

**T.C.
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**AHŞAP ESASLI LEVHALARDAN VİDALI BİRLEŞTİRME İLE
ÜRETİLMİŞ MUTFAK ÜST DOLAPLARINDA DUVARA SABİTLEME
YERİ VE LEVHA KALINLIĞININ KUVVET TAŞIMA KAPASİTESİ VE
RİJİTLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NADİR YILDIRIM

MUĞLA 2010

T.C.
MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü

Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL danışmanlığında Nadir YILDIRIM tarafından hazırlanan Ahşap Esaslı Levhalardan Vidalı Birleştirme ile Üretilmiş Mutfak Üst Dolaplarında Duvara Sabitleme Yeri ve Levha Kalınlığının Kuvvet Taşıma Kapasitesi ve Rijitlik Üzerindeki Etkileri başlıklı tez, 22/11/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL

İmza :

Üye : Doç. Dr. Ali KASAL

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Selçuk DEMİRCİ

İmza :

Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

ÖNSÖZ

“Ahşap Esaslı Levhalardan Elde Edilerek Vida ile Birleştirilmiş Mutfak Üst Dolaplarında Duvara Sabitleme Yerinin Mukavemete Etkisi” adlı bu çalışma Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmanın planlanması, yürütülmesi ve sonuçlandırılmasında bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım tez danışmanım Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL’ e, çalışmalarım sırasında değerli bilgilerini esirgemeyen Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Öğretim Üyesi Doç. Dr. Ali KASAL’ a, deneylerim sırasında bilgi alışverişinde bulunduğum Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi bölümü öğretim görevlisi Mehmet YÜKSEL ve Araştırma Görevlisi Dr. Ertan ÖZEN’ e ve benim bugünlere gelmemde emeği geçen tüm hocalarıma, dostlarıma ve en önemlisi aileme candan teşekkür ederim.

Yapılan bu çalışmanın ileride bu ve buna benzer çalışmalar yapacak olan arkadaşlarıma faydalı olmasını dilerim.

Nadir YILDIRIM

MUĞLA 2010

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------|
| ÖNSÖZ | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ÖZET..... | v |
| ABSTRACT..... | vii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ..... | ix |
| ÇİZELGELER DİZİNİ | xi |
| RESİMLER DİZİNİ..... | xii |
| SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ..... | xiii |
| FORMÜLLER DİZİNİ | xv |
| 1.GİRİŞ | 1 |
| 1.1.Problemin Tanımlanması | 3 |
| 1.2.Hipotez | 3 |
| 1.3.Amaç | 3 |
| 1.4.Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi..... | 4 |
| 2.KAYNAK ÖZETLERİ | 6 |
| 3.MALZEME VE YÖNTEM..... | 12 |
| 3.1. Malzeme..... | 12 |
| 3.2.Vida..... | 12 |
| 3.2. Yöntem..... | 13 |
| 3.2.1. Deney örneği kesim planları | 13 |
| 3.2.2.Fiziksel Deneyler | 20 |
| 3.2.2.1.Deney Örneklerinin Rutubet ve Yoğunluklarının Belirlenmesi..... | 20 |
| 3.2.2.2.Kalınlığına Şişme Oranının Belirlenmesi | 21 |
| 3.2.3. Mekanik Deneyler..... | 22 |
| 3.2.3.1. Levha Yüzeyine Dik Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi | 22 |
| 3.2.3.2. Levha Yüzeyine Dik Çekme Direnci | 23 |
| 3.2.3.3. Vida Tutma Mukavemeti | 24 |

| | |
|--|----|
| 3.2.3.4. Panel Rijitliği Deneyi..... | 25 |
| 3.2.4. L-Tipi Kõşe Birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç deneyleri..... | 27 |
| 3.2.4.1. Diyagonal çekme deneyi..... | 27 |
| 3.2.4.2. Diyagonal basınç deneyi..... | 30 |
| 3.2.5. Kutu Rijitliği Deneyi..... | 32 |
| 3.2.6. Kutu Sabitleme Yeri Testi..... | 34 |
| 3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi..... | 37 |
| 4.BULGULAR VE TARTIşMA | 38 |
| 4.1 Fiziksel Özellikler | 38 |
| 4.1.1. Rutubet ve Yoğunluk | 38 |
| 4.1.2. Kalınlığına şişme Oranı..... | 39 |
| 4.2. Mekanik Deneyler..... | 42 |
| 4.2.1. Liflere veya Levha Yüzeyine Dik Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi..... | 42 |
| 4.2.2. Levha Yüzeyine Dik Çekme Direnci | 46 |
| 4.2.3. Vida Tutma Mukavemeti | 48 |
| 4.2.4. Panel Rijitliği | 51 |
| 4.3. L-Tipi Birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükü altındaki moment taşıma kapasiteleri..... | 53 |
| 4.4. Kutu rijitliği..... | 56 |
| 4.5. Deney Kutularının Kuvvet Taşıma Kapasitesi ve Rijitliği | 58 |
| 5.SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 66 |
| ÖZGEÇMİş | 74 |

**AHŞAP ESASLI LEVHALARDAN VİDALI BİRLEŞTİRME İLE
ÜRETİLMİŞ MUTFAK ÜST DOLAPLARINDA DUVARA SABİTLEME
YERİ VE LEVHA KALINLIĞININ KUVVET TAŞIMA KAPASİTESİ VE
RİJİTLİK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ**

(Yüksek Lisans Tezi)

Nadir YILDIRIM

**MUĞLA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

2010

ÖZET

Bu çalışmada, ahşap esaslı levhalardan elde edilen, iki farklı kalınlıktaki ve iki farklı yerden sabitlenen kutu tipi mutfak üst dolaplarının kuvvet taşıma kapasiteleri ve rijitlikleri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında piyasadan rastgele seçimle temin edilen 16 ve 18 mm olmak üzere iki farklı kalınlıkta yonga levha (YL) ve lif levha (MDF) ile 15 (9 tabakalı) ile 18 mm (11tabakalı) iki farklı kalınlıkta okume (*Aucoumea klaineana*) kontrplak (KP) levhalar kullanılmıştır. Deney örneklerine, TS EN 322'ye göre rutubet belirleme, TS EN 323'e göre yoğunluk belirleme, TS EN 317'ye göre kalınlığına şişme, TS EN 319'a göre yüzeye dik çekme, TS EN 12446 ve TS EN 320'ye göre vida tutma mukavemeti, TS EN 310'a göre eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyleri uygulanmıştır. Ayrıca hazırlanan 1/1 ölçekli deney kutuları gerçek yüklemeye koşullarını temsil edecek yüklemeyi sağlayacak şekilde hazırlanan test düzeneğinde statik yüklemeye ile test edilmişlerdir. Deney sonuçlarına göre kutu tipi mobilyalar duvara yan tablalardan sabitlendiğinde üst tablalara sabitlendiğinden daha yüksek yük taşıma kapasitesi ve rijitlik göstermiştir. Kullanılan ahşap esaslı levhalar arasında KP, MDF ve YL' ye göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Kalınlıklar incelendiğinde 15 ve 16 mm kalınlığındaki ahşap esaslı levhalar 18 mm kalınlığındaki ahşap esaslı levhalar kadar mukavemetli çıkmıştır. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda duvara sabitleme yerlerinin üst panel yerine yan panellerden yapılması, KP'nin kullanılması ve 18 mm kalınlık yerine 15 mm

veya 16 mm kalınlığındaki ahşap esaslı levhaların kullanılması ekonomik ve teknik açılardan yarar sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Mutfak Dolabı, Mukavemet, Mobilya, Ahşap esaslı levha

Sayfa Adedi: 90

Tez Yöneticisi: Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL

**EFFECTS OF THE ANCHORAGE POINT AND PANEL THICKNESS ON
LOAD BEARING CAPACITY AND STIFFNESS OF WOOD BASED SCREW
JOINTED WALL CABINETS**

(M. Sc. Thesis)

Nadir YILDIRIM

**MUGLA UNIVERSITY
INSTITUTE of SCIENCE and TECHNOLOGY**

2010

ABSTRACT

In this study, strength properties of box type wall-mounted kitchen cabinets were investigated with respect to some joinery variables and place of anchorage to the wall. Three different proprietary wood based panels: namely, particleboard, MDF, plywood were tested at two different thickness levels. Within the scope of this study, basic physical and mechanical properties of materials were determined according to relevant standards and procedures, TS EN 322 for determination of moisture content, TS EN 323 for determination of density, TS EN 317 for determination of thickness swelling, TS EN 319 internal bond tests, TS EN 12446 and TS EN 320 for screw holding strength tests, TS EN 310 for modulus of rupture and modulus of elasticity. Afterwards, 1/1 scaled boxes were constructed and tested under a pre-designed testing frame in order to simulate the extreme loading conditions in service. Loads and stresses were also estimated theoretically: and then, results were compared to actual tests. According to test results, when the boxes are being mounted the wall from side panels, gives better results than when the boxes are being mounted to wall from top panel. Plywood is better material than MDF and particle board. 15 mm and 16 mm thicknesses are nearly have the same strength with 18 mm thickness material. Therefore, mounting the boxes to the wall from side panels, using plywood as a material and instead of 18 mm thickness preferring 15mm,16 mm thicknesses can be recommended.

Key words: Kitchen cabinets, Strength, Furniture, Composites

Page number: 90

Adviser: Yusuf Ziya ERDİL (Professor)

ŞEKİLLER DİZİNİ

| <u>Sekil No</u> | <u>Sayfa No</u> |
|---|-----------------|
| Şekil 3.1. Deneyleerde kullanılan vida boyutları..... | 12 |
| Şekil 3.2. 18 mm Yonga levha Kesim Planı | 13 |
| Şekil 3.3. 16 mm Yonga levha Kesim Planı | 14 |
| Şekil 3.4. 18 mm MDF Kesim Planı..... | 14 |
| Şekil 3.5. 16 mm MDF Kesim Planı..... | 15 |
| Şekil 3.6. 18 mm Kontrplak ve 15 mm Kontrplak Kesim Planları | 16 |
| Şekil 3.7. Yonga levha kodlama sistemi | 17 |
| Şekil 3.8. MDF kodlama sistemi..... | 18 |
| Şekil 3.9. Kontrplak kodlama sistemi | 19 |
| Şekil 3.10. Eğilme direnci deney örneği | 22 |
| Şekil 3.11. Panel rijitliği deney düzeneği ve yük uygulama biçimi..... | 26 |
| Şekil 3.12. L-tipi köşe birleştirme deney örneği | 28 |
| Şekil 3.13. Diyagonal çekme deneyi kılavuz delik noktaları..... | 28 |
| Şekil 3.14. Diyagonal çekme deneyi deney örneği boyutları, moment kolu mesafesi | 29 |
| Şekil 3.15. Diyagonal basınç deneyi deney örnek boyutları, moment kolu mesafesi | 30 |
| Şekil 3.16. Kutu mobilya sistemlerinde zorlayıcı kuvvetlerin düğüm noktalarına etkisi | 31 |
| Şekil 3.17. Kutu rijitliği deney örneklerinin boyutları..... | 33 |
| Şekil 3.18. Bir deney örneğinin F yükü altındaki deformasyon biçimi | 33 |
| Şekil 3.19. Kutu sabitleme yeri deneyi üst panelden sabitleme biçimi..... | 36 |
| Şekil 3.20. Kutu sabitleme yeri deneyi yan panellerden sabitleme biçimi | 36 |
| Şekil 4.1. Kalınlığına Şişme Oranlarının Karşılaştırılması..... | 41 |

| | |
|---|----|
| Şekil 4.2. Yüzeğe dik eğilme direnci karşılaştırma sonuçları | 44 |
| Şekil 4.3. Elastikiyet modülü karşılaştırma sonuçları | 45 |
| Şekil 4.4. Yüzeğe dik çekme direnci karşılaştırma sonuçları | 48 |
| Şekil 4.5. Vida tutma mukavemeti karşılaştırma sonuçları | 50 |
| Şekil 4.7. Panel rijitliği karşılaştırma sonuçları | 53 |
| Şekil 4.8. Kutu rijitliği karşılaştırma sonuçları | 58 |
| Şekil 4.9. Levha türü faktörü karşılaştırma sonuçları | 62 |
| Şekil 4.10. Kutu sabitleme yeri faktörü karşılaştırma sonuçları | 62 |
| Şekil 4.11. Kutu kuvvet taşıma kapasitesi karşılaştırma sonuçları | 63 |
| Şekil 4.12. Kutu rijitliği levha türü faktörü karşılaştırma sonuçları | 64 |
| Şekil 4.13. Kutu rijitliği sabitleme yeri faktörü karşılaştırma sonuçları | 65 |

ÇİZELGELER DİZİNİ

| <u>Çizelge No</u> | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Çizelge 3.1. Kutu sabitleme yeri deneyi deneme deseni..... | 35 |
| Çizelge 4.1. Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların ortalama rutubet ve yoğunluk değerleri | 38 |
| Çizelge 4.2. Deney örneklerinin kalınlığına şişme oranları..... | 40 |
| Çizelge 4.3. Kalınlığa şişme varyans analizi sonuçları..... | 41 |
| Çizelge 4.4. Deney örneklerinin elastikiyet modülü ve eğilme direnci deney değerleri..... | 43 |
| Çizelge 4.5. Levha türünün eğilme direncine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları..... | 44 |
| Çizelge 4.6. Levha Türünü elastikiyet modülü etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları | 45 |
| Çizelge 4.7. Levha yüzeyine dik çekme direnci değerleri | 47 |
| Çizelge 4.8. Ahşap esaslı levha türünün levha yüzeyine dik çekme direncine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları | 47 |
| Çizelge 4.9. Vida tutma mukavemeti değerleri..... | 49 |
| Çizelge 4.10. Levha türünün kenardan ve yüzeyden vida tutma mukavemeti etkisine ilişkin varyans analizleri sonuçları | 50 |
| Çizelge 4.11. Panel Rijitliği deney değerleri | 52 |
| Çizelge 4.12. Rijitlik üzerinde levha türünün etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları..... | 52 |
| Çizelge 4.13. L-tipi birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükü altındaki moment taşıma kapasiteleri..... | 54 |
| Çizelge 4.14. Levha türü ve birleştirme tekniğinin, “L” tipi köşe birleştirmelerinin moment taşıma kapasitesi etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi | 55 |
| Çizelge 4.15. Rijitlik katsayısı değerleri ve istatistikleri | 57 |
| Çizelge 4.16. Kutu rijitlik modülü direnci etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları | 57 |
| Çizelge 4.17. Deney kutularının kuvvet taşıma kapasitesi (N) ve rijitlik (N/mm) değerlerine ait istatistikler | 60 |
| Çizelge 4.18. Levha türü ve sabitleme yerinin, kutu kuvvet taşıma ve rijitliğe etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları | 61 |

RESİMLER DİZİNİ

| <u>Resim No</u> | <u>Sayfa No</u> |
|--|-----------------|
| Resim 3.1. Rutubet ve yoğunluk deney örnekleri | 21 |
| Resim 3.2. Vida tutma mukavemeti deney örnekleri | 24 |
| Resim 3.3. Vida tutma mukavemeti deney uygulaması | 25 |
| Resim 3.4. Panel rijitliği deney uygulaması | 27 |
| Resim 3.5. Diyagonal çekme deneyi deney örnekleri | 29 |
| Resim 3.6. Diyagonal çekme deneyinin uygulanması | 30 |
| Resim 3.7. Diyagonal basınç deneyinin uygulanması | 32 |
| Resim 3.8. Kutu rijitliği deneyinin uygulanması | 34 |
| Resim 3.9. Kutu sabitleme yeri deney uygulaması | 37 |
| Resim 4.1. Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların kalınlığına şişme oranları | 39 |
| Resim 4.2. Eğilme direnci-elastikiyet modülü deney sonrası meydana gelen kırılma şekilleri | 42 |
| Resim 4.5. Panel rijitliği deneyi deformasyon şekilleri | 51 |
| Resim 4.6. L-tipi birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükü altındaki kırılma şekilleri | 54 |
| Resim 4.7. Kutu rijitliği deneyi kutu deformasyon şekilleri | 56 |
| Resim 4.8. Kutu kuvvet taşıma kapasitesi ve rijitliğin belirlenmesi sonrası oluşan kırılma şekilleri | 59 |

SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Yapılan çalışmada kullanılan simgeler ve kısaltmalar aşağıda belirtilmiştir.

| Simgeler | Açıklama |
|------------------------------|---|
| b | Eğilmede numune genişliği, mm |
| E | Eğilmede elastikiyet modülü, N/mm ² |
| σ_e | Eğilme dayanımı, N/mm ² |
| F₁ | Yaklaşık olarak maksimum kuvvetin % 10'u, N |
| F₂ | Yaklaşık olarak maksimum kuvvetin % 40'ı, N |
| F_{max} | Kırılma anındaki maksimum kuvvet, N |
| g | Gram |
| G | Panelin rijitlik veya kesme modülü, N/mm ² |
| h | Eğilmede numune yüksekliği, mm |
| L | Eğilmede deney numune boyu, mm |
| L_s | Eğilmede mesnet açıklığı, mm |
| L₁ | Panelin burkulma eksenindeki uzunluğu, mm |
| L₂ | Panel genişliği, mm |
| l_p | Levhaya girme mesafesi, mm |
| m | Kütle, g |
| m₀ | Tam kuru haldeki kütle, g |
| m_r | Rutubetli haldeki kütle, g |
| M_ç | Çekme direnci, N/mm ² |
| M_b | Basınç direnci, N/mm ² |
| N | Newton |
| N.m | Newton metre |

| | |
|------------------------------|--|
| V | Hacim, cm^3 |
| V₀ | Tam kuru haldeki hacim, cm^3 |
| V_r | Rutubetli haldeki hacim, cm^3 |
| r | Rutubet, % |
| t | Panel kalınlığı, mm |
| y | Serbest köşedeki deformasyon, mm |
| Δ_F | Yük-sehim oranlılık bölgesindeki yük artışı, N |
| Δ_y | Sehimde meydana gelen değişiklik |
| δ | Yoğunluk, g/cm^3 |
| δ_0 | Tam kuru haldeki yoğunluk, g/cm^3 |
| δ_r | Rutubetli haldeki yoğunluk, g/cm^3 |

Kısaltmalar**Açıklama****TSE**

Türk Standartları Enstitüsü

ASTM

American Society for Testing Materials

FORMÜLLER DİZİNİ

| | |
|--|---|
| $r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100$ | rutubet oranının % olarak hesaplama formülü.....20 |
| $\delta_0 = \frac{M_0}{V_0}$ | tam kuru haldeki yoğunluğu hesaplama formülü.....20 |
| $\delta_r = \frac{M_r}{V_r}$ | rutubetli haldeki yoğunluğu hesaplama formülü.....20 |
| $G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$ | kalınlığa şişme oranını hesaplama formülü.....21 |
| $\sigma_e = \frac{3 \times F_{\max} \times L_s}{2 \times b \times h^2}$ | eğilme direncini hesaplama formülü.....23 |
| $E = \frac{L_s^3}{4 \times b \times h^3} \times \frac{\Delta f}{\Delta y}$ | elastikiyet modülünü hesaplama formülü.....23 |
| $f_t = \frac{F_{\max}}{a \times b}$ | yüzeğe dik çekme direncini hesaplama formülü.....24 |
| $f / y = t^3 \cdot G / (3 \cdot L_1 \cdot L_2)$ | panel rijitliği hesaplama formülü.....26 |
| $M_\zeta = \frac{F_{\max \zeta}}{2} \times L_\zeta (Nm)$ | L-tipi birleştirme diyagonal çekme direncini hesaplama formülü.....29 |
| $M_b = F_{\max b} \times L_b (Nm)$ | L-tipi birleştirme diyagonal çekme direncini hesaplama formülü.....31 |

1.GİRİŞ

Mobilya, yüzyıllardır hayatımızın içinde olan yaşam alanlarımızda hayatımızı kolaylaştırmak, sağlıklı yaşamamıza yardımcı olmak ve estetik görünümüyle yaşadığımız alana hoş bir görüntü vermek amacıyla kullandığımız vazgeçilmez yapı elemanlarıdır. Mobilyalar genellikle ahşap ve ahşap esaslı levhalardan üretilmektedir. Planlama, üretim ve satış süreci öncesi kullanılacak olan ahşap esaslı levhaların gerekli fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi üretimde hata payını ortadan kaldırmakta, daha ekonomik ve daha kullanışlı bir ürünün ortaya çıkmasında önemli rol oynamaktadır.

