM	Y.LEV	MDF	S.LAM
16,74	8,03	3,93	2,94	3,31	1,11	2,26	2,39	0,33
9,69	12,13	2,64	1,84	2,65	1,05	2,53	2,06	0,35
16,74	7,13	2,64	2,94	3,55	0,60	2,16	1,70	0,33
10,33	10,33	2,64	2,82	2,70	0,87	2,26	1,56	0,35
10,59	11,79	2,90	2,26	2,99	1,03	2,28	1,95	0,49
16,74	12,26	3,29	1,87	3,72	1,28	2,56	1,27	0,44
16,74	7,26	6,49	1,96	3,92	0,50	1,28	1,99	0,52
16,74	12,90	4,57	2,42	2,99	0,50	1,82	1,80	0,46
16,74	11,62	6,49	1,84	3,67	1,28	2,26	1,52	0,33
16,74	7,00	6,49	1,91	3,23	0,87	2,74	1,56	0,33

Çizelge 4.4. Polimarin tutkallı deney örneklerinden elde edilen diyagonal çekme dayanımı değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

KAVELALI BİRLEŞTİRME			YABANCI ÇİTALI BİRLEŞTİRME			LAMBALI BBİLEŞTİRME		
Y.LEV	MDF	S.LAM	Y.LEV	MDF	S.LAM	Y.LEV	MDF	S.LAM
9,31	16,10	5,85	4,89	3,04	1,18	1,94	1,97	0,27
12,64	9,31	3,29	4,94	3,94	0,76	1,73	2,01	0,33
9,56	20,33	2,64	4,94	3,69	0,99	1,35	2,24	0,63
9,82	9,05	3,93	5,43	3,69	1,04	1,49	2,57	0,44
9,31	9,69	2,00	4,28	3,55	0,87	2,28	2,25	0,33
9,69	14,18	3,67	5,27	3,44	1,04	2,04	2,99	0,33
11,62	10,97	3,67	5,75	3,44	0,71	2,02	2,25	0,35
14,69	17,00	3,29	5,75	3,69	0,71	1,73	1,56	0,62
10,97	9,31	3,93	4,16	3,93	0,71	2,02	1,92	0,52
9,82	15,46	4,57	4,42	3,79	1,11	1,77	1,92	0,67

Çizelge 4.5.'de verilen ortalamalar incelendiğinde, genel olarak kavelalı birleştirme tipinin, diğerlerine oranla daha yüksek basma ve çekme dayanımı gösterdiği görülmektedir. Standart sapma değerleri incelendiğinde ise, birkaç deney grubu dışında standart sapma değerlerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.6.'da verilen diyagonal basma dayanımına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, tutkal çeşidi, malzeme cinsi ve birleştirme tipi interaksyonu (AxBxC) dışında diğer grupların önemli olduğu görülmektedir. Bu gruplardaki sıralamanın belirlenebilmesi için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11.'de, bu çizelgelerin değerlerinin grafikleri ise Şekil 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Diyagonal basınç ve çekme dayanımına ilişkin istatistiki sonuçlar (N/mm<sup>2</sup>)

		PVA Tutkalı			Polimerin Tutkalı			
			Kavelalı	Y. Çıtalı	Lambalı	Kavelalı	Y. Çıtalı	Lambalı
Diyagonal Basma	Yonga levha	Min	0,02	0,005	0,03	0,32	0,39	0,003
		Max	0,76	0,13	0,09	0,90	0,79	0,42
		$\bar{x}$	0,27	0,07	0,06	0,56	0,61	0,10
		S	0,24	0,04	0,02	0,26	0,15	0,12
	MDF	Min	0,25	0,04	0,04	0,32	0,39	0,12
		Max	0,95	0,48	0,15	1,23	0,79	0,54
		$\bar{x}$	0,51	0,20	0,10	0,76	0,60	0,22
		S	0,26	0,17	0,04	0,34	0,16	0,17
	Suntala m	Min	0,25	0,005	0,16	0,20	0,005	0,14
		Max	0,84	0,13	0,22	1,19	0,13	0,23
		$\bar{x}$	0,48	0,06	0,20	0,53	0,07	0,20
		S	0,20	0,04	0,02	0,33	0,04	0,04
Diyagonal Çekme	Yonga levha	Min	9,69	1,84	1,28	9,31	4,16	1,35
		Max	16,74	2,94	2,56	14,69	5,75	2,28
		$\bar{x}$	14,78	2,28	2,22	10,75	4,98	1,84
		S	3,17	0,47	0,41	1,77	0,57	0,28
	MDF	Min	7,00	2,65	1,52	9,31	3,04	1,56
		Max	12,90	3,92	2,39	20,33	3,94	2,99
		$\bar{x}$	10,05	3,27	1,78	12,14	3,62	2,17
		S	2,42	0,44	0,33	4,87	0,27	0,40
	Suntala m	Min	2,64	0,50	0,33	2,00	0,71	0,27
		Max	6,49	1,28	0,52	5,85	1,18	0,67
		$\bar{x}$	4,21	0,91	0,39	3,68	0,91	0,45
		S	1,69	0,30	0,08	1,05	0,18	0,15

Diyagonal basma dayanımına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

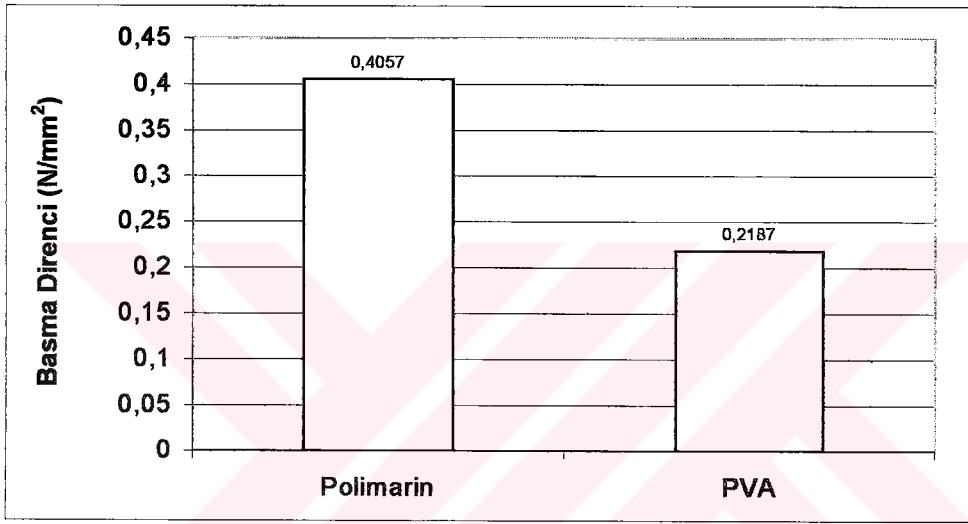
Çizelge 4.6. Diyagonal basma dayanımına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

K Değeri	Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değeri	P<% 5
2	Factor A Tutkal çeşidi	1	1,574	1,574	47,3106	0,0000
4	Factor B Malzeme cinsi	2	0,695	0,348	10,4502	0,0001
6	AB	2	0,642	0,321	9,6465	0,0001
8	Factor C Birleştirme tipi	2	4,258	2,129	64,0146	0,0000
10	AC	2	0,496	0,248	7,4490	0,000
12	BC	4	1,144	0,286	8,5958	0,000
14	ABC	4	0,286	0,072	2,1505	0,077
15	Hata	162	5,388	0,033		
	Toplam	179	14,482			

Çizelge 4.7. Basma deneyinde tutkal çeşidine ilişkin Duncan karşılaştırması

Tutkal Çeşidi	Basma Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan Grubu
Polimarin	0,4057	A
PVA	0,2187	B

Çizelge 4.7.'de verilen değerlere göre, Polimarin tutkalının PVA'ya oranla daha iyi basma dayanımı göstermiştir (Şekil 4.1).



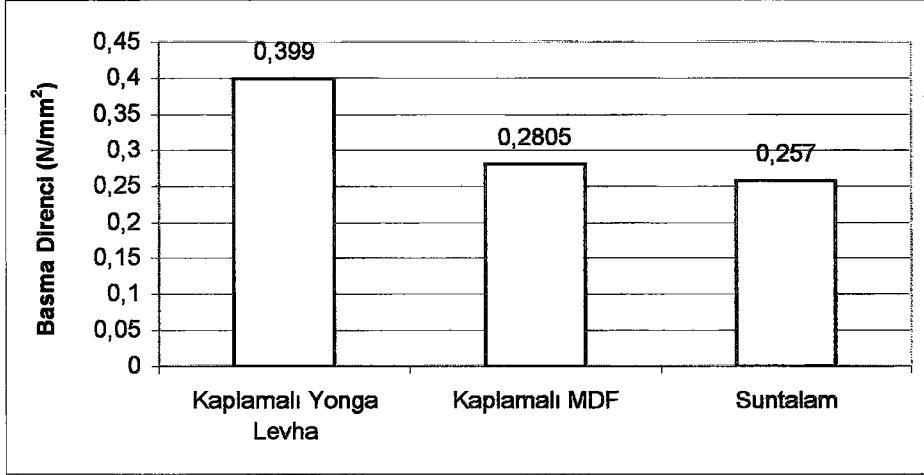
Şekil 4.1. Tutkal çeşitlerinin basma dayanımları