Bir mobilya yaratılırken dikkate alınması gereken üç tasarım alanı vardır. 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 (Efe, 1994).

Mobilya üretiminde genel olarak, kutu, çerçeve ve kombine olarak üç temel konstrüksiyon kullanılmaktadır. Üretimde tablaların kullanıldığı mobilyalar kutu (panel) tipi, masif çerçevelerin yer aldığı mobilyalar çerçeve (iskelet) tipi, her iki her iki eleman tipinin de kullanıldığı mobilyalar ise kombine konstrüksiyonlu mobilyalar olarak adlandırılmaktadır (Örs, Efe, 1998).

Gerek panel (kutu) tipi gerekse çerçeve (iskelet) tipi mobilya üretiminde masif ve masif ağaç malzemeye alternatif olarak ortaya çıkan ahşap esaslı levhalar yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzemelerin işlenmesinde ve kullanımında beklenilmeyen bazı mukavemet zaaflarının meydana geldiği görülmektedir. Bu nedenle, bu malzemelerin mobilya üretiminde kullanımına geçilmeden önce bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin bilinmesi kaliteli ve sağlam mobilya üretimi için zorunludur. Masif malzemeye alternatif olarak üretilen ahşap esaslı levhalar, hem ekonomiklik hem de çeşitli teknik üstünlüklerinden dolayı mobilya üretiminde kullanılmaktadır. Kontrplak, OSB, ve MDF bu malzemelere örnek olarak verilebilir.

Bu malzemelerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesiyle, bu tip malzemeler mobilya endüstrisinde daha çok kullanım imkânı bulabilecektir (Erdil, 1998).

Çerçevesiz kutular esas olarak üst, alt ve yan paneller ile çerçevesiz olarak üretilir. Bu kutular kısıtlı odun kaynakları sebebiyle 2. Dünya savaşı sonrası Avrupa da geliştirilmiştir. Bir boşluğa yerleştirme temel alınarak, menteşe bağlantıları ve birleştirme bağlayıcıları 32 mm aralık esasına dayandıkları için çerçevesiz kutular aynı zamanda Avrupa stili ya da 32mm sistemi olarak ifade edilirler. Tipik olarak 32mm sistemi; demonte tip bağlayıcılar delme ve kesme işlemlerinde yüksek doğruluk isteyen bağlantıları kullanır. Bu yüzden donatılara bağlı oluşacak herhangi bir hata elimine edilir. Tüm delikler modüler ve standart bir ölçüye göredir. Kutunun üst ve alt tablaları 8 mm ağaç kavelalar ile yan tablalara birleştirilirler. Malzemede kalınlığına göre kavela derinlikleri 13mm'dir. Bu yüzden köşe sağlamlığı ve stabilitesi kavelalı birleştirmelerin direnci ve sağlamlığına bağlıdır (Calhoun 1993)

Tarihsel olarak en eski mutfak kabini yapma metodu; yapılan kutu önüne bir çerçeve eklemekten ibarettir. Kontrplakların kullanıldığı ilk günlerde bir kutu yapmak için tek yöntemdi. Kutular arkalıksız yapıldı ve duvara bağlanıyordu. Çok az bir farkla ön çerçevesiz kutu konstrüksiyonu en yaygın olan metottur. Ön çerçevesiz kutular yatay kayıt ve dikmelere sahiptirler. Genellikle çerçeveler masif ağaç malzemedir yapılır. Birbirlerine zıvanalı ya da kavelalı birleştirilir. Çerçevesiz kutular normal olarak kenar levhalarına alt ve üst levhaları bağlamak için kavelalı birleştirilir. Çerçevesiz kabinler bir tutkal ve yaygın olarak tel çiviler kullanılarak birleştirilir. Kutunun bütününün sağlamlığına katkıda bulunmak için panel kenarları genellikle düz, lambalı-kinişli birleştirmeler ile yapılır. Nakledilmeden önce çerçeve kutular genellikle iş yerlerinde birleştirilir (Scherer, 1990)

Temel olarak bir mutfak dolabı kapaklı ya da çekmeceli bir kutudur. Basit bir kutu olmasına rağmen, kullanılan malzeme, boyutları, birleştirme geometrisi ve duvara bağlantı metotları gibi yapısal birçok detaylar kutu analizlerinin direnç ve tasarım metotlarını karışık hale getirebilir. Kutu konstrüksiyon sistemlerinin en yaygın iki tipi çerçevesiz ve çerçevesiz kutulardır. Diğer bütün konstrüksiyon sistemleri bu iki sistemin kombinasyonlarıdır (Tora, 2004)

Birçok yapı için ana tema özellik, herhangi bir kusur oluşturmadan tasarım yüklerini taşımasıdır. Bir kutu konstrüksiyonu tasarlamak için; çeşitli bağlantı noktalarında yapılan yüklemelerde kutuların sağlamlıklarını belirlemek için bir analiz metodu gereklidir. Kutuların yapısal analizleri; çerçeve konstrüksiyonlu bir kutuda ön çerçeve, yanlar, üst, alt ve arkalıkları, ya da çerçevesiz kutu konstrüksiyonunda yanlar, üst, alt ve arka levhaları kapsayabilir. Çerçevesiz kutu konstrüksiyonda, levhaların burulma dirençleri, elemanlarının boyutlarına ve malzeme fiziksel ve mekanik özelliklerine bağlı iken; çerçeveli kutularda eğilme direnci, elemanların rijitliklerine ve birleştirmelere bağlıdır (Eckelman, 1991).

Bu çalışmada, mobilya endüstrisinde yaygın bir kullanım alanına sahip olan kutu tipi mobilyaların, üretim aşamasında yapılacak olan ahşap esaslı levha türü tercihi, levha kalınlık tercihi ve duvara sabitleme yerinin tercihinde optimum sonuçları elde etmek amaçlanmıştır. Bu doğrultuda üç farklı ahşap esaslı levha, iki farklı kalınlık ve iki farklı sabitleme yeri etkili faktörler olarak ele alınmıştır.

1.1.Problemin Tanımlanması

Mutfak üst dolaplarının üretiminde ve montajında, duvara sabitleme işleminde belirgin bir bilimsel veri eksikliği bulunmaktadır. Uygulama için alternatif yöntemler getirilememiştir. Öncelikle üretimde kullanılacak olan ahşap esaslı levhaların ve yeterli olabilecek kalınlıkların belirlenmesi gerekmektedir. Bu şekilde üretilen kutu tipi mutfak üst dolaplarının duvara sabitleme yerlerinin mukavemete olan etkilerinin gerekli araştırmalar ve deneyler yapılarak sonuçlarının ortaya konması gerekmektedir.

1.2.Hipotez

Farklı ahşap esaslı levhalardan hazırlanmış 1/1 ölçekli mutfak üst dolaplarının üretiminde 18 mm kalınlık yerine 16 mm ve 15 mm kalınlıkta ahşap esaslı levhanın kullanılması ve duvara üst panelden sabitlemek yerine yan panellerden sabitlemenin yapılması, kuvvet taşıma kapasitesi ve rijitlik açısından uygundur.

1.3.Amaç

Bu çalışmanın amacı, mutfak üst dolaplarında duvara sabitleme yerinin kuvvet taşıma kapasitesi ve rijitlik üzerindeki etkisinin belirlenmesidir. Bu çalışmadaki diğer

bir amaç ise ahşap esaslı levhaların 18 mm, 16 mm ve 15 mm kalınlığında olmasının mukavemeti nasıl etkilediğini belirlemek ve elde edilen sonuçları karşılaştırmaktır.

Alt Amaçlar

- Üretimde kullanım amacı ve yerine göre yanlış malzeme tercihinin engellemek
- Kutu tipi mobilya üretiminde optimum kalınlığı belirlemek

1.4.Çalışmanın Kapsam ve Yöntemi

Bu amaçlar doğrultusunda çalışmanın kapsamında uygulanacak olan deneyler ve çalışma planı aşağıda verilmiştir.

- Kullanılacak olan ahşap esaslı levhaların temin edileceği firmaların araştırılması
- Konu ile ilgili literatür araştırması yapılması
- Yapılacak testlerin belirlenmesi
- Deney düzeneklerinin araştırılması
- Temin edilen levhalardan ilgili test standartlarına uygun deney örneklerinin hazırlanması
- Mutfak üst dolaplarının üretiminde kullanılan levhaların bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi
 - Rutubet oranı (TS EN 322-TS EN 323)
 - Yoğunluk (TS EN 322-TS EN 323)
 - Kalınlığına şişme oranını (TS EN 317)
- Mutfak üst dolaplarının üretiminde kullanılan levhaların bazı mekanik özelliklerinin belirlenmesi
 - Yüze dik çekme direnci (TS EN 319)
 - Vida tutma mukavemeti (TS EN 320-TS EN 13446)
 - Eğilme direnci ve elastikiyet modülü (TS EN 310)
 - Panel rijitliği

- L-Tipi birleştirme elemanlarının mekanik özelliklerinin belirlenmesi
 - Diyagonal basınç yükü altındaki moment taşıma kapasiteleri
 - Diyagonal çekme yükü altındaki moment taşıma kapasiteleri
- Mutfak üst dolaplarının kuvvet taşıma kapasitesi ve rijitlik deneyleri
 - Kutu rijitliği
 - Kutu sabitleme yeri deneyi
- Sonuçların analizi, değerlendirilmesi ve yorumlanması

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Kotas (1958) ahşap esaslı levhalardan üretilmiş beş elemanlı kutuların köşe birleştirmelerinin kırılma ve bütün kutu mukavemeti arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmasının sonucunda, desteklenmiş köşeden bir yük uygulandığında yükün yönüne bakmaksızın kutunun benzer şekilde deforme olduğunu belirtmiştir.

Eckelman (1967) çalışmasına göre, kutu tipi mobilyaların rijitliği kutuların yatay ve dikey panellerinin rijitlikleri ile ilişkilidir. Özellikle panellerin burulma dirençleri kutunun rijitliğinde önemli rol üstlenmektedir.

Eckelman ve Rabiej (1985), “Kutu Mobilyaların Analizinin Kapsamlı Bir Metodu” adlı çalışmalarında, sonlu elemanlar analizini kutu mobilyaların yer değiştirme özelliklerini araştırmak için kullanmışlardır. Analizlerin sonuçları rafların yer değiştirmesinin, üst ve alt tablalarında aynı olduğunu ve bu bölmelerin yer değiştirmelerinin de kutunun her iki kenarında eşit olduğunu göstermiştir. Ayrıca hem raf hem de bölme içerebilen bir kutunun desteklenmemiş köşesinin yer değiştirmesinin tahmin edilebileceği bir eşitlik geliştirilmiştir. Mobilya üreticilerine bu eşitliği panel tipi mobilya tasarımlarını optimize etmek için kullanmayı önermişlerdir.

Lin ve Eckelman (1987) “Farklı Bağlantı Türleri ile Üretilmiş Kutu Tipi Mobilyaların Rijitliği” adlı çalışmalarında bağlantı türünün ve elemanlarının kutu rijitliği üzerinde belirgin etkilerinin olduğunu bildirmişlerdir.

Vidalı birleştirmelerde kılavuz deliklerin açılması birleştirmeye olumlu etki sağlayarak vida tutma mukavemetini arttırmaktadır. Eckelman (1988) “ Mdf Malzemede Vida Tutma Mukavemeti” adlı çalışmasında, optimum kılavuz delikler açıldığı zaman vida tutma mukavemetinde %13 artış olduğunu bildirmiştir.

L-tipi birleştirmelerde birleştirme elemanlarının açık kenardan ve birbirlerinden uzak olmaması mukavemeti arttırıcı özelliklerdir. Ho ve C.A. Eckelman (1992) “ Kutu Tipi Mobilyalarda Bağlantının ve Bağlantı Elemanlarının Değerlendirilmesinde Performans Testlerinin Kullanımı” adlı çalışmalarında kutu tipi mobilyanın mukavemetini arttırmak için en yakına atılacak vidaların açık kenardan çok uzakta

olmaması gerektiğini ve iki vida arası mesafenin 8.89 mm' den daha yakın olmaması gerektiğini tespit etmişlerdir.

Rajak ve Eckelman (1993) kılavuz deliklerin yalnızca vidaya kılavuzluk yapma görevini değil aynı zamanda vidanın yüzeye dik yönde ve kolayca girmesini sağlama görevini de yaptığını belirtmişlerdir. Buna ek olarak, uygun çapta kılavuz delik açıldığı takdirde, MDF ve YL' nin vida tutma mukavemetinin önemli derecede arttığını vurgulayıp, kılavuz delik çapının, vida diş dibi çapının % 80–85'i olmasının mukavemet açısından uygun olduğunu bildirmişlerdir.

Zhang ve Eckelman (1993), birleştirme mukavemetinin levhaların burulma direncine bağlı olduğu durumlarda, basınç altında yüklenen çoklu kavelalı birleştirmelerin, levhaların iç yapışma direncine ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir.

Kutu tipi mobilyalarda, kutu rijitliğinin büyük oranda, bağlantı elemanlarından vidalar ile mobilya üretiminde kullanılan ahşap esaslı malzemelerin vida tutma kabiliyetlerine bağlı olduğu bildirilmiştir (Örs ve diğerleri, 1995)

Gazo (1995)'e göre arkalık 5mm kalınlıkta ve sert levhalardan yapılmalıdır. Bu levha, yan panellerin arka kenarları boyunca açılan kinişin-lambanın içine yerleştirilmelidir. Arka panel levhaları çok gerekli olan diyagonal yöndeki rijitliği sağlar.

Kutu tipi mobilyaların L-tipi köşe birleştirmelerinde vida sayısının artırılması mukavemeti olumlu yönde etkiler. Liu ve Eckelman (1998) “ Bağlantı Elemanı Sayısının Kutu Tipi Mobilyalarda Mukavemete Etkisi” adlı çalışmada, bağlantı elemanı sayısı arttıkça (bağlantı elemanları arası boşluklar azaldıkça) mukavemetin arttığını tespit etmişlerdir. 457x203x19 mm boyutlarındaki örnek bir L-tipi birleştirmede 8 adet vidadan fazla kullanıldığı takdirde mukavemete bir etkisinin olmadığını tespit etmişler ve bunun sonucu olarak da bu boyutlardaki bir birleştirme için iki bağlantı elemanı arası boşluğun 57 mm' den az olması gerektiğini tespit etmişlerdir.

Mobilya endüstrisinde kullanılan ahşap esaslı levhalar arasında yonga levha ve MDF büyük bir orana sahiptir. “Ahşap Esaslı Levhalarda L-tipi Birleştirme Testleri”

adlı çalışmada diyagonal basınç ve çekme deneyleri yapılmış, piyasadan rastgele alınan 3 farklı MDF ve 3 farklı yonga levha kullanılmıştır. Çalışma sonucunda en mukavemetli MDF' nin en zayıf YL'den 2 kat daha fazla mukavemete sahip olduğu tespit edilmiştir (Eren ve Eckelman, 1998)

Eckelman ve Erdil (1999), mobilyanın bilimsel üretim mühendisliğini tartışarak, kaliteyi artırma yöntemleri ve ahşap esaslı levhalarla üretilen mobilyaların sistematik tasarımı için gereken bilimsel araştırmaları irdelemişlerdir. Ayrıca mühendislik gereksinimlerine uygun verimli deney yöntemlerini de tartışarak, örnek bir sandalye deney yöntemini ana hatlarıyla vermişlerdir.

Denizli (2001), "Panel Tabanlı Kutu Mobilyaların Dayanımı ve Direncinin Geliştirilmesi" adlı tezinde ağaç ahşap esaslı levhalardan üretilmiş dolapların yapı olarak güvenilirliğini ve dayanıklılığını sağlamak için kitaplıklar üzerinde mühendislik tasarımının geliştirilmesini amaçlamıştır. Toplamda 18 kitaplığa yüklemeler yapılmış ve raf sehimleri ölçülmüştür. Sonuçta Raf sehim miktarlarının, malzeme kalınlığına ve tipine, raf desteklerine ve raf uçlarının rijitliklerine bağlı olduğu tespit edilmiştir. En yüksek dayanım MDF panellerde elde edilmiştir. Vidaların kutu arkalıklarından rafa sabitlenmesi, rafların başlarının sabitlenmesi levha kalınlığının arttırılması veya yüksek elastikiyet modülüne sahip olması mevcut tasarımların performanslarını geliştireceği bildirilmiştir.

Örs ve diğerleri (2001), kutu konstrüksiyonlu, tutkalsız ve tutkallı vidalı mobilya köşe birleştirmelerde diyagonal çekme deneyleri yapmışlardır. Tutkallı birleştirmelerde poliüretan esaslı tutkalının kullanıldığı araştırmada yapılan deneyler sonucunda; MDF Lam ve 4x50 vidaların daha başarılı bulunduğu bildirilmiştir.

Crisan (2001), "Kutu Mobilyaların Direnç Özelliklerinin Araştırılması" adlı çalışmada, sonlu elemanlar metodu ile farklı birleştirmelerde suntalamdan üretilmiş kutu mobilyaların statik yükler altındaki analizlerini yapmıştır. Bağlantılarda sabitleme elemanlarının konum sayısının etkisini, kutu mobilyaların sağlamlığı ve direnci üzerinde yatay ve dikey parçaların etkisini ve kutu-arka panel arasındaki bağlantı tiplerini araştırmıştır. Çalışmanın sonucunda, kutu mobilyaların direnç ve rijitliklerinin, elemanların kendi burulma (torsional) dirençlerine, arka panel ile kutu

birleştirme tiplerine ve belli bir ölçekte de bağlayıcıların konumuna bağlı olduğunu belirtmiştir.

Altınok (2001), kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde önemli faktörün köşe birleşme yerlerindeki diyagonal basınç veya diyagonal çekme direncinin olduğunu bildirmiş ve bu direncin ahşap esaslı levhanın türüne ve birleşme tipine göre farklılık gösterdiğini belirtmiştir.

Ahşap esaslı levhalar arasında yaygın olarak kullanılan MDF ve yonga levhalar, fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından farklıdır. “Montaja Hazır Mobilya Birleştirmelerinin Performansları” adlı çalışmada, MDF ile yapılmış birleştirmelerin yonga levha ile yapılmış birleştirmelere göre direnç bakımında %21, esneklik bakımından da %31 oranında daha yüksek değerler verdiğini bildirmiştir (Güntekin, 2003)

Efe ve diğerleri (2003), tabla tipi vidalı (tutkalsız) ve tutkallı vidalı mobilya köşe birleştirmelerinin eğilme moment dirençlerini araştırmışlardır. Deneyler sonucunda; tutkalsız birleştirmelerin tutkallı birleştirmelerden, lif levhaların yonga levhalardan ve 4x50 vidaların 5x60 vidalardan daha iyi sonuç verdiğini bildirmişlerdir.

Örs ve diğerleri (2004) “Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket-Vida Tutma Yetenekleri” adlı çalışmada, malzeme olarak yonga levha, lif levha, sunta lam, MDF lam, OSB, werzalit ve kayın kontrplak kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, soket-vida tutma direnci en yüksek KP’de, en düşük ise YL’de olduğu tespit edilmiştir.

Kutu konstrüksiyonlu mobilyada L-tipi vidalı köşe birleştirmelerin moment direnci üzerinde, vida çapı, vida etkili boyu, yükleme biçimi, malzeme çeşidi, yüzey kaplama işlemi ve tutkal kullanımının etkileri incelenmiştir. Deney sonuçlarına göre, yüzeyin sentetik reçineli kâğıtla kaplanması ve birleştirme yüzeyinin tutkalanmasının, yonga levha örneklerinin moment direncini önemli derecede arttırdığı bildirilmiştir (Zhang ve diğerleri, 2005).

Efe ve diğerleri (2006) “Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerde Eğilme Moment Dirençleri” adlı çalışmada, sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha ve lif levhadan üretilmiş kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelere uygulanan, tutkallı-vida ve vidalı (tutkalsız) birleştirmelerin grupları

itibariyle farklı mekanik davranış özellikleri gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ortalama eğilme moment dirençlerinin, MDF'lerden yapılan birleştirmelerde, suntalamdan yapılan birleştirmelere göre %38 daha başarılı çıktığını tespit etmişlerdir.

Efe ve İmirzi (2007) "Mobilya Üretiminde Kullanılan Çeşitli Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri" adlı çalışmada, malzeme olarak doğu kayını ve sarıçam odunu, yonga levha, kaplamalı yonga levha, OSB, werzalit, suntalam, MDF ve okume kontrplak kullanmışlardır. Çalışma sonucunda eğilme direnci sonuçlarına göre kontrplak, MDF ve YL'den, eğilmede elastikiyet modülü sonuçlarına göre kontrplak, MDF ve YL'den, vida tutma mukavemeti sonuçlarına göre ise kontrplak MDF'den, MDF'nin de YL'den daha yüksek mukavemet gösterdiğini tespit etmişlerdir.

"Farklı Birleştirme Teknikleri ve Değişik Kalınlıklardaki Levhalarla Üretilmiş Kutu Tipi Mobilya Köşe Birleştirmelerinin Moment Taşıma Kapasitesi" adlı çalışmada, seçilen malzemenin ve kalınlığın diyagonal çekme deneylerinde etkili faktör olduğu tespit edilmiştir (Efe ve İmirzi, 2008)

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).

$$CM_{PB} = -81.59 + 16.09 X + 14.52 Y + 1.47 Z$$

$$CM_{MDF} = -173.9 + 29.07 X + 24.62 Y + 2.26 Z$$

$$TM_{PB} = -8.4 + 17.73 X + 44.55 Y + 1.32 Z$$

$$TM_{MDF} = -136.1 + 32.42 X + 17.25 Y + 2.2 Z$$

Burada; CM_{PB} , CM_{MDF} : basınç yükü altında yonga levha ve MDF örnekleri tarafından taşınan momentler (Nm), TM_{PB} , TM_{MDF} : çekme yükü altında yonga levha ve MDF örnekleri tarafından taşınan momentler (Nm), X: vida sayısı, Y: vida çapı (mm), Z: vida etkili boyudur (mm).

Kutu mobilya L-tipi tutkalsız vidalı köşe birleştirmelerinin moment performansında vida sayısı ve ölçülerinin etkisinin araştırıldığı çalışmada, çap, boy

ve vida sayısı artışının mukavemeti arttırdığı, ancak vida boyunun çaptan daha etkili olduğu bildirilmiştir. Ayrıca ortalama moment performansı değerlerinin önceden tahmin edilebileceğini gösteren formüller geliştirilmiştir (Kasal ve diğerleri 2008).

$$M = a \times D^d \times N^c \times L^d$$

Burada; M: tahmin edilen ortalama moment (*Nm*), D: vida çapı (*mm*), N: vida sayısı, L: vida boyu (*mm*), a,b,c,d : regresyon katsayılarıdır.

Beş elemanlı kutularda vida boyutlarının moment taşıma kapasitesi ve rijitlik üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmada, en yüksek direncin 5x50 vidalarla birleştirilmiş MDF kutulardan elde edildiği tespit edilmiştir (Kasal ve diğerleri, 2008)

“Kutu Tipi Mobilyaların Rijitliğini Etkileyen Çeşitli Faktörler” adlı çalışmada, kullanılan malzemenin ve kalınlığın kutu rijitliği etkilediğini tespit edilmiştir. Kutu rijitliğinin malzeme kalınlığını 16 mm’ den 18 mm’ ye çıkarılarak arttırılabileceğini ve vidalı ya da kavelalı, MDF’den üretilen kutuların YL’den üretilen kutulara göre daha rijit olduğu bildirilmiştir (Efe ve İmirzi, 2008)

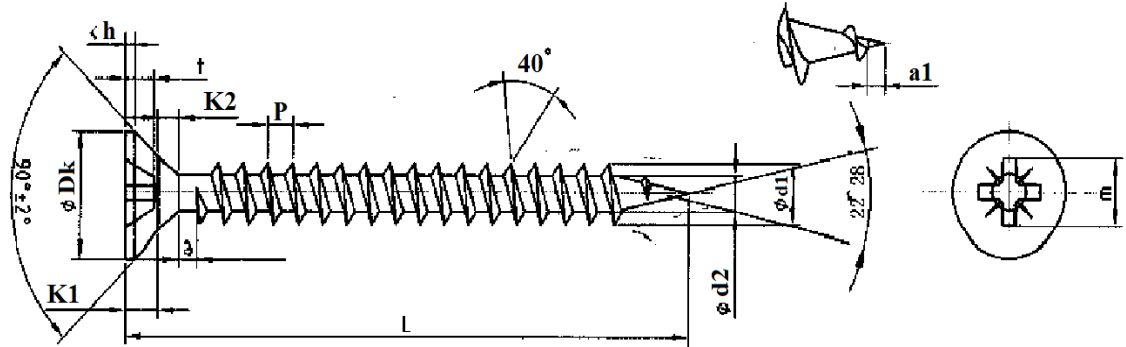
3.MALZEME VE YÖNTEM

3.1. Malzeme

Bu çalışmada ahşap esaslı olarak, TS EN 309' a uygun yonga levhalar, TS 64-5 EN 622-5' e uygun olan orta yoğunluktaki lif levhalar kullanılmıştır. Levhalar (YL ve MDF) 18 mm ve 16 mm olmak üzere iki farklı kalınlıkta kullanılmıştır. TS 4645 EN 636' ya uygun olan kontrplaklar ise, 18 mm ve 15 mm olmak üzere iki farklı kalınlıkta kullanılmıştır. Kullanılan kontrplaklar okume kontrplaktır (*Aucoumea klaineana*). 18 mm KP' ler 11 tabakalı, 15 mm KP' ler ise 9 tabakalıdır.

3.2.Vida

Bu çalışmada, TS 61'e uygun olarak yıldız vida ağızlı, 4 mm çapında ve 50 mm boyundaki tam boy dişli vidalar kullanılmıştır. Kullanılan vidanın diş dibi çapı 2,4 mm, diş adımı ise 1,8 mm'dir. (Şekil 3.1.)



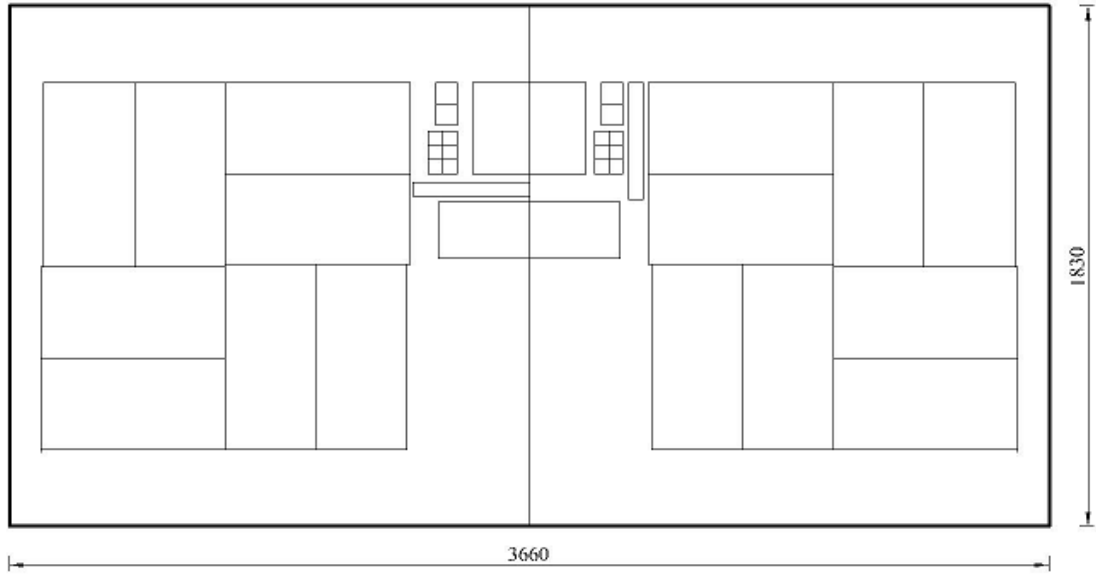
| | |
|-------|-------------|
| Dk | 7.64-8.00 |
| K1 | 1.95-2.25 |
| K2 | 1.51-1.87 |
| h MAX | 0.6 |
| d1 | 3.73-4.03 |
| d2 | 2.30-2.50 |
| P | 1.8 |
| a MAX | 1.8 |
| a 1 | 0.4-0.8 |
| L | 48.75-50.00 |
| m | 4.4 |
| t | 2.15-2.51 |

Şekil 3.1. Deneyleerde kullanılan vida boyutları (ölçüler mm)

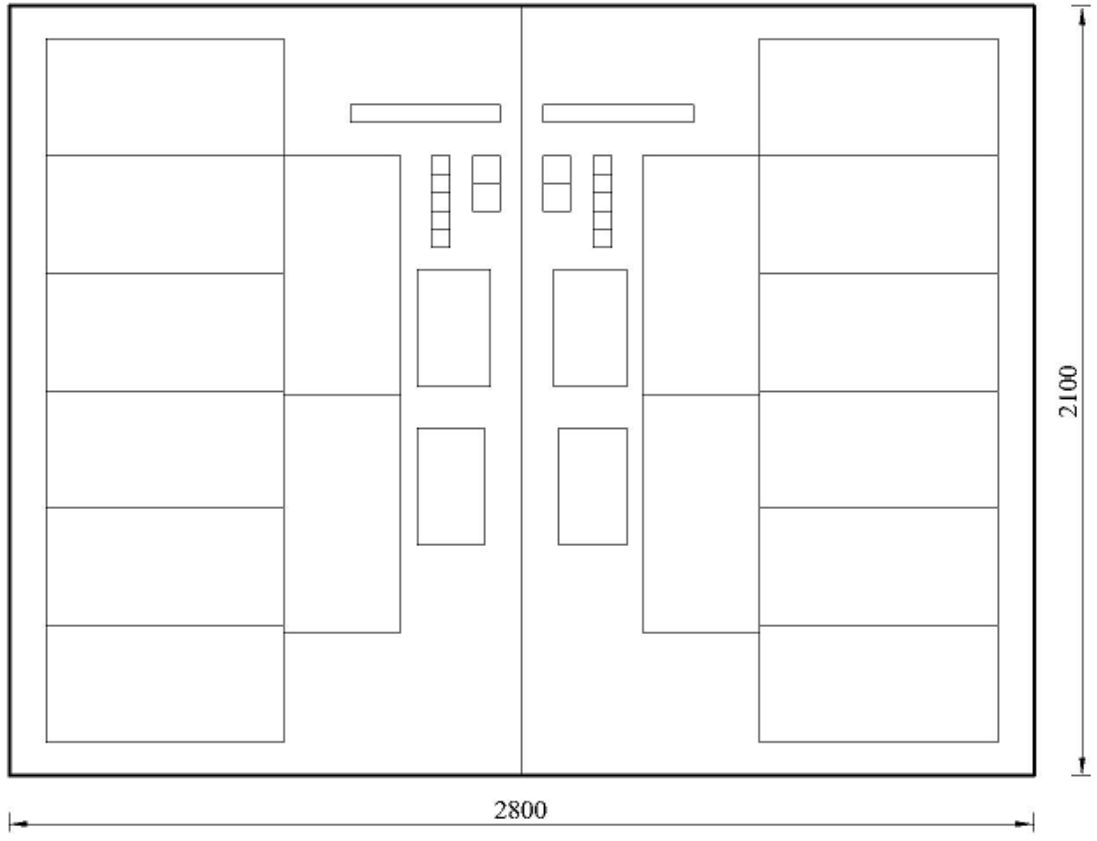
3.2. Yöntem

3.2.1. Deney örneği kesim planları

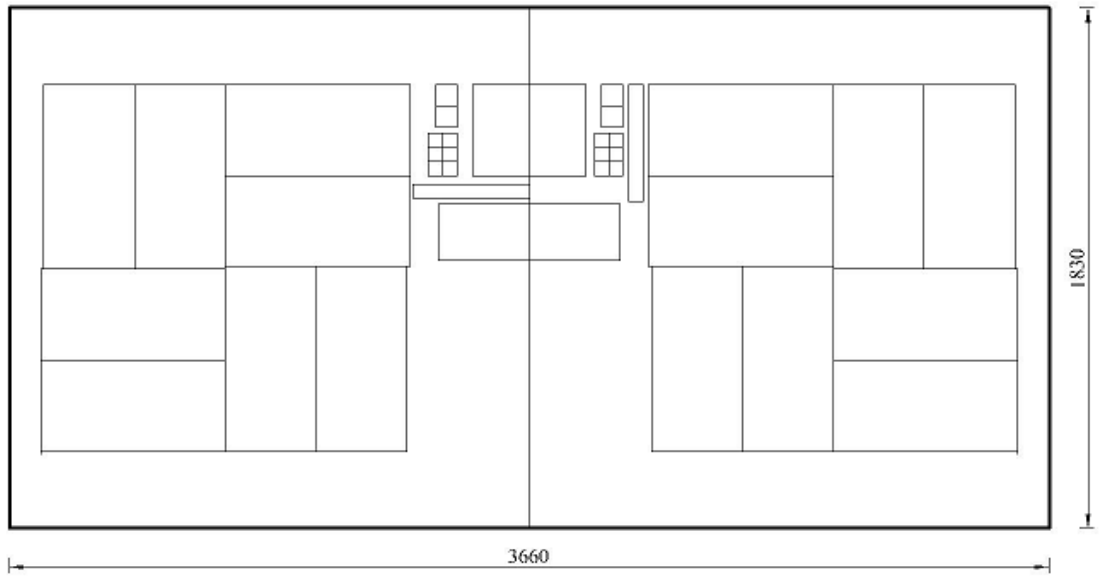
Ahşap esaslı levhalar rutubet alıp veren malzemelerdir. Rutubet alışı veya verışı dışarıya en yakın bölgelerden, kenarlardan olmaktadır. Bu nedenle yapılacak olan testlerde mümkün olduğu kadar kenarlardan örnek almaktan kaçınılmıştır. Testlere tabi tutulacak örneklerin hangi panelden ve panelin neresinden alındığının bilinmesi sağlıklı bir karşılaştırma yapılması ve böylece daha gerçekçi sonuçlar alınması için önemli bir etkidir. Bu bilgiler doğrultusunda hazırlanan kesim planları sırasıyla Şekil 3.2., Şekil 3.3., Şekil 3.4., Şekil 3.5. ve Şekil 3.6. 'da verilmiştir.