Çizelge 4.8. Basma deneyinde levha cinsine ilişkin Duncan karşılaştırılması

Levha Cinsi	Basma Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan Grubu
Kaplamalı Yonga Levha	0,3990	A
Kaplamalı MDF	0,2805	B
Suntalam	0,2570	B

Çizelge 4.8.'de verilen değerlere göre, kaplamalı yonga levhanın MDF ve Suntalama oranla daha iyi basma dayanımı göstermiştir (Şekil 4.2).



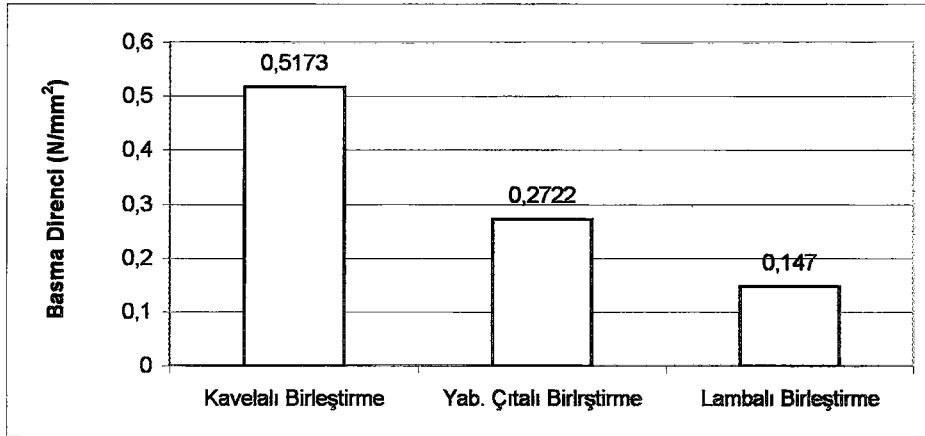


Şekil 4.2. Levha cinsinin basma dayanımları

Çizelge 4.9. Basma deneyinde birleştirme tipine ilişkin Duncan karşılaştırılması

Birleştirme tipi	Basma dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan grubu
Kavelalı birleştirme	0,5173	A
Yabancı çıtalı birleştirme	0,2722	B
Lambalı birleştirme	0,1470	C

Çizelge 4.9.'de verilen değerlere göre kavelalı birleştirme tipinin diğer birleştirme tipine oranla daha iyi basma dayanımı göstermiştir (Şekil 4.3).

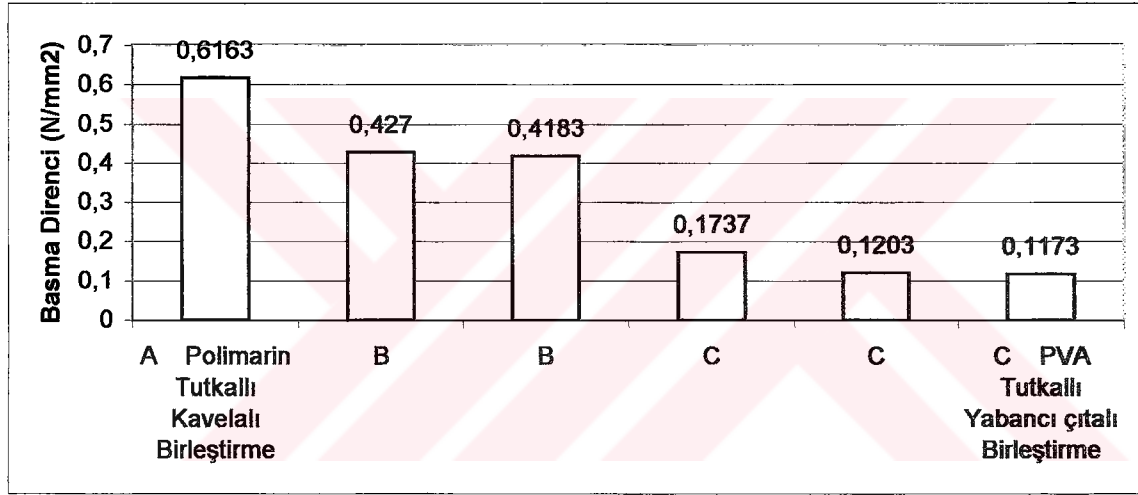


Şekil 4.3. Birleştirme tipinin basma dayanımları

Çizelge 4.10. Basma deneyinde tutkal Çeşidi+Birleşme tipinin Duncan karşılaştırılması