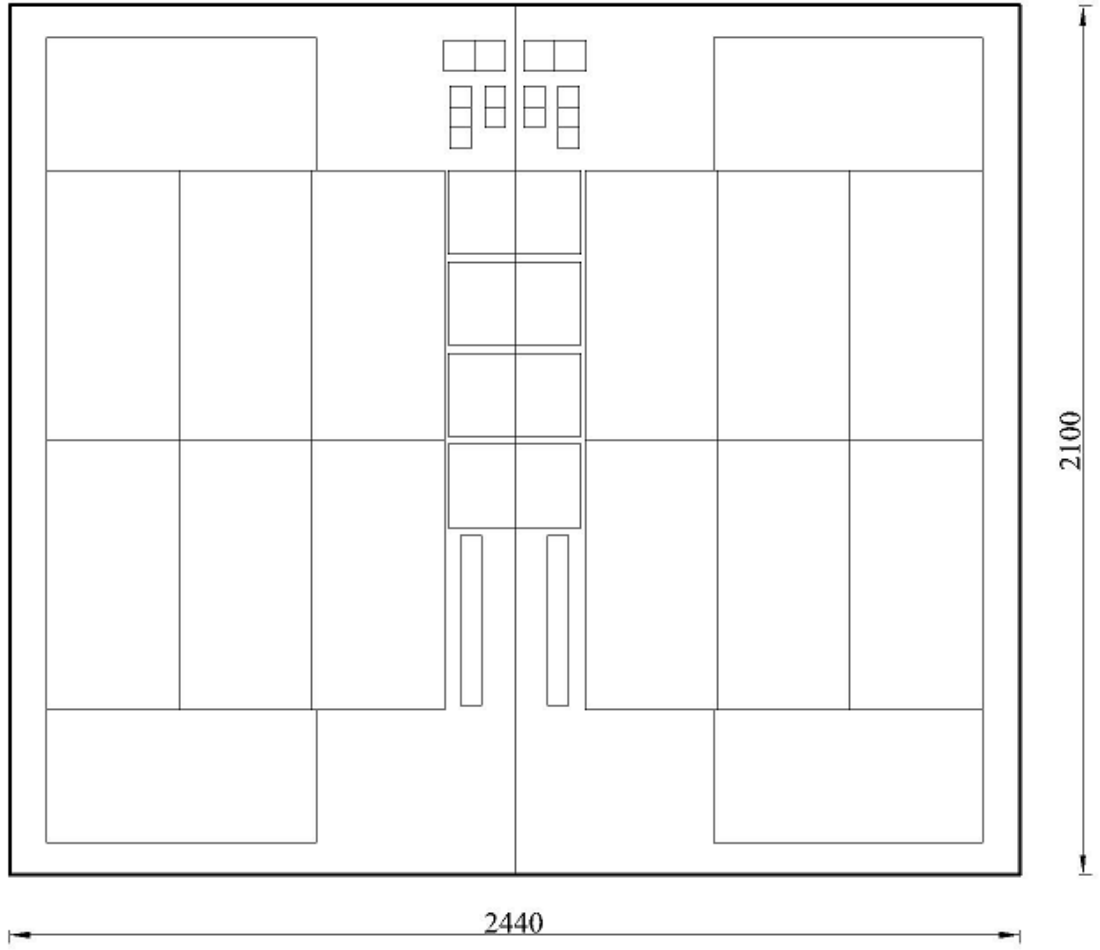
Şekil 3.2. 18 mm Yonga levha Kesim Planı (ölçüler mm)



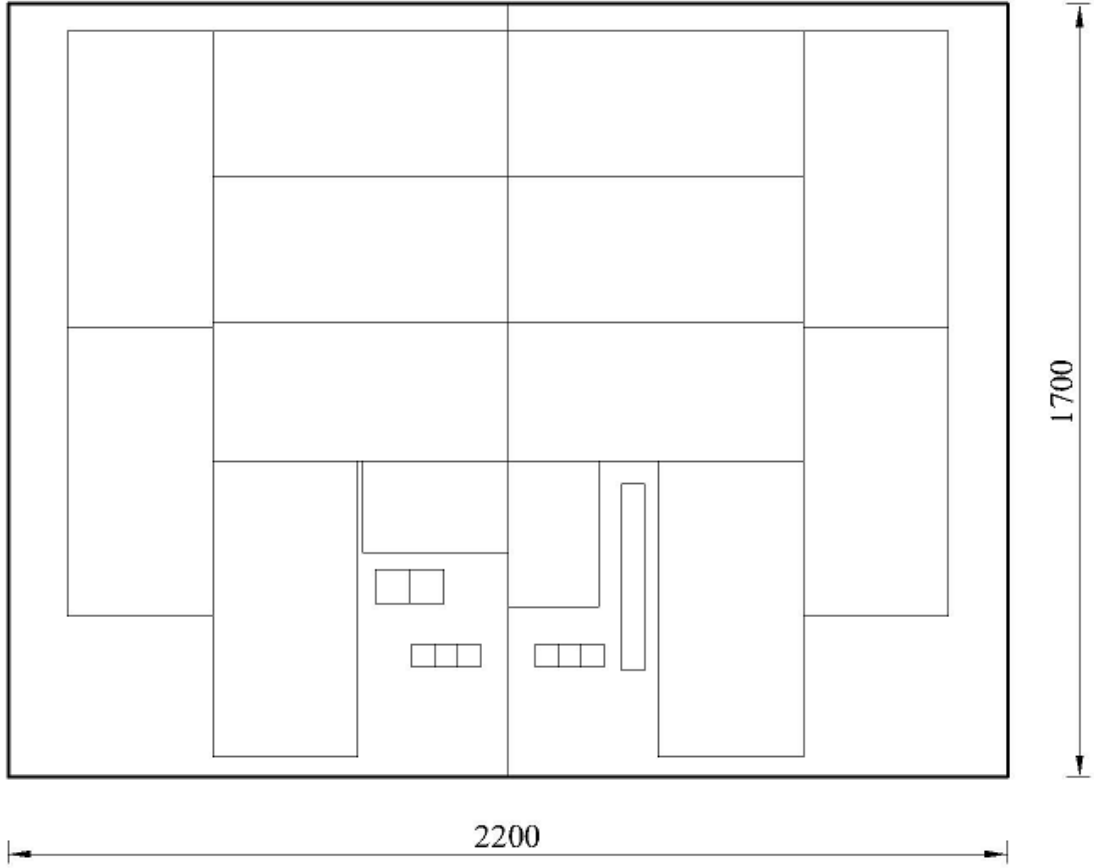
Şekil 3.3. 16 mm Yonga levha Kesim Planı (ölçüler mm)



Şekil 3.4. 18 mm MDF Kesim Planı (ölçüler mm)



Şekil 3.5. 16 mm MDF Kesim Planı (ölçüler mm)



Şekil 3.6. 18 mm Kontrplak ve 15 mm Kontrplak Kesim Planları (ölçüler mm)

Kesim planlarına ek olarak her örneğin tüm özelliklerini, hangi panelden alındığını, panelin hangi bölgesinden alındığını, kaçınıcı örnek olduğunu, hangi deneyin örneği olduğunu vb. takip edebilmek amacıyla numara ile kodlama sistemi yapılmıştır. Kodlama sistemleri sırası ile Şekil 3.7. , Şekil 3.8. ve Şekil 3.9.' da verilmiştir.

| MALZEME | KALINLIK | PANEL NUMARASI | DENEY AD-NO | DENEY NUMUNESİ | |
|-----------|----------------|---------------------|-------------|----------------|-------------------------|
| MDF 2. | 16 mm. 1.2. | 1.Panel 2.2.1.1. | 1.1.1. | 1 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 2.Panel 2.2.2. | 2.1.2. | 2 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 3.Panel 2.2.3. | 2.1.3. | 3 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 4.Panel 2.2.4. | 2.1.4. | 4 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 1.Panel 2.2.1.1. | 2.2.1.1. | 5 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 2.Panel 2.2.2. | 2.2.2. | 6 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 3.Panel 2.2.3. | 2.2.3. | 7 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 4.Panel 2.2.4. | 2.2.4. | 8 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 1.1.1. | 2.2.1.1. | 9 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |
| | | 1.1.1. | 2.2.1.1. | 9 | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 |

Şekil 3.8. MDF kodlama sistemi

| MALZEME | KALINLIK | PANEL NUMARASI | DENEY AD-NO | DENEY NUMUNESİ | | | | |
|------------------------|------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|--|-----------------|----------------|------------------------------|
| KONTRPLAK | | | | | | | | |
| 3. | | | | | | | | |
| 18 mm. | | | | | | | | |
| 3.1. | | | | | | | | |
| 1.Panel 3.1.1. | 2.Panel 3.1.2. | 3.Panel 3.1.3. | 4.Panel 3.1.4. | 1.Panel 3.2.1. | | | | |
| 2.Panel 3.2.2. | 3.Panel 3.2.3. | 4.Panel 3.2.4. | 15 mm. | | | | | |
| 1.2. | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | | |
| 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | |
| 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | | | |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | | | | |
| Zararlı ve Yoğunluk | Suya Batırma Kalınlığının Şişme | Liflere veya Levha Yüzeyine Dik Eğilime Düzenci ve Eğilimde Etilerle Yeri Modülü | Levha Yüzeyine Dik Çekme Düzenci | Vida Çekme Düzenci | L-Tipi birleşimlerde eğilime, diagonal çekme ve diagonal basıncı deneyleri | Panel Zayıflığı | Kuru Zayıflığı | Kuru Sabitleme Yeni Testi |
| 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 | 1 2 3 4 5 |
| 6 7 8 9 10 | 6 7 8 9 10 | 6 7 8 9 10 | 6 7 8 9 10 | 6 7 8 9 10 | 6 7 8 9 10 | 6 7 8 9 10 | 6 7 8 9 10 | 6 7 8 9 10 |

Şekil 3.9. Kontrplak kodlama sistemi

Uygulanan kodlama sistemine örnek olarak aşağıdaki parçayı gösterebiliriz: Parça 3.2.3.4.6. = 15 mm kalınlığındaki kontrplakların 3. Panelinden levha yüzeyine dik çekme deneyi için alınan 6. deney örneği. Bu sistemle örnek kaybolması veya karışması ve benzeri sorunlar ortadan tamamen kaldırılmıştır.

3.2.2.Fiziksel Deneyler

3.2.2.1.Deney Örneklerinin Rutubet ve Yoğunluklarının Belirlenmesi

Deney örneklerinin rutubet ve yoğunluklarının belirlenmesi için TS EN 322 ve TS EN 323’ de verilen bilgiler doğrultusunda her bir levha ve her bir levhanın farklı kalınlıklarından 10’ ar adet, toplamda 60 adet örnek hazırlanmıştır. Hazırlanan bu örneklerin bulunduğu ortamdaki rutubetli hacimleri (V_r) dijital kumpas kullanılarak ölçülmüş daha sonra %1 hassasiyet ile ölçüm yapabilen terazide tartılarak rutubetli ağırlıkları (M_r) belirlenmiştir. İlk ölçümler sonrasında tam kuru ağırlığa (M_0) ve tam kuru hacme (V_0) ulaşmak amacıyla örnekler sıcaklığı 103 ± 2 °C olan etüvde 24 saat bekletilmiştir. 24 saat sonunda ikinci ölçümler yapılmış daha sonra değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar 6 saat ara ile yeni ölçümler alınmıştır. Değişmez ağırlığa, (tam kuru ağırlığa) ulaşıldığında sonuçlar kaydedilmiş daha sonra tekrar dijital kumpas ile tam kuru hacimler (V_0) ölçülerek sonuçlar kaydedilmiştir. Rutubet ve yoğunlukların belirlenmesi için “Eş. 1.1” , “Eş. 1.2” ve “Eş. 1.3” de verilen formüllerden yararlanılmıştır.

$$r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100 \quad (\text{Eş. 1.1})$$

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} \quad (\text{Eş. 1.2})$$

$$\delta_r = \frac{M_r}{V_r} \quad (\text{Eş. 1.3})$$

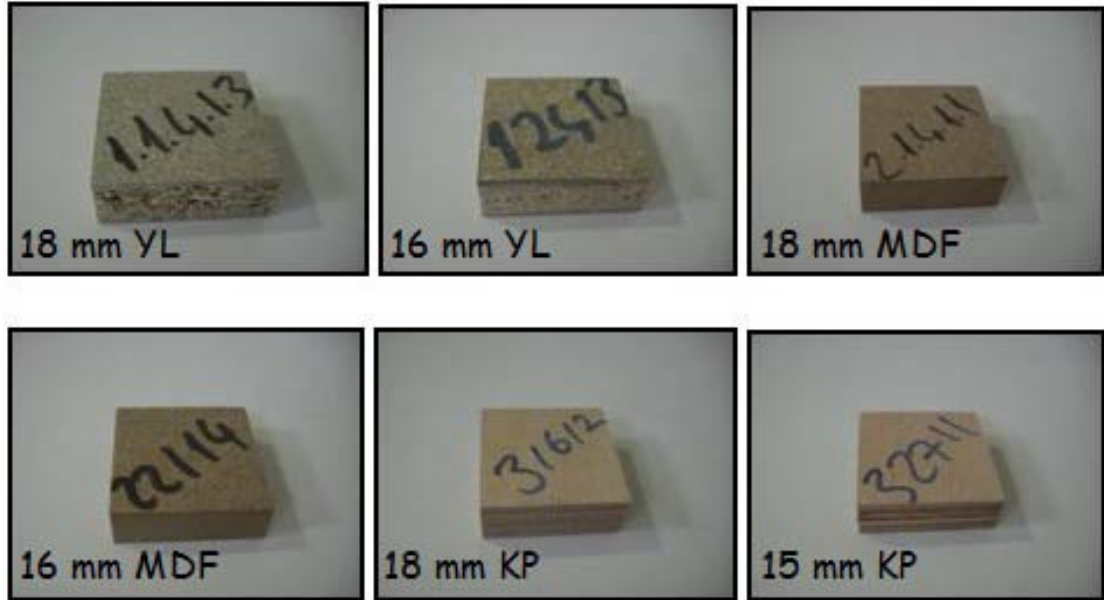
r= Rutubet oranı (%)

M_r = Rutubetli ağırlık (g)

M_0 = Tam kuru ağırlık (g)

V_0 = Tam kuru hacim (cm³)

V_r = Rutubetli Hacim (cm³)



Resim 3.1. Rutubet ve yoğunluk deney örnekleri

3.2.2.2. Kalınlığına Şişme Oranının Belirlenmesi

Deney örnekleri TS EN 317’ de standartta verilen bilgiler doğrultusunda her levha ve her levhanın her bir kalınlığından 10’ ar adet olacak şekilde toplamda 60 adet deney örneği ile gerçekleştirilmiştir. İlk olarak örneklerin daldırılması için damıtma makinesi ile saf su elde edilmiştir. Bu esnada deney örneklerinin ilk kalınlıkları (t_1) dijital kumpas ile ölçülmüş ve sonuçlar kaydedilmiştir. Daha sonra elde edilen saf suya 10’ ar adet gruplar halinde ve örnekler su yüzeyinden 25 ± 5 mm aşağıda olacak şekilde batırma işlemi yapılmıştır. Sonuçlara ulaşmak için ölçümleri yapılan örnekler batırma işleminden 2 saat ve 24 saat sonra çıkarılarak son kalınlık (t_2) değerleri ölçülmüştür. Kalınlığa şişme oranları için “Eş. 2.1” den yararlanılmıştır.

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \quad (\text{Eş. 2.1})$$

G_t = Kalınlığına şişme oranı (%)

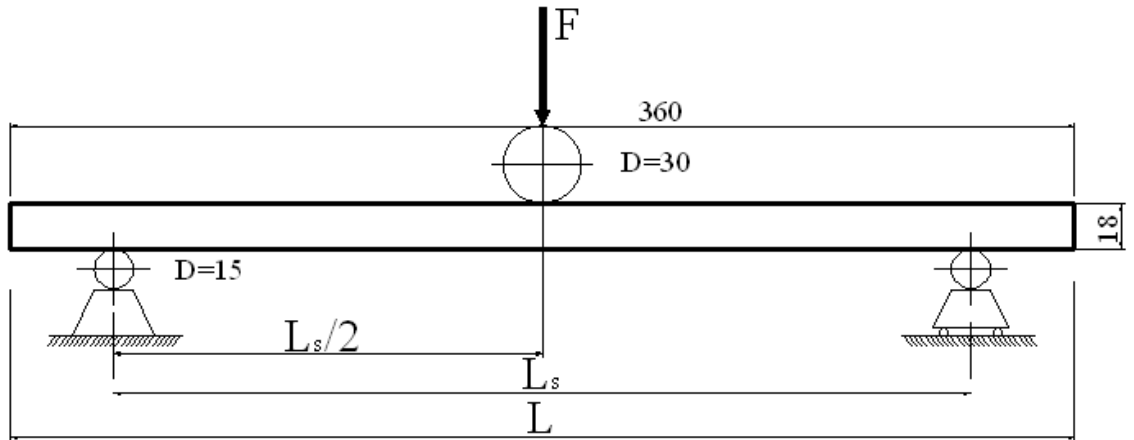
t_1 = Deneş parçasının suya daldırılmadan önceki kalınlığı (mm)

t_2 = Deneş parçasının suya daldırıldıktan sonraki kalınlığı (mm)

3.2.3. Mekanik Deneşler

3.2.3.1. Levha Yüzeyine Dik Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Deneşler TS EN 310 standardında belirtilen prensipler doğrultusunda her levhanın her bir kalınlığından 5' er adet olmak üzere toplamda 30 adet deneş örneğı hazırlanmıştır. Deneş örneklerinin boyutları 360x50x18 mm, 360x50x16 mm ve 360x50x15 mm' dir. Verilen kalınlıklar nominal ölçülerdir. Deneşlere başlamadan önce her bir örneğın kalınlıkları ölçülmüştür. Deneş düzeneğı standartta verilen ölçülere göre hazırlanmıştır. Deneş örneklerinin merkezleri işaretlenmiş ve 2 mesnet arasına tam olarak ortalanmıştır. Bu sayede kuvvetin ortadan yüklenmesi sağlanmış ve yük dağılımı 2 taraf için eşitlenmiştir. Deneş cihazının basınç kolunun hızı 6 mm/dk olarak ayarlanmıştır. Elastikiyet modülünün belirlenmesinde ihtiyaç duyulan $\Delta f/\Delta y$ yani eğim (N/mm) değerini elde edebilmek için her 50 N' da bir meydana gelen sehım değerleri kaydedilmiştir. Eğilme direnci deneşini uygulama şekli Şekil 3.10.' da verilmiştir. Eğilme direnci için "Eş. 3.1", elastikiyet modülü için de "Eş. 3.2" den yararlanılmıştır.



Şekil 3.10. Eğilme direnci deneş örneğı (ölçüler mm)

$$\sigma_e = \frac{3 \times F_{\max} \times L_s}{2 \times b \times h^2} \quad (\text{Eş. 3.1})$$

σ_e = Eğilme Direnci (N/mm²)

F_{\max} = Kırılma anında deney cihazından okunan maksimum yük (N)

L = Deney örneklerinin boyu (mm)

L_s = Mesnetler arası mesafe (mm)

b = Deney örneklerinin genişliği (mm)

h = Deney örneklerinin yüksekliği (mm)

$$E = \frac{L_s^3}{4 \times b \times h^3} \times \frac{\Delta f}{\Delta y} \quad (\text{Eş. 3.2})$$

E = Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm²)

Δf = Yük-Sehim oranlılık bölgesindeki yük artışı (N), (F_2-F_1)

F_1 = Yaklaşık olarak maksimum kuvvetin %10'u (N)

F_2 = Yaklaşık olarak maksimum kuvvetin %40'ı (N)

L_s = Mesnetler arası mesafe (mm)

b = Deney örneklerinin genişliği (mm)

h = Deney örneklerinin yüksekliği (mm)

Δy = (F_2-F_1) kuvvet artışı nedeniyle deney parçasının uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışıdır (mm)

3.2.3.2. Levha Yüzeyine Dik Çekme Direnci

Deney örnekleri TS EN 319 da verilen bilgiler doğrultusunda her levhanın ve her levhanın her bir kalınlığından 10' ar adet olacak şekilde toplam 60 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deney örneklerinin deney esnasında üst ve alt yüzeyinden

sabitleyebilmek için universal test cihazına yerleştirilmek amacıyla sertliği yüksek bir ağaçtan (Doğu Kayını-*Fagus Orientalis Lipsky*) kenarları kanallı kalıplar hazırlanmıştır. Her bir örnek için bir takım (2 adet) çene hazırlanmıştır. Hazırlanan çenelerin arasına yerleştirilecek olan deney örneklerinin yapıştırma işleminde hızlı yapıştırıcı kullanılmıştır. Yüzeye dik çekme dirençlerinin belirlenmesi için “Eş. 4.1” den yararlanılmıştır.

$$f_{t1} = \frac{F_{\max}}{a \times b} \quad (\text{Eş. 4.1})$$

f_{t1} = Yüzeye dik çekme direnci (N/mm²)

F_{\max} = Kopma anındaki maksimum kuvvet, Kopma yükü (N)

a= Deney örneğinin boyu (50 mm)

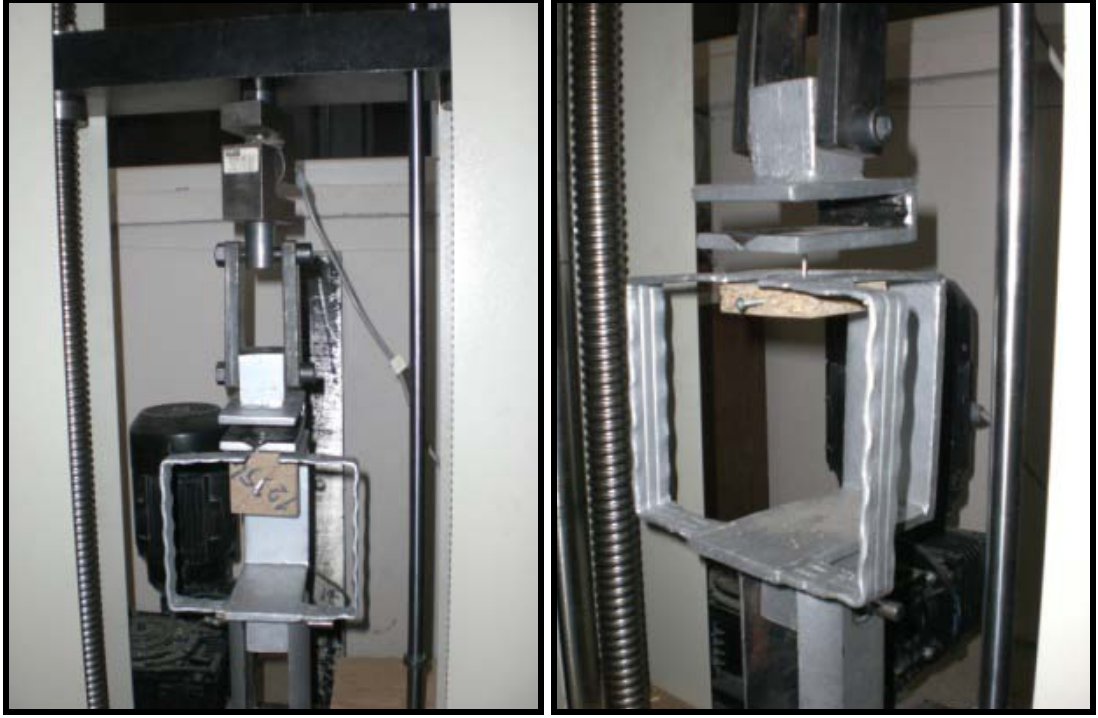
b= Deney örneğinin eni (50 mm)

3.2.3.3. Vida Tutma Mukavemeti

Vida tutma mukavemeti deneyinde kenardan ve yüzeyden olmak üzere 2 uygulama için her bir levha türü ve levha kalınlığı için 10 adet deney örneği TS EN 13446 ve TS EN 320 standartlarında verilen bilgiler doğrultusunda hazırlanmış, deneyde 4x50 mm ölçülerinde vidalar kullanılmıştır. Vidalama işlemleri öncesinde 3 mm çapında kılavuz delikler açılmıştır. Delme işlemi yatay ve dikey delik açma makinelerinde sarsıntıyı en aza indirgeyecek şekilde önceden belirlenmiş olan kenar ve yüzeyin merkez noktasından yapılmıştır. Deneyler universal test cihazının basınç-çekme kolunun hızı 2,5 mm/dk olarak ayarlanarak yapılmıştır. Vida tutma mukavemeti vidanın geri çıkma anındaki en büyük kuvvetler olarak alınmıştır (N) .



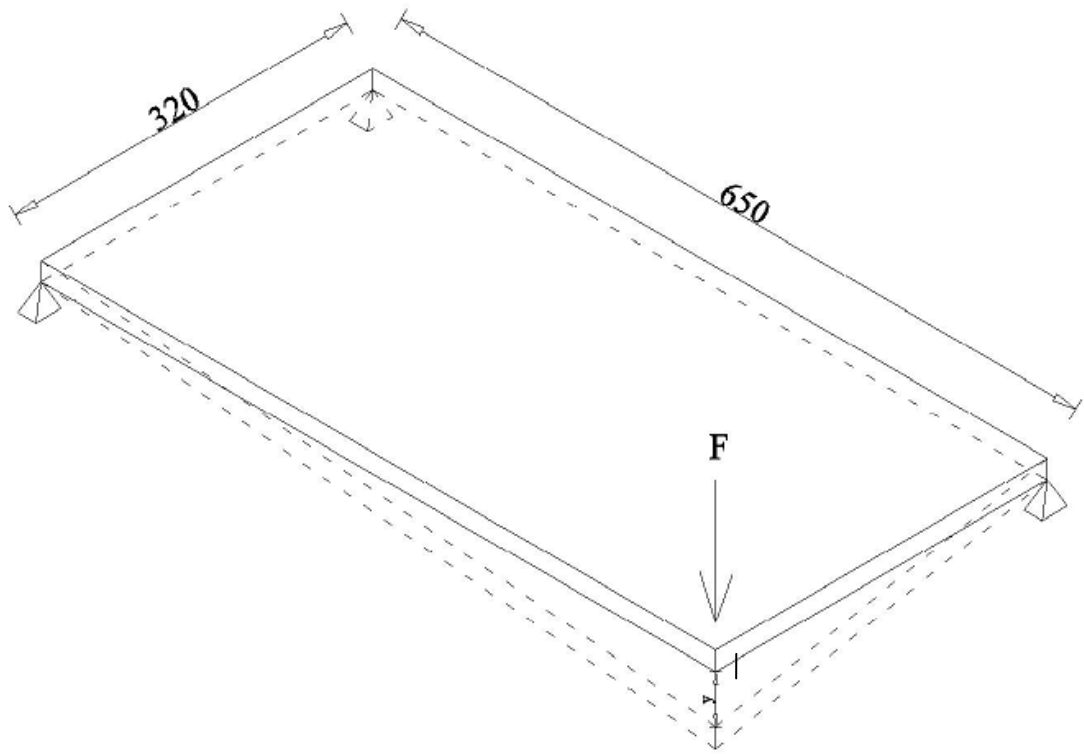
Resim 3.2. Vida tutma mukavemeti deney örnekleri



Resim 3.3. Vida tutma mukavemeti deney uygulaması

3.2.3.4. Panel Rijitliği Deneyi

Katılık veya sertlik olarak da adlandırılan rijitlik, bir panelin belli bir yük altında uğradığı basınç sonucu deforme olması ve bu deforme ile meydana gelen sehım değişikliğinin oranıdır. Rijitlik ölçümünde çeşitli yöntemler bulunmaktadır. ASTM D 3044-94 de iki noktadan sabitleyerek yapılan panel rijitliği deney sistemi bulunmaktadır. Bu çalışmada bu yöntemlerden birisi olan üç noktadan sabitleyerek, tek noktadan yük uygulanması sonucu meydana gelen yer değiştirme kullanıldığı yöntem seçilmiştir. Deney düzeneği ve yük uygulama biçimi Şekil 3.11.'de verilmiştir. Deneylerde kullanılan panel ölçüleri, tutarlı olması bakımından yine bu çalışmada hazırlanan deney kutularına göre belirlenmiştir. Rijitlik değerleri için eşitlik “Eş. 7.1.” den yararlanılmıştır (C.A. Eckelman).



Şekil 3.11. Panel rijitliği deney düzeneği ve yük uygulama biçimi

$$f / y = t^3 \cdot G / (3 \cdot L_1 \cdot L_2) \quad (\text{Eş. 7.1.})$$

G = Panel rijitliği (N/mm^2)

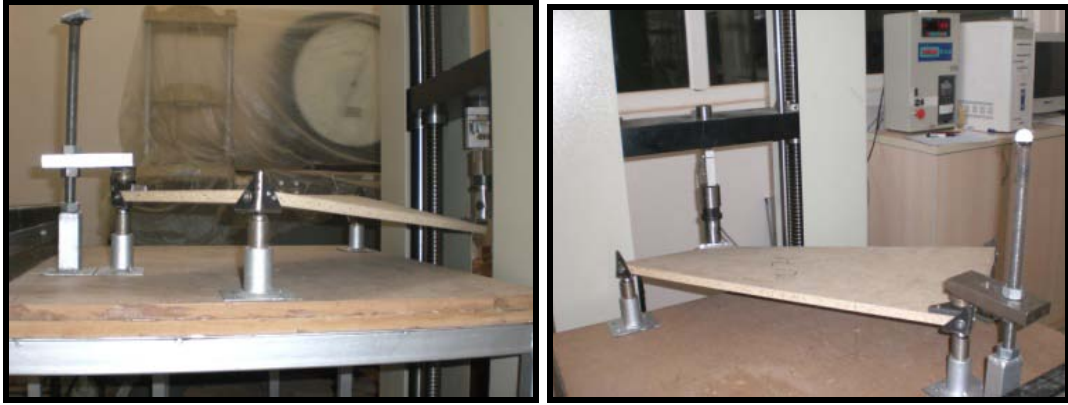
f = Kuvvet (N)

y = Yer değiştirme (mm)

L_1 = Panel uzunluğu (mm)

L_2 = Panel genişliği (mm)

t = Panel kalınlığı (mm)

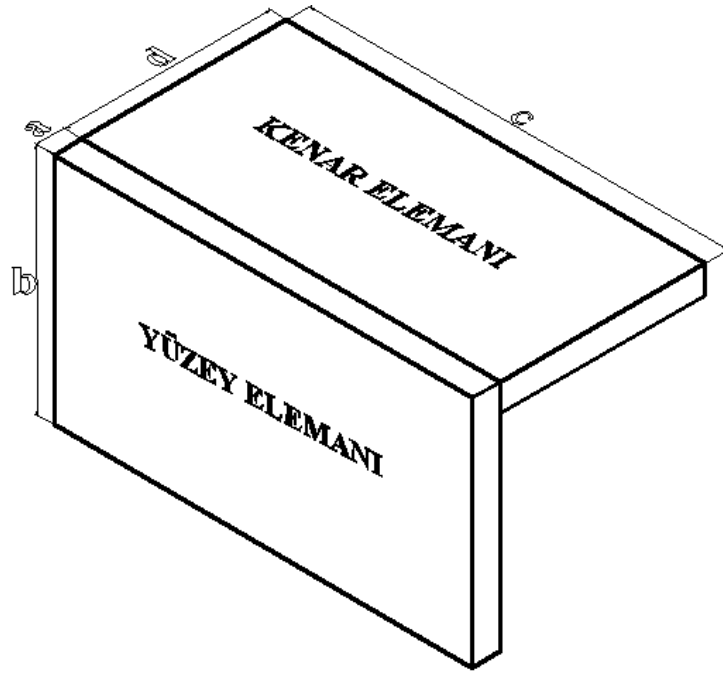


Resim 3.4. Panel rijitliği deney uygulaması

3.2.4. L-Tipi Kõşe Birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç deneyleri

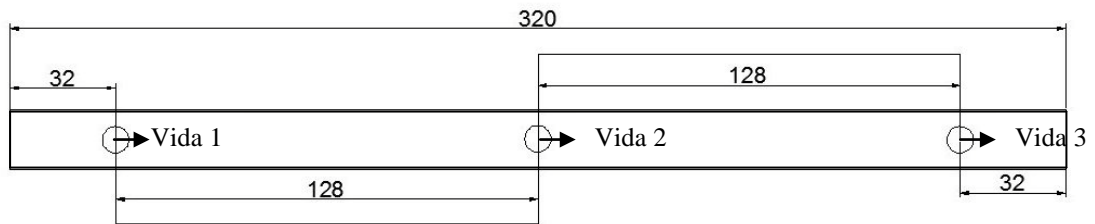
3.2.4.1. Diyagonal çekme deneyi

Diyagonal çekme deneyinde, her bir deney örneği kenar ve yüzey olmak üzere iki elemandan oluşmaktadır. Deney örnek boyutları Şekil 3.12.'de verilmiştir. Deney örneklerinin hazırlanmasında ilk olarak vida delik yerleri işaretlenmiş daha sonra yatay ve dikey delik delme makinelerinde dikkatlice kılavuz delikler açılmıştır. Delik açma işleminde her iki kenardan seri üretime uygun olması amacı ile 32 mm ve tam ortadan bir tane olmak üzere toplam 3 adet kılavuz delik açılmıştır. Vidalama yerleri Şekil 3.13.'te gösterilmiştir. Bu işlemlerden sonra dikkatlice birleştirilmiş olan deney örnekleri yükleme yukarıdan ve merkezden olacak şekilde ters "V" olarak önceden hazırlanmış olan düzgün bir zemine yerleştirilmiştir. Birleştirmenin zemine temas eden iki kenarının altına kenarların köşeleri kanala tam oturacak şekilde kanallı ve tekerlekli aparatlar konulmuştur. Bu aparatlar sayesinde deney sırasında zeminden bir karşı kuvvet olmamış ve böylece doğru bir çekme deneyi yapılması sağlanmıştır. Diyagonal çekme deneyinde taşınan momentlerin hesaplanması için "Eş.6.1." den yararlanılmıştır.