Tutkal çeşidi+Birleştirme tipi	Basma dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan grubu
Polimarin tutkallı Levhalı birleştirme	0,6163	A
PVA tutkallı yabancı çıtalı birleştirme	0,1173	C

Çizelge 4.10.'da verilen değerlere göre polimarin tutkallı kavelalı birleştirme tipi, diğerlerine oranla daha iyi basma dayanımı göstermiştir (Şekil 4.4).

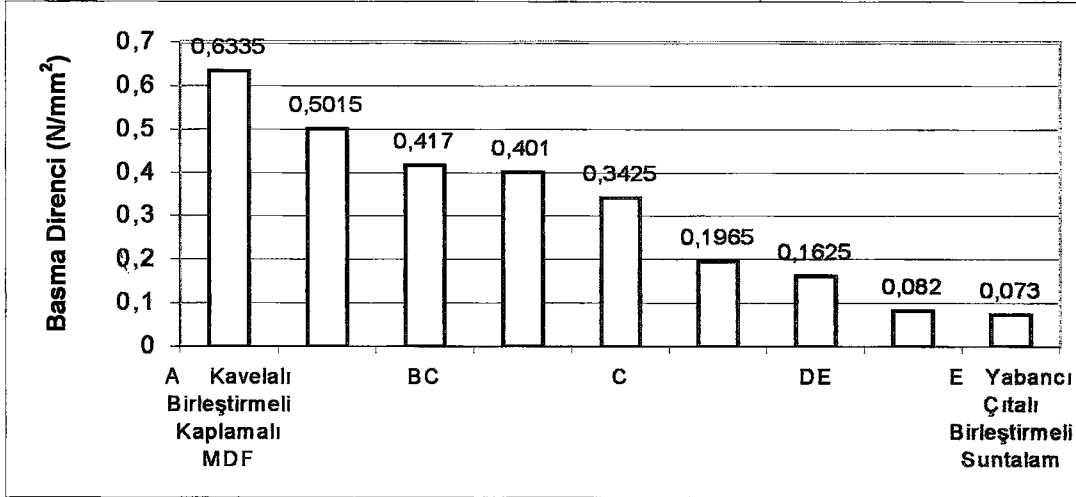


Şekil 4.4. Tutkal çeşidi + birleştirme tipinin basma dayanımları

Çizelge 4.11. Basma deneyinde levha cinsi + Birleşme tipinin Duncan karşılaştırılması

Levha hacmi+Birleştirme tipi	Basma dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan grubu
Kavelalı birleştirmeli kaplamalı MDF	0,6335	A
Yabancı çıtalı birleştirmeli suntalam	0,07300	E

Çizelge 4.11.'da verilen değerlere göre kavelalı birleştirmeli kaplamalı MDF, diğerlerine göre daha iyi basma dayanımı göstermiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Levha cinsi+Birleştirme tipinin basma dayanımları

Çizelge 4.12. Diyagonal çekme dayanımına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

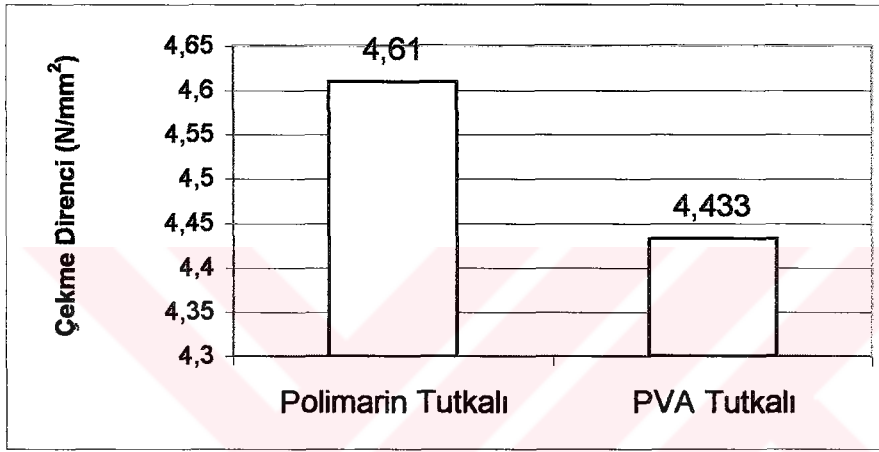
K Değeri	Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F Değerleri	P<%5
2	Factor A Tutkal Çeşidi	1	1,419	1,419	0,6315	
4	Factor B Malzeme cinsi	2	693,021	346,510	154,2410	0,0000
6	AB	2	27,791	13,895	6,1852	0,0026
8	Factor C Birleştirme Tipi	2	2213,881	1106,941	492,7286	0,0000
10	AC	2	17,642	8,821	3,9265	0,0216
12	BC	4	348,945	87,236	38,8312	0,0000
14	ABC	4	122,428	30,607	13,6240	0,0000
15	Hata	162	363,941	2,247		
	Toplam	179	3789,069			