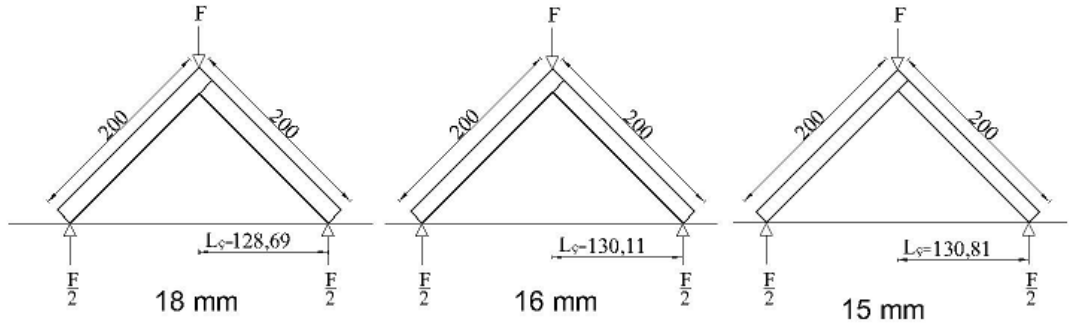
| Levha Kalınlığı (a) | (b) | (c) | (d) |
|---------------------|--------|--------|--------|
| 18 mm | 200 mm | 320 mm | 182 mm |
| 16 mm | 200 mm | 320 mm | 184 mm |
| 15 mm | 200 mm | 320 mm | 185 mm |

Şekil 3.12. L-tipi köşe birleştirme deney örneği



Şekil 3.13. Diyagonal çekme deneyi kılavuz delik noktaları (Ölçüler mm)

Diyagonal çekme deneyi uygulama deney örneği boyutları ve moment kolu mesafeleri Şekil 3.14' te gösterilmiştir. Buna ek olarak diyagonal çekme deneyi örnek resimleri ve uygulama şekli Resim 3.5. ve Resim 3.6.' da verilmiştir.



Şekil 3.14. Diyagonal çekme deneyi deney örneği boyutları, moment kolu mesafesi (Ölçüler mm)

$$M_{\ç} = \frac{F_{\max\ç}}{2} \times L_{\ç} \text{ (Nm)} \quad (\text{Eş.6.1.})$$

$M_{\ç}$ = Moment (Nm)

$F_{\max\ç}$ = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

$L_{\ç}$ = Moment kolu (mm)



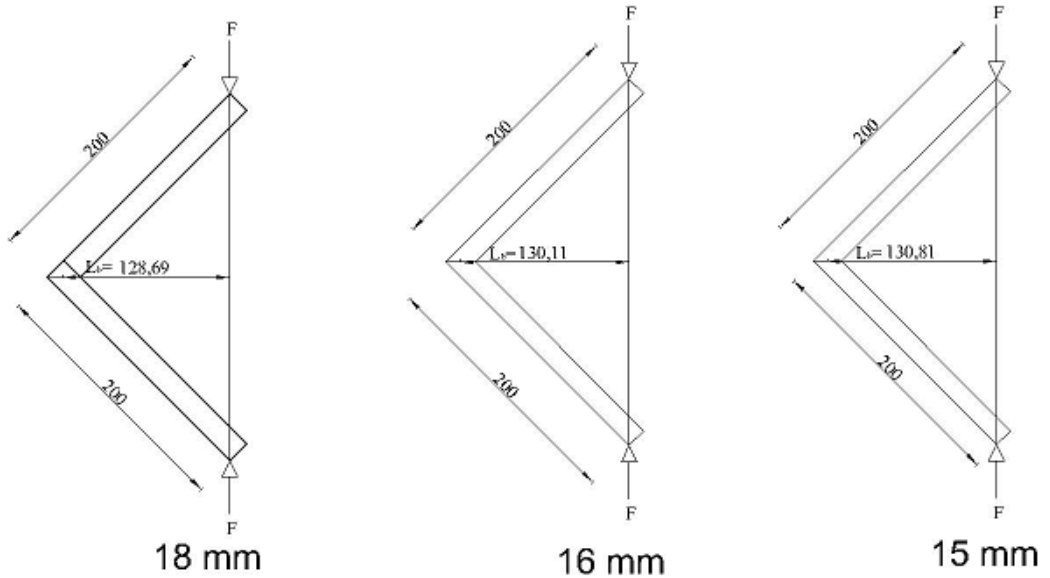
Resim 3.5. Diyagonal çekme deneyi deney örnekleri



Resim 3.6. Diyagonal çekme deneyinin uygulanması

3.2.4.2. Diyagonal basınç deneyi

Diyagonal basınç deneyinde çekme deneyinin aksine yan duran deney örneğinin zeminle temas edecek olan kenarının altına köşeleri tam oturacak şekilde kanallı aparat yerleştirilmiştir. Böylece alt kenar sabit tutulmuş kayma olmamıştır. Diyagonal basınç deneyinde taşıma momentlerinin hesaplanması için “Eş.6.2.” kullanılmıştır. Diyagonal basınç deneyi deney örnek boyutları, moment kolu mesafesi Şekil 3.15.’ te verilmiştir.



Şekil 3.15. Diyagonal basınç deneyi deney örnek boyutları, moment kolu mesafesi

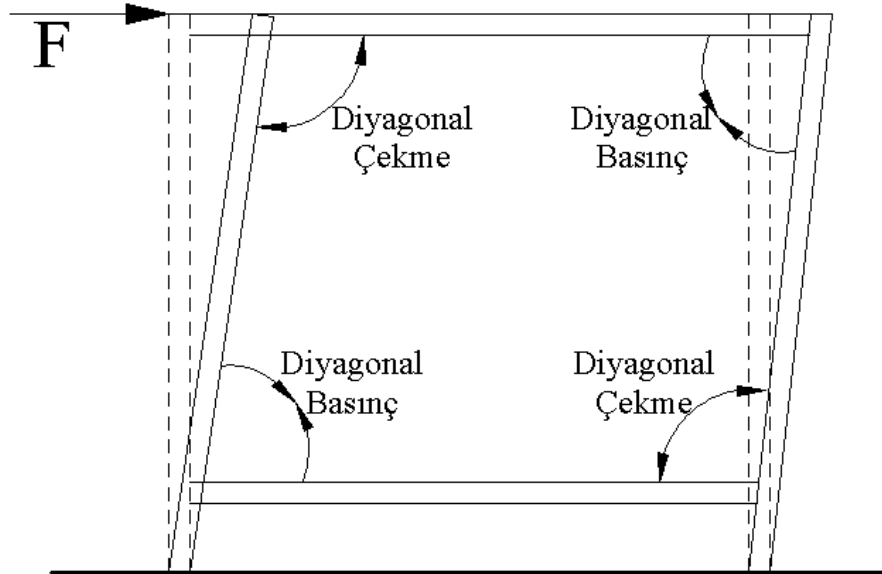
$$M_b = F_{\max b} \times L_b (Nm) \quad (E.ş.6.2.)$$

M_b = Moment (Nm)

$F_{\max b}$ = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L_b = Moment kolu (mm).

Kutu tipi mobilyalarda, dış kuvvetlerin etkisiyle meydana gelen mekanik zorlanmalarda, zorlayıcı diyagonal kuvvetler, kutu tipi mobilya sisteminin düğüm noktalarını birbirine doğru kapatmaya (diyagonal basınç) ve dışa doğru açmaya (diyagonal çekme) çalışmaktadır. Bu noktalardan oluşan zorlanmalar Şekil 3.16.'da gösterilmiştir. Buna ek olarak diyagonal basınç deney uygulaması Resim 3.7.'de gösterilmiştir.



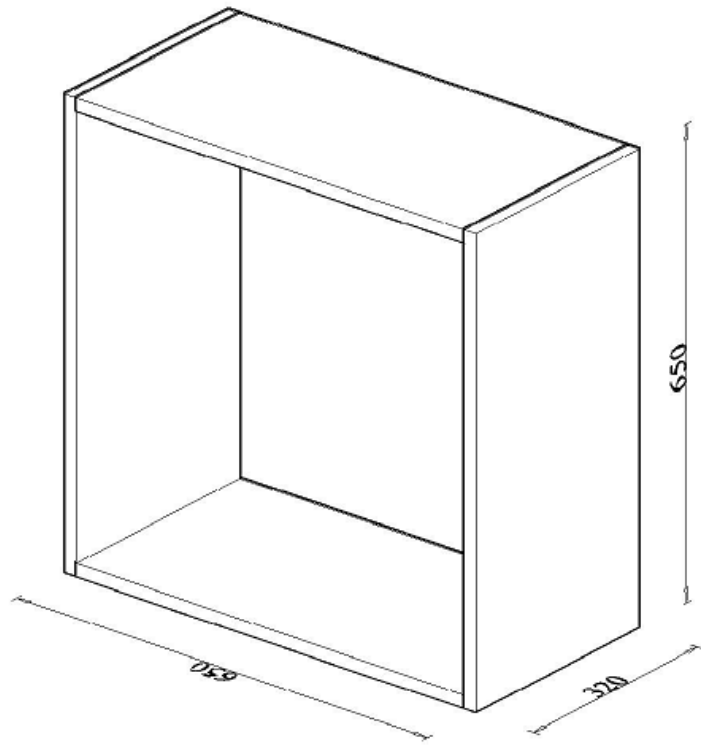
Şekil 3.16. Kutu mobilya sistemlerinde zorlayıcı kuvvetlerin düğüm noktalarına etkisi



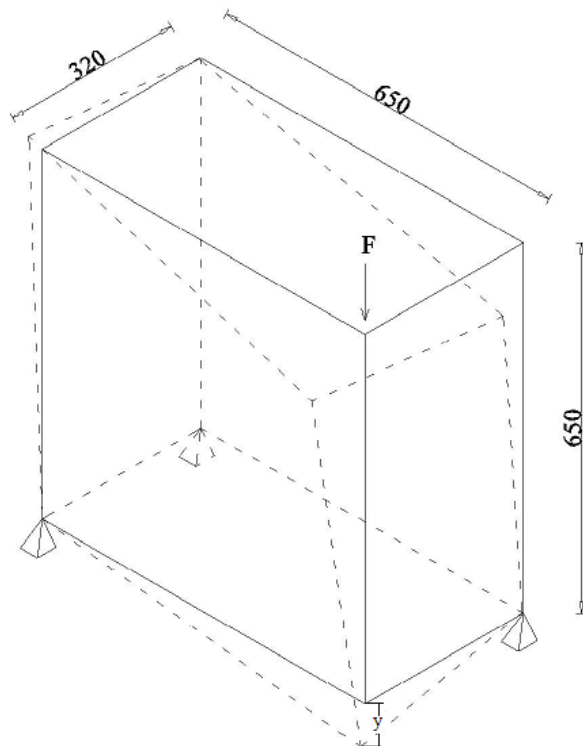
Resim 3.7. Diyagonal basınç deneyinin uygulaması

3.2.5. Kutu Rijitliği Deneyi

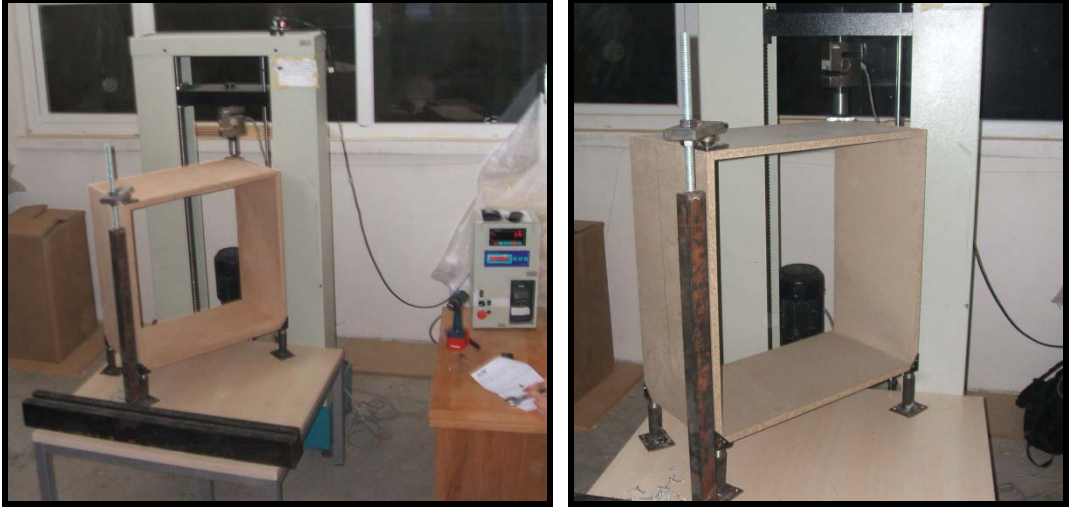
Kutuların rijitliklerinin ölçülmesinde panel rijitlikleri ölçümünde olduğu gibi üç köşeden sabitlenerek serbest köşeden statik kuvvet uygulanmıştır. Test edilecek olan kutular birleştirmeler yapılmadan önce birleştirmenin yapılacağı noktalar işaretlenmiş ve delik açma makinelerinde sarsıntıyı en aza indirgeyecek şekilde delinmiştir. Birleştirme esnasında vidaların dik ve düzgün sıkılmasına özen gösterilmiştir. Rijitlik değerleri kuvvetin (f) yer değiştirmeye (y) oranı ile belirlenmiştir. Deney uygulanacak kutuların ölçüleri Şekil 3.17.'de, F yükü altındaki deney örneği Şekil 3.18.'de, deneyin uygulanması ise Resim 3.8.'de verilmiştir.



Şekil 3.17. Kutu rijitliği deney örneklerinin boyutları



Şekil 3.18. Bir deney örneğinin F yükü altındaki deformasyon biçimi



Resim 3.8. Kutu rijitliği deneyinin uygulanması

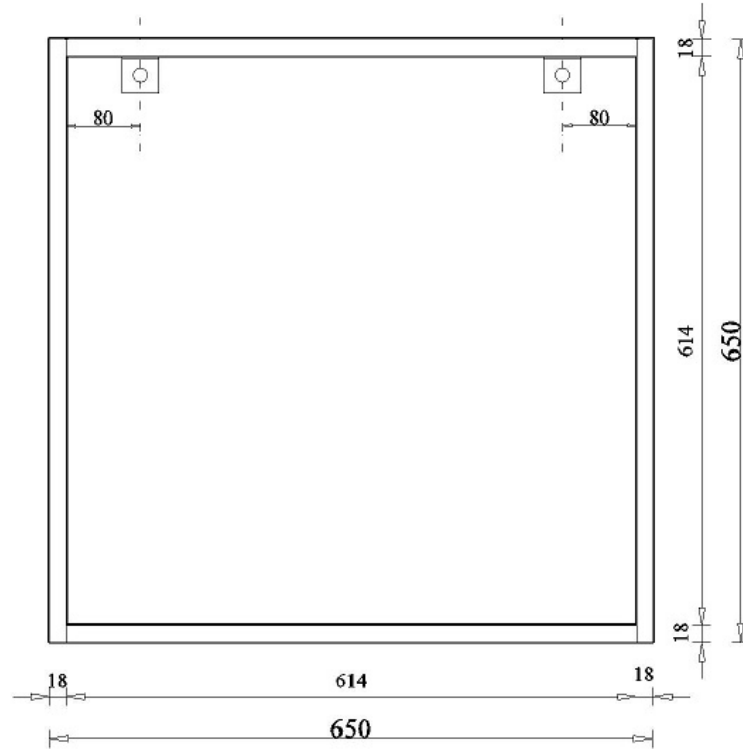
3.2.6. Kutu Sabitleme Yeri Testi

Kutu rijitliği deney örnekleri ile aynı şekilde hazırlanan deney kutuları önceden hazırlanmış olan deney düzeneğine 2 farklı şekilde sabitlenmiştir. Bu sabitleme şekillerinin birincisi yaygın olarak kullanılan üst panelden sabitleme, ikincisi ise yan panellerden sabitlemedir. Sabitleme, bir vida sabitleme noktasına, ikişer vida kutuya olacak şekilde hazırlanmış L tipi bağlantı demirleri ile kenarlardan içe doğru 80 mm boşluk bırakılarak yapılmıştır (Şekil 3.19. ve Şekil 3.20.). Yükleme yukarıdan 3 tonluk maksimum gerilmeye sahip çekme kayışı ile yapılmıştır. Deney cihazı kutunun tam ortasına konumlandırılmış ve böylece yüklemenin tam ortadan ve eşit dağılması sağlamıştır. Deneyin uygulanması Resim 3.9.'da verilmiştir. Maksimum kuvvetler ve yük yer değiştirme verileri videoya kaydedilmiştir. Bu deneyler için oluşturulan deneme deseni çizelge 3.1.' de verilmiştir. Deneylerde 3 levha türü, 2 kalınlık, 2 duvara sabitleme yeri ve 5 yükleme olmak üzere 60 adet 1/1 ölçekli deney kutusu hazırlanmıştır.