Çizelge 4.12.'de verilen diyagonal çekme dayanımına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçlarına göre tüm grupların önemli olduğu görülmektedir. Bu gruplardaki Duncan testi sonuçları Çizelge 4.13, 4.14, 4.15, 4.16, 4.17 ve 4.18 de, bu çizelgelerdeki değerlere ilişkin grafikler ise Şekil 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10 ve 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Çekme deneyinde tutkal çeşidine göre Duncan karşılaştırılması

Tutkal çeşidi	Çekme dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan grubu
Polimerin tutkalı	4,610	A
PVA tutkalı	4,433	A

Çizelge 4.13.'da verilen değerlere göre PVA ve polimerin tutkalları birbirine yakın çekme dayanımları göstermiştir (Şekil 4.6)

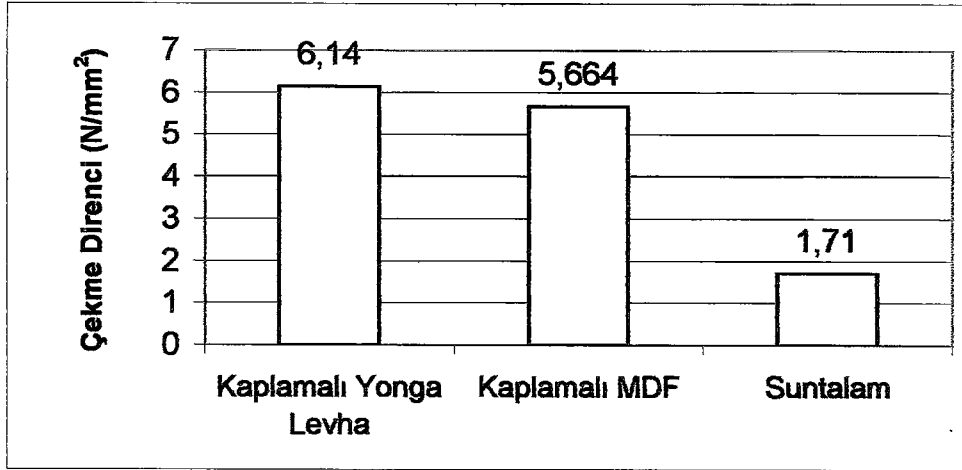


Şekil 4.6. Tutkal çeşidinin çekme dayanımları

Çizelge 4.14. Çekme deneyinde levha cinsine ilişkin Duncan karşılaştırılması

Levha cinsi	Çekme dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan grubu
Kaplamalı yonga levha	6,140	A
Kaplamalı MDF	5,664	A
Suntalam	1,710	B

Çizelge 4.14.'da verilen değerlere göre kaplamalı yonga levha ve kaplamalı MDF, Suntalama göre daha iyi çekme dayanımı göstermiştir (Şekil 4.7).

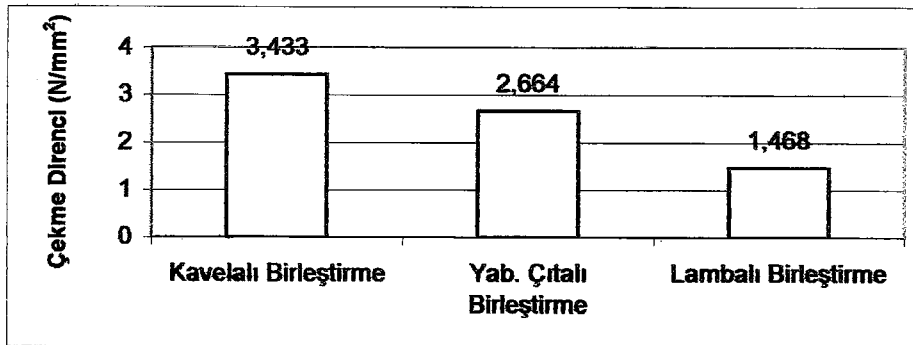


Şekil 4.7. Levha cinsinin çekme dayanımları

Çizelge 4.15. Çekme deneyinde birleştirme tipine ilişkin Duncan karşılaştırılması

Birleştirme tipi	Çekme Dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan Grubu
Kavelalı Birleştirme	3,433	A
Yabancı Çıtalı Birleştirme	2,664	B
Lambalı Birleştirme	1,468	C

Çizelge 4.15.'de verilen değerler, birleşme tipine göre en iyi çekme dayanımlarının sırasıyla kavelalı birleştirme, yabancı çıtalı birleştirme, lambalı birleştirme olduğunu göstermiştir (Şekil 4.8).

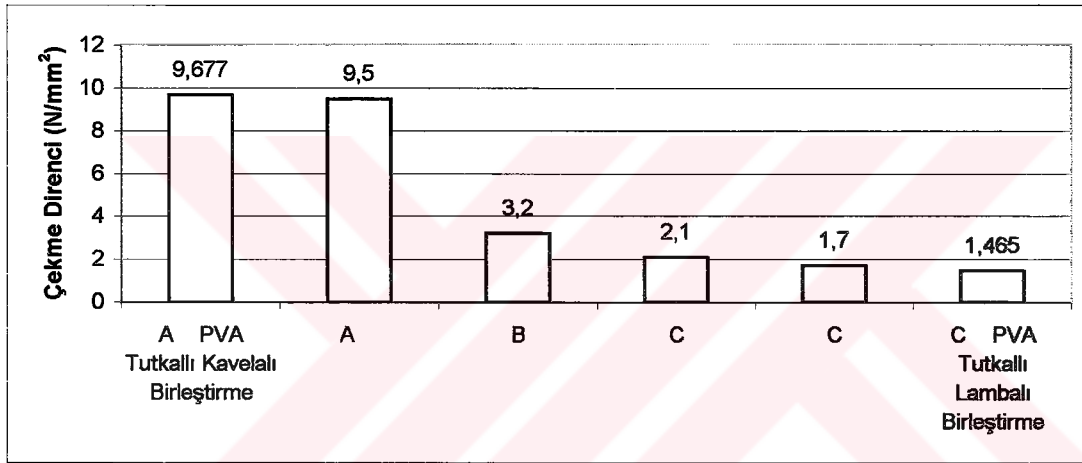


Şekil 4.8. Birleştirme tipi çekme dayanımları

Çizelge 4.16. Çekme deneyinde tutkal çeşidi + birleştirme tipi Duncan karşılaştırılması

Tutkal çeşidi+Birleştirme tipi	Çekme dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan grubu
PVA tutkallı kavelalı birleştirme	9,677	A
PVA tutkallı lambalı birleştirme	1,465	C

Çizelge 4.16.'de verilen değerlere göre PVA tutkallı birleştirme tipi diğerlerine göre daha iyi çekme dayanımı göstermiştir (Şekil 4.9).

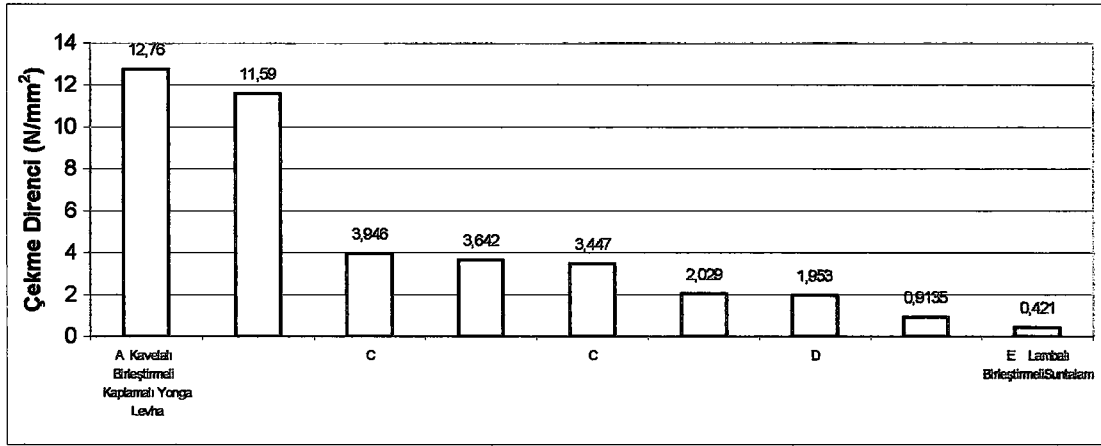


Şekil 4.9. Tutkal çeşidi + birleştirme tipi çekme dayanımları

Çizelge 4.17. Çekme deneyinde levha cinsi + birleştirme tipi Duncan karşılaştırılması

Levha cinsi+Birleştirme tipi	Çekme dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan grubu
Kavelalı birleştirmeli kaplamalı yonga levha	12,76	A
Lambalı birleştirmeli Suntalam	0,4210	E

Çizelge 4.17.'de verilen değerlere göre kaplamalı yonga levha ile yapılan kavelalı birleştirme tipi daha yüksek çekme dayanımı göstermiştir (Şekil 4.10).