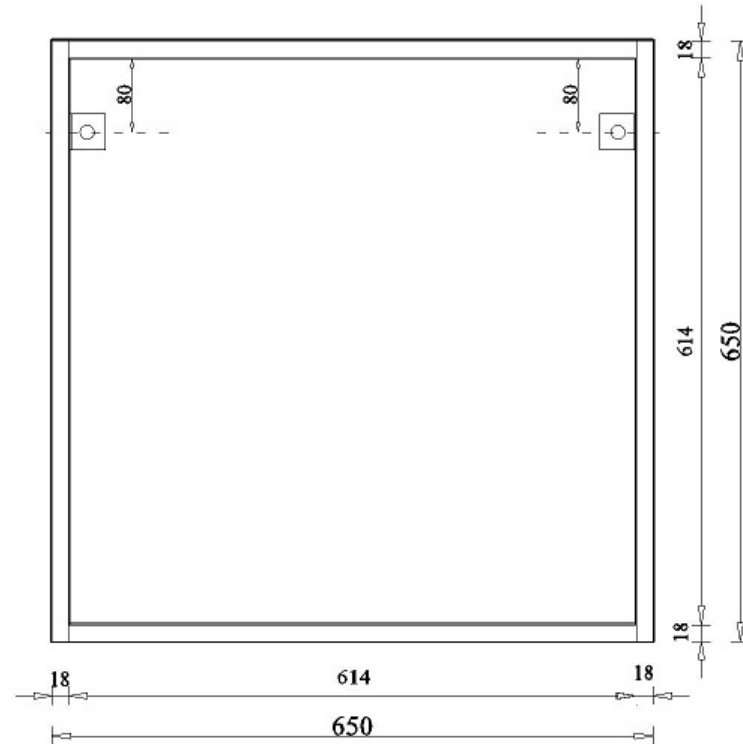
F_{max} = Kopma noktasındaki maksimum kuvvet (N)

Çizelge 3.1. Kutu sabitleme yeri deneyi deneme deseni

| AHŞAP ESASLI LEVHA | LEVHA KALINLIĞI | DUVARA SABİTLEME YERİ | TEKERRÜR |
|--------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| YL | 18 mm | ÜST | 5 |
| | | YAN | 5 |
| | 16 mm | ÜST | 5 |
| | | YAN | 5 |
| MDF | 18 mm | ÜST | 5 |
| | | YAN | 5 |
| | 16 mm | ÜST | 5 |
| | | YAN | 5 |
| KP | 18 mm | ÜST | 5 |
| | | YAN | 5 |
| | 15 mm | ÜST | 5 |
| | | YAN | 5 |
| TOPLAM | | | 60 Deney Kutusu |



Şekil 3.19. Kutu sabitleme yeri deneyi üst panelden sabitleme biçimi



Şekil 3.20. Kutu sabitleme yeri deneyi yan panellerden sabitleme biçimi



Resim 3.9. Kutu sabitleme yeri deney uygulaması

3.2.7. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmada belirlenen fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde, deney kutularının üretildiği ahşap esaslı levhaların etkisini belirlemek amacıyla “ tek düzeyli varyans analizi (ANOVA)” yapılmıştır.

Duvara sabitleme yeri, ahşap esaslı levha türü, levha kalınlığı ve bu faktörlerin ikili ve üçlü etkileşimlerinin, deney kutularının kuvvet taşıma kapasitesi ve rijitliği üzerindeki etkileri “çoklu varyans analizi (ANOVA)” ile belirlenmiş, farklılıkların $p < 0,05$ e göre istatistiksel anlamda farklı çıkması halinde bu farklılıkların gruplar arasındaki önemi için “en küçük önemli fark testi (LSD: Least Significant Difference) kullanılmıştır. Böylece denemeye alınan faktörlerden; duvara sabitleme yeri, ahşap esaslı levha türü ve levha kalınlığının birbirleri arasındaki başarı sıralaması homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir.

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fiziksel Özellikler

4.1.1. Rutubet ve Yoğunluk

Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların, rutubet değerleri, rutubetli haldeki yoğunlukları ve tam kuru haldeki yoğunluklarına ait istatistik değerler Çizelge 4.1.' de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların ortalama rutubet ve yoğunluk değerleri

| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Rutubet Oranı (%) | | Tam Kuru Yoğunluk (g/cm^3) | | Rutubetli Yoğunluk (g/cm^3) | |
|------------|----------------------|-------------------|---------|--------------------------------|---------|---------------------------------|---------|
| | | X_{ort} | v (%) | X_{ort} | v (%) | X_{ort} | v (%) |
| YL | 18 | 7,01 | 4,5 | 0,55 | 5,7 | 0,58 | 5,7 |
| | 16 | 6,25 | 1,2 | 0,64 | 1,9 | 0,66 | 1,8 |
| MDF | 18 | 6,28 | 1,5 | 0,73 | 2,0 | 0,75 | 1,9 |
| | 16 | 5,81 | 1,1 | 0,72 | 0,4 | 0,73 | 0,7 |
| KP | 18 | 7,29 | 3,6 | 0,56 | 2,4 | 0,59 | 2,6 |
| | 15 | 7,50 | 4,9 | 0,56 | 5,4 | 0,59 | 5,5 |

X_{ort} : Ortalama değer

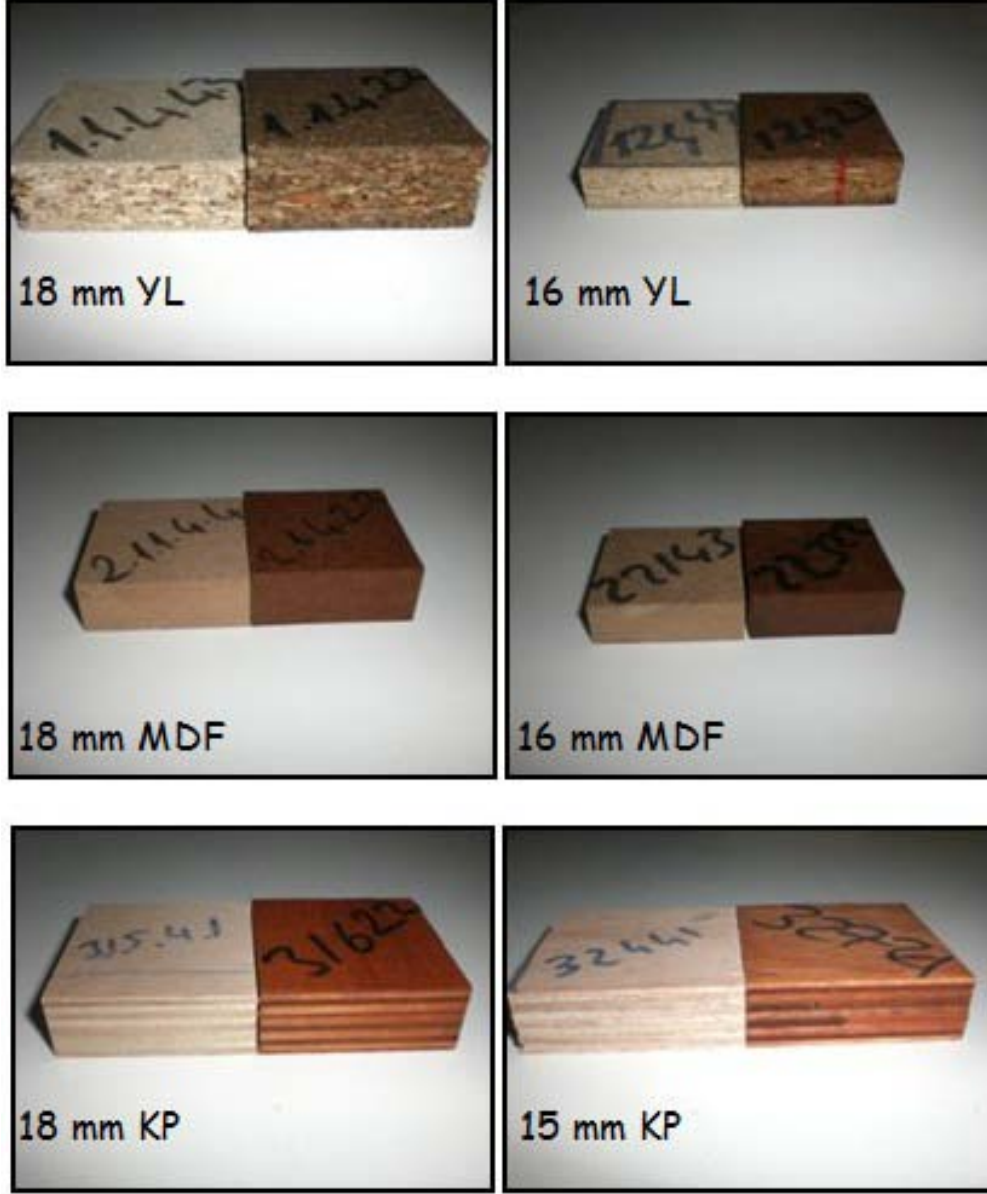
v (%) : Varyasyon katsayısı

TS EN 312-1 standardının ön gördüğü % 5 - % 13 rutubet miktarı aralığı dikkate değerdir. Tüm ahşap esaslı levhaların rutubet oranları kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmuştur.

Deneyler sonucunda en yoğun levha türünün 18 mm MDF ($0,73 g/cm^3$) olduğu, yoğunluğu en düşük levha türünün ise 18 mm YL ($0,55 g/cm^3$) olduğu belirlenmiştir. Rutubetli haldeki yoğunluklar ele alındığında, en yüksek değer $0,75 g/cm^3$ ile 18 mm MDF de, en düşük değer ise $0,58 g/cm^3$ ile 18 mm YL'de elde edilmiştir. Rutubet oranı en yüksek ahşap esaslı levha 15 mm KP (%7,5), rutubet oranı en düşük ahşap esaslı levha ise 16 mm MDF (% 5,81) olarak tespit edilmiştir.

4.1.2. Kalınlığına Şişme Oranı

Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların kalınlığa şişme deneyi öncesi ve sonrası resimleri Resim 4.1.'de verilmiştir.



Resim 4.1. Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların kalınlığına şişme oranları

Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların kalınlığa şişme oranlarına ait istatistiksel değerler Çizelge 4.2.'de verilmiştir

Çizelge 4.2. Deneş örneklerinin kalınlığına şişme oranları

| Kalınlığa | | 2 saat | | | | 24 saat | | | |
|-----------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Şişme Oranı (%) | | | | | | | | | |
| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | X_{min} | X_{max} | X_{ort} | $v(\%)$ | X_{min} | X_{max} | X_{ort} | $v(\%)$ |
| YL | 18 | 11,34 | 14,92 | 13,35 | 8 | 13,99 | 20,56 | 16,95 | 10 |
| | 16 | 6,55 | 9,44 | 7,91 | 10 | 15,18 | 16,98 | 16,28 | 3,7 |
| MDF | 18 | 0,77 | 1,43 | 1,13 | 23 | 5,00 | 6,55 | 5,64 | 8,1 |
| | 16 | 1,25 | 2,12 | 1,51 | 13 | 7,37 | 9,83 | 8,02 | 9 |
| KP | 18 | 0,44 | 1,76 | 1,40 | 15 | 3,05 | 5,03 | 4,14 | 15 |
| | 15 | 0,25 | 2,17 | 0,48 | 28 | 2,02 | 3,24 | 2,33 | 16 |

 X_{min} : En küçük değeri X_{max} : En büyük değeri X_{ort} : Ortalama değeri $v(\%)$: Varyasyon katsayısı

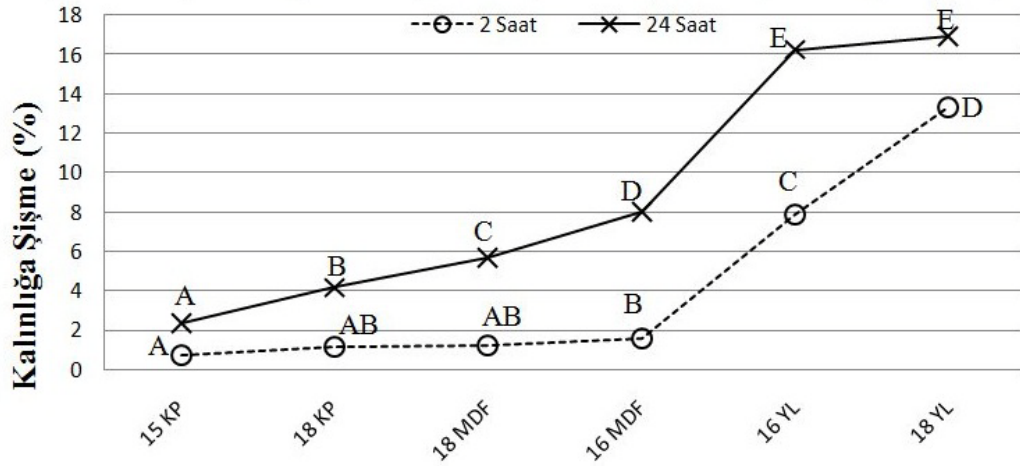
Çizelge 4.2.'ye göre, 2 saat suya daldırma sonucundaki kalınlığa şişme miktarlarında en yüksek değeri % 13,35 ile 18 mm YL'de, en düşük değeri ise % 0,48 ile 15 mm kalınlığındaki KP'de elde edilmiştir. 24 saat sonraki ölçümler sonucunda ise en yüksek değeri % 16,95 ile yine 18 mm kalınlığındaki YL'de, en düşük değeri ise % 2,33 ile 15 mm kalınlığındaki KP'de elde edilmiştir.

Elde edilen veriler, suda bekletilen ahşap esaslı levhalarda kalınlığa şişme oranının en yüksek 18 mm kalınlıktaki YL' de en düşük ise 15 mm kalınlıktaki KP' de olduğunu göstermiştir. Levha türünün kalınlığa şişme oranı üzerindeki etkilerine ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.3.'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kalınlığa şişme varyans analizi sonuçları

| 2saat | Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
|--------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------------------|
| | Gruplar İçi | 9 | 3,608 | 0,401 | 0,9747 | |
| | Gruplar Arası | 5 | 1346,214 | 269,243 | 654,6963 | 0,0000 |
| | Hata | 45 | 18,506 | 0,411 | | |
| | Toplam | 59 | 1368,327 | | | |
| 24saat | Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
| | Gruplar İçi | 9 | 7,116 | 0,791 | 0,9896 | |
| | Gruplar Arası | 5 | 1963,969 | 392,794 | 491,6637 | 0,0000 |
| | Hata | 45 | 35,951 | 0,799 | | |
| | Toplam | 59 | 2007,035 | | | |

2 saat ve 24 saat sonra yapılan suya daldırma işlemi sonucu, kalınlığa şişme verileri üzerinde levha türlerinin etkisi varyans analizi ile değerlendirilmiş ve önem düzeyleri 0,05' den küçük çıktığı için bütün levha türlerinin kalınlığa şişme üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur. Şekil 4.1.' de kalınlığına şişme oranları için LSD kritik değeri 0,8051 kullanılarak karşılaştırma sonuçları grafiksel olarak ifade edilmiştir.



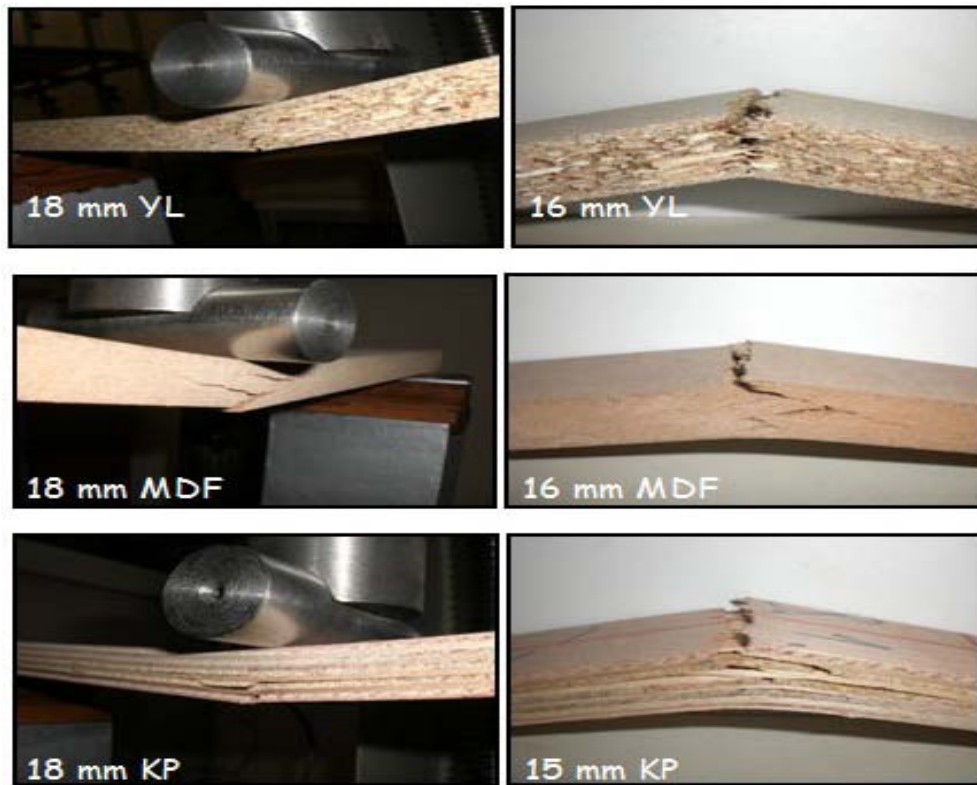
Şekil 4.1. Kalınlığına Şişme Oranlarının Karşılaştırılması

Buna göre, 2 saat sonraki kalınlığa şişme oranları ele alındığında, 16 mm YL ile 18 mm YL arasında istatistiksel olarak bir fark olmazken, 24 saat sonunda aradaki fark artmış ve istatistiksel anlamda önem kazanmıştır. Diğer yandan, 18 mm KP ve 18 mm MDF' nin 2 saat sonraki kalınlığa şişme oranları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli iken, 24 saat sonucunda elde edilen veriler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur.

4.2. Mekanik Deneyler

4.2.1. Liflere veya Levha Yüzeyine Dik Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların yüzeye dik eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyinde, meydana gelen kırılma şekillerini gösteren resimler Resim 4.2.'de verilmiştir. Kırılmalar deney örneklerinin ortalarında gerçekleştirilmiştir. Maksimum dayanım kuvveti bu noktadaki kırılma anı olarak belirlenmiştir.