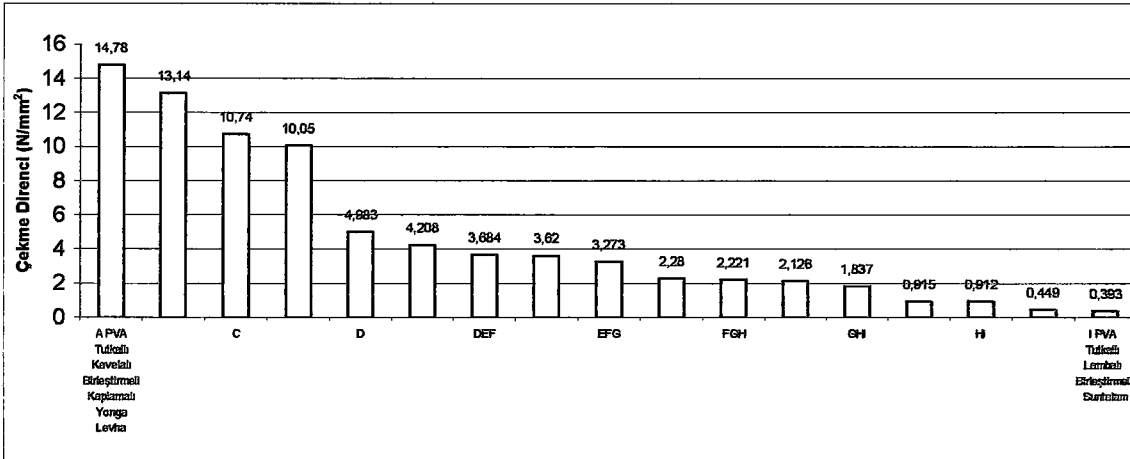


Şekil 4.10. Levha cinsi + Birleştirme tipi çekme dayanımları

Çizelge 4.18. Çekme deneyinde tutkal çeşidi + Levha cinsi + Birleştirme tipi Duncan karşılaştırılması

Tutkal çeşidi+Levha cinsi+Birleştirme tipi	Çekme dayanımı (N/mm <sup>2</sup> )	Duncan grubu
PVA tutkallı kavelalı birleştirilmiş kaplamalı yonga levha	14,78	A
PVA tutkallı lambalı birleştirilmiş Suntalam	0,393	I

Çizelge 4.18.'de verilen değerlere göre PVA tutkallı kavelalı birleştirilmiş yonga levha diğerlerine göre daha yüksek çekme dayanımı göstermiştir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Tutkal çeşidi+Levha cinsi+Birleştirme tipi çekme dayanımları

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, kutu mobilya konstrüksiyonlarının üretiminde kullanılan köşe birleşme türlerinin, kullanılan levha malzeme ve tutkal çeşidine göre değişen çekme ve basma mukavemetleri araştırılmıştır.

Yapılan deneysel çalışmalarda elde edilen değerler sonucunda, kutu mobilya konstrüksiyon üretiminde en çok kullanılan, hazır standart plaka malzemelerin karşılaştırılmasında gerek basma, gerek çekme dayanımı açısından en mukavemetli malzemenin sırasıyla yonga levha, MDF, suntalam türünün olduğu, yapıştırıcı olarak kullanılan yapıştırıcılardan PVA tutkalı ve polimerin tutkalı olduğu, birleştirme çeşitlerinden de, kavelalı, yabancı çatalı ve lambalı birleştirmenin olduğu görülmüştür.

Elde edilen bu değerlere rağmen çekme ve basma mukavemetlerinin, malzeme çeşidine, birleştirme türüne ve tutkal çeşidine göre değişiklik gösterdiği gözlenmiştir. Basma deneylerinde levha malzeme cinsi x birleştirme türü x tutkal çeşidi grupları arasında fark olmadığı, çekme deneylerinde ise en iyi birleştirmenin, yonga levhada kavelalı birleştirme tipi ile PVA tutkalının kullanılmasıyla elde edildiği görülmüştür.

Kutu mobilya konstrüksiyonları aynı anda hem basma hem de çekme gerilmelerine maruz kaldığından, bu konstrüksiyonlarda yonga levhada, kavelalı birleştirme tipi ile PVA tutkalının kullanılması önerilmektedir. Çünkü elde edilen sonuçlara göre, bu konstrüksiyonun çekme mukavemeti en yüksek olurken grupların basma mukavemetleri arasında istatistiksel açıdan herhangi bir farklılığa rastlanmamıştır.



## 6. KAYNAKLAR

- Akbulut, T., 1991. "Orüs-Vezirköprü Fabrikasında Üretilen Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri", İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Altınok, M., 1995. "Sandalye Tasarımında Gerilme Analizlerine Göre Mukavemet Elemanlarının Boyutlandırılması", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Anonim, 1999. "Modern Mutfaklarda Laminant", Orman Ürünleri Ahşap Araştırma Teknoloji Tasarım ve Dekorasyon Dergisi, 6, 3(1994),15-17.
- Dereli, Ü., 1997. "Kızılçam ve Orta Yoğunlu Lif Levhalarda (MDF) Yüzey Pürüzlülüğünün Tayini Üzerine Araştırmalar", Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Dilk, T., 1999. "Lamine Levhalar", Orman Ürünleri Ahşap Araştırma Teknoloji Tasarım ve Dekorasyon dergisi, 7, 2(1993), 45-47.
- Döngel, N., 1999. "Lamine Ahşap Malzemede Ağaç Türü, Katman Sayısı ve Tutkal Çeşidinin Eğilme Direncine Etkileri", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Efe, H., 1998. "Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı", Politeknik Dergisi, 1 (1), Ankara.
- Grigriou, A., 1983. "Vergleichende Untersuchungen an Mittelharden Faserplatten (MDF) und Spanplatten, Holz als Roh-und werkstoff, 41, 5, 183-186.
- Gümüşkaya, İ., 1982. "Dünyada ve Türkiye'de Yonga Levha Tüketim Yerleri", K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 5(2), 257-268.
- Hammond, J. J., Donnelly. T.E., Harrod. W. F., Rayner. N.A. ve Özden. F., 1990."Ağaç İşleri Teknolojisi", 554s.
- Nemli, G., 1995. "Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik Özelliklerine Etkileri", Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özen, R., 1978. "Ağaç Malzeme Yapıştırıcı Malzemeleri Ders Notları", KTÜ. Orman Fakültesi, Trabzon.
- Özen, R., 1996. "Kutu Mobilyada Bazı Köşe Birleştirmeleri Mukavemet Özelliklerine Ait Deneysel Sonuçların İstatiksel Analizi ve Değerlendirilmesi", Journal of Scientific Research Fountation, 1(2), 71-78.

- Örs, Y., 1987, "Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikleri", Yardımcı Ders Kitabı", K.T.Ü. Orman Fakültesi, 19-34, Trabzon.
- Özçiftci, A., 1995. "Yonga levha ile hazırlana mobilya köşe birleştirmelerine ait mukavemet özelliklerinin araştırılması", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Y.Lisans Tezi.
- Selbo, M. L., 1975, "Adhesi and Bonding of Wood", Dep.Agr. Tecnical Bulletin no:1512, 1-3, 61 Washington.
- Soltis, L. A., Rammer, D. R., 1994, "Experimetal Shear Strenght of Gluedlominatedbeams", Forest Product Lab. Res.Rap. FA-527,US.
- Wolf, R. C., 1979, "Bending Strenght Of Vertically Glued Laminated Beams With One To Five Plipes", Res. Pap. FBL 333. Madisan Department Agriculture, Forest Service,Forest Products Lab., Res.Pap.US.
- TSE, 1978. "Yatik Yongah Levhalar", TS 180.



**ÖZGEÇMİŞ**

Adı Soyadı : Hasan Hüseyin TAŞ  
Doğum Yeri : Isparta  
Doğum Yılı : 29,10,1970  
Medeni Hali : Bekar

**Eğitim ve Akademik Durumu:**

Lise 1985 – 1988 Isparta Lisesi  
Lisans 1988 – 1992 Gazi Üni. Mesleki Eğitim Fak.

Yabancı Dil : İngilizce

**İş Deneyimi:**

1993 – 1994 Milli Eğitim Bak. (öğretmen)  
1994- 2000 SDÜ. TEF. Yapı Eğt. Böl (uzman).