Resim 4.2. Eğilme direnci-elastikiyet modülü deney sonrası meydana gelen kırılma şekilleri

Levha yüzeyine dik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait istatistikler Çizelge 4.4.'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Denei örneklerinin elastikiyet modülü ve eğilme direnci denei değerleri

| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Lif Yönü | Eğilme Direnci (N/mm^2) | | | | r* (%) |
|------------|----------------------|----------|-----------------------------|------------------|------------------|------|--------|
| | | | X _{min} | X _{max} | X _{ort} | v(%) | |
| YL | 18 | - | 10,08 | 14,24 | 11,20 | 15 | 7,09 |
| | 16 | - | 19,68 | 21,84 | 20,82 | 4 | 6,29 |
| MDF | 18 | - | 22,70 | 42,67 | 37,32 | 22 | 6,29 |
| | 16 | - | 34,04 | 36,35 | 35,44 | 3 | 5,69 |
| KP | 18 | Paralel | 44,25 | 64,68 | 54,23 | 18 | 7,02 |
| | | Dik | 50,96 | 82,15 | 66,02 | 21 | 7,02 |
| | 15 | Paralel | 57,47 | 91,71 | 74,71 | 16 | 7,40 |
| | | Dik | 36,70 | 48,82 | 42,56 | 11 | 7,40 |

* : Denei anındaki rutubet oranı

| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Lif Yönü | Elastikiyet Modülü (N/mm^2) | | | | r (%) |
|------------|----------------------|----------|---------------------------------|------------------|------------------|------|-------|
| | | | X _{min} | X _{max} | X _{ort} | v(%) | |
| YL | 18 | - | 1808,53 | 2454,28 | 2031,58 | 14 | 7,09 |
| | 16 | - | 2452,35 | 2856,38 | 2611,87 | 6 | 6,29 |
| MDF | 18 | - | 2461,09 | 2774,50 | 2563,96 | 5 | 6,29 |
| | 16 | - | 3232,94 | 3379,54 | 3303,78 | 2 | 5,69 |
| KP | 18 | Paralel | 4842,21 | 5528,55 | 5173,33 | 6 | 7,02 |
| | | Dik | 3803,19 | 5413,26 | 4584,49 | 14 | 7,02 |
| | 15 | Paralel | 7395,43 | 8918,82 | 8413,84 | 7 | 7,40 |
| | | Dik | 5187,26 | 6110,53 | 5413,90 | 12 | 7,40 |

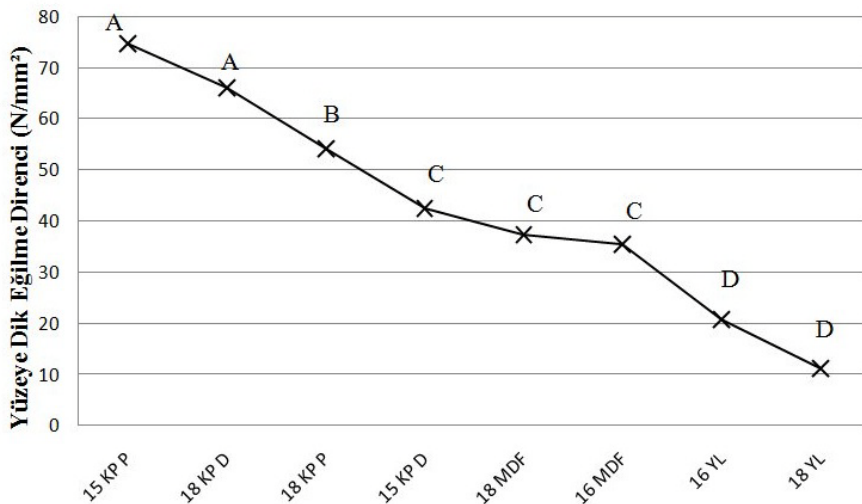
Yapılan karşılaştırma sonuçlarında, en yüksek eğilme direncinin liflere paralel yönde test edilen 15 mm kalınlıktaki KP'de (74,71 N/mm^2), en düşük eğilme

direncinin ise 18 mm kalınlıktaki YL’de (11,20 N/mm²) elde edilmiştir. Elastikiyet modülü değerleri ele alındığında ise en yüksek değerleri 15 mm kalınlıktaki KP verirken (8413,84 N/mm²), en düşük değerleri ise 18 mm kalınlıktaki YL (2031,58 N/mm²) vermiştir. Levha türünün eğilme direnci üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5.’te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Levha türünün eğilme direncine etkilerine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------------------|
| Gruplar İçi | 4 | 487,672 | 121,918 | 2,0606 | 0,1129 |
| Gruplar Arası | 7 | 16267,482 | 2323,926 | 39,2773 | 0,0000 |
| Hata | 28 | 1656,681 | 59,167 | | |
| Toplam | 39 | 18411,835 | | | |

Varyans analizi sonuçlarına göre; levha türünün eğilme direnci üzerindeki etkileri 0,05 hata ihtimali ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Yüze dik eğilme direnci değerleri için LSD kritik değeri 9,965 ile yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.2.’ de grafik olarak gösterilmiştir.



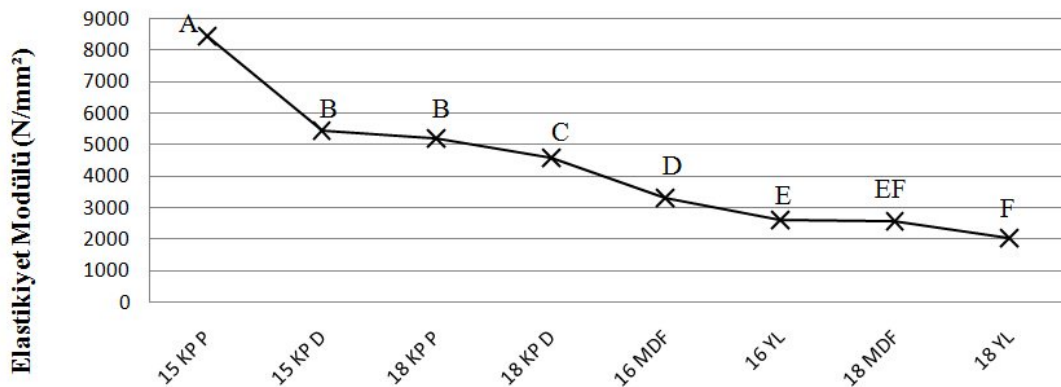
Şekil 4.2. Yüze dik eğilme direnci karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.2.'ye göre liflere paralel yönde test edilmiş 15 mm KP ile liflere dik yönde test edilmiş 18 mm KP arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır. Liflere dik yönde test edilmiş 15 mm KP ve 18 mm ile 16 mm MDF'ler arasında ve 16 mm ve 18 mm YL'ler arasında da istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır. Levha türünün elastikiyet modülü değerleri etkisine ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6.'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Levha Türünü elastikiyet modülü etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------------------|
| Gruplar İçi | 4 | 840940,078 | 210235,019 | 1,1967 | 0,3341 |
| Gruplar Arası | 7 | 154992174,608 | 22141739,230 | 126,0368 | 0,0000 |
| Hata | 28 | 4918949,065 | 175676,752 | | |
| Toplam | 39 | 160752063,750 | | | |

Deney malzemelerinin elastikiyet modülü değerleri üzerindeki etkileri 0,05 yanılma olasılığı için önemli bulunmuştur. Şekil 4.3.' te elastikiyet modülü değerlerine göre LSD kritik değeri 543,0 için yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.3.'te gösterilmiştir.

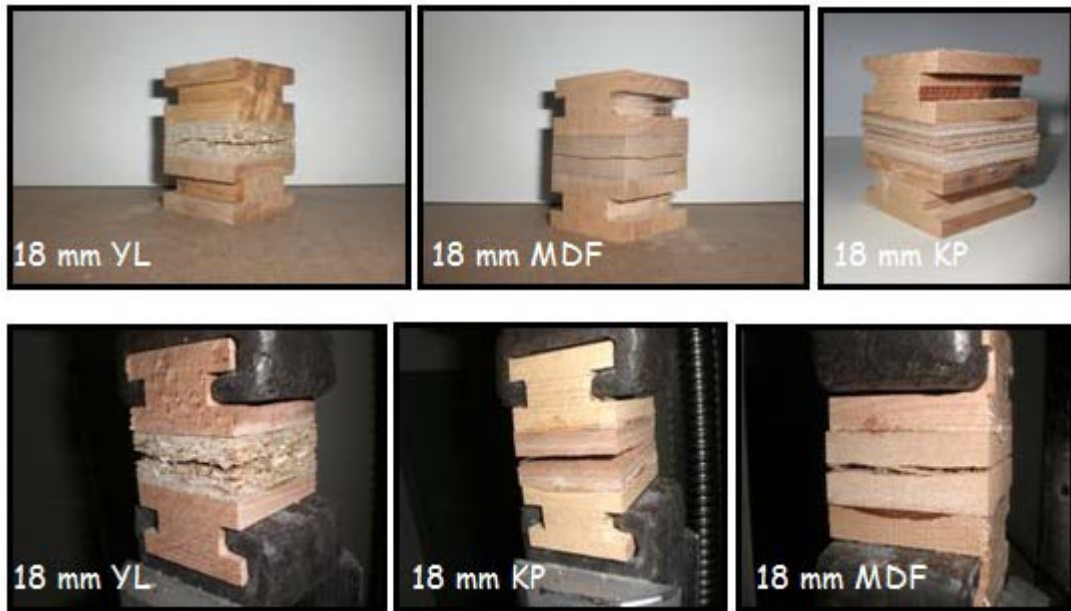


Şekil 4.3. Elastikiyet modülü karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.3.'e göre üzere liflere paralel yönde test edilmiş 18 mm KP ile liflere dik yönde test edilmiş 15 mm KP arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır. Benzer şekilde 16 mm YL ile 18 mm MDF arasında ve 18 mm MDF ile 18 mm YL arasındaki farklar da istatistiksel olarak önemsizdir.

4.2.2. Levha Yüzeyine Dik Çekme Direnci

Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların yüzeye dik çekme direnci deneyinde, meydana gelen kırılma şekillerini gösteren resimler Resim 4.3.'te verilmiştir. Kırılmalar deney örneklerinin ortalarında gerçekleştirilmiştir. Maksimum dayanım kuvveti bu noktadaki kırılma anı olarak belirlenmiştir.



Resim 4.3. Levha yüzeyine dik çekme direnci kırılma şekilleri

Levha yüzeyine dik çekme direnci deneyinden elde edilen verilere ait istatistiksel değerler Çizelge 4.7. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Levha yüzeyine dik çekme direnci değerleri

| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm^2) | | | | r (%) |
|------------|----------------------|---------------------------------------|-----------|-----------|------|-------|
| | | X_{min} | X_{max} | X_{ort} | v(%) | |
| YL | 18 | 0,15 | 0,50 | 0,27 | 40 | 7,12 |
| | 16 | 0,31 | 0,63 | 0,47 | 22 | 6,27 |
| MDF | 18 | 0,58 | 0,85 | 0,75 | 13 | 6,19 |
| | 16 | 0,65 | 1,37 | 0,97 | 26 | 5,80 |
| KP | 18 | 0,49 | 1,59 | 0,85 | 43 | 7,28 |
| | 15 | 0,53 | 1,73 | 1,14 | 33 | 7,47 |

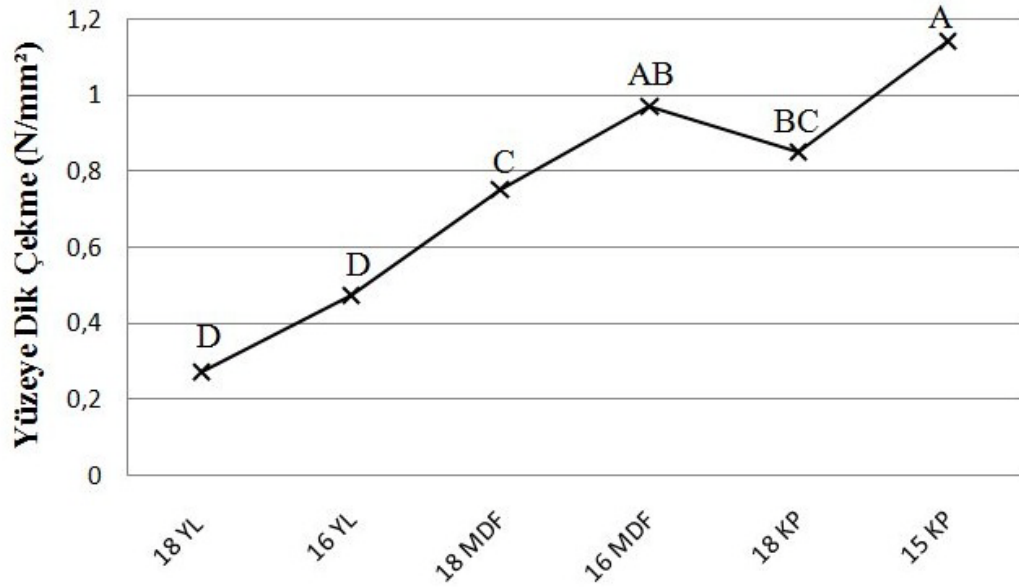
Levha yüzeyine dik çekme deneyi sonuçları, yüzeye dik en dirençli ahşap esaslı levhanın 15 mm KP ($1,14 N/mm^2$) olduğunu göstermiştir. Bu levha türünü sırasıyla 16 mm MDF ($0,97 N/mm^2$), 18 mm KP ($0,85 N/mm^2$), 18 mm MDF ($0,75 N/mm^2$) ve 16 mm YL ($0,47 N/mm^2$) takip etmiş, en düşük direnç ise 18 mm YL'de ($0,27 N/mm^2$) tespit edilmiştir.

Levha türünün, levha yüzeyine dik çekme direnci değerleri üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8.'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ahşap esaslı levha türünün levha yüzeyine dik çekme direncine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali $P<0,05$ |
|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|------------------------|
| Gruplar İçi | 9 | 1.104 | 0,123 | 2,4552 | 0,0227 |
| Gruplar Arası | 5 | 5,092 | 1,018 | 20,3785 | 0,0000 |
| Hata | 45 | 2,249 | 0,50 | | |
| Toplam | 59 | 8,445 | | | |

Buna göre, ahşap esaslı levha türlerinin levha yüzeyine dik çekme direnci değerlerine etkisi 0,05 hata payı ile istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Levha türleri arasındaki başarı sıralamasını belirlemek amacıyla LSD kritik değeri 0,2014 kullanılarak yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.4.'te gösterilmiştir.

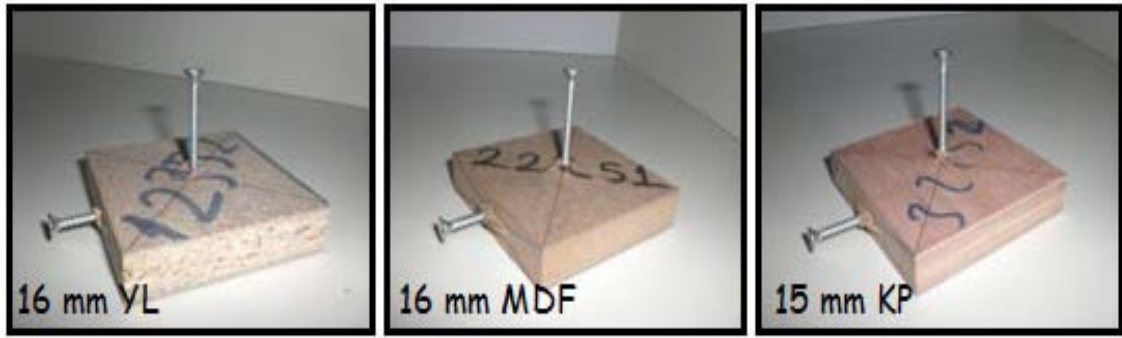


Şekil 4.4. Yüze dik çekme direnci karşılaştırma sonuçları

Yüze dik çekme direnci en yüksek olan levha türü 15 mm KP' dir. 15 mm KP ve 16 mm MDF arasında istatistiksel anlamda bir fark yoktur. 18 mm KP ve 16 mm MDF arasında da istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır. Bu levha türlerini, sırasıyla 18 mm MDF ve aralarında istatistiksel anlamda bir fark bulunmayan 18 mm ve 16 mm YL takip etmiştir.

4.2.3. Vida Tutma Mukavemeti

Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların vida tutma mukavemeti deneyinde, meydana gelen vida çıkma şekillerini gösteren resimler Resim 4.4.'te verilmiştir. Maksimum dayanım kuvveti bu noktalardaki vida çıkma anı olarak belirlenmiştir.



Resim 4.4. Vida tutma mukavemeti vida çıkma şekilleri

Kenardan ve yüzeyden vida tutma mukavemeti değerlerine ilişkin istatistik değerler Çizelge 4.9. 'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Vida tutma mukavemeti değerleri

| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Kenardan (N) | | | | Yüzeyden (N) | | | | r (%) |
|------------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------|------------------|------------------|------------------|------|-------|
| | | X _{min} | X _{max} | X _{ort} | v(%) | X _{min} | X _{max} | X _{ort} | v(%) | |
| YL | 18 | 892,71 | 1481,31 | 1138,94 | 21 | 784,8 | 1069,29 | 912,33 | 13 | 6,93 |
| | 16 | 1500,93 | 1942,38 | 1710,86 | 9 | 1010,43 | 1196,82 | 1102,64 | 6 | 6,25 |
| MDF | 18 | 2364,21 | 3090,15 | 2774,27 | 8 | 1530,36 | 2050,29 | 1778,55 | 8 | 6,13 |
| | 16 | 2491,74 | 2844,90 | 2623,19 | 4 | 1098,72 | 1599,03 | 1420,49 | 10 | 5,71 |
| KP | 18 | 2324,97 | 3894,57 | 3016,58 | 14 | 2020,86 | 2638,89 | 2367,15 | 9 | 7,04 |
| | 15 | 2482,93 | 5042,34 | 3614 | 22 | 1785,42 | 2815,47 | 2151,33 | 16 | 7,52 |

Kenardan vida tutma mukavemetinde 15 mm KP (3614 N) en iyi sonucu vermiş, bunu sırasıyla 18 mm KP (3016,18 N), 18 mm MDF (2774,27 N), 16 mm MDF (2623,19 N) ve 16 mm YL (1710,86 N) takip etmiştir. En kötü sonuçlar ise 18 mm YL' de (1138,94 N) elde edilmiştir. Yüzeyden vida tutma mukavemetinde 18 mm KP (2367,15 N) en iyi sonucu vermiş, bunu sırasıyla, 15 mm KP (2151,33 N), 18 mm MDF (1778,55 N), 16 mm MDF (1420,49 N) ve 16 mm YL (1102,64 N) takip etmiştir. En kötü sonuçlar ise 18 mm YL' de (912,33 N) elde edilmiştir.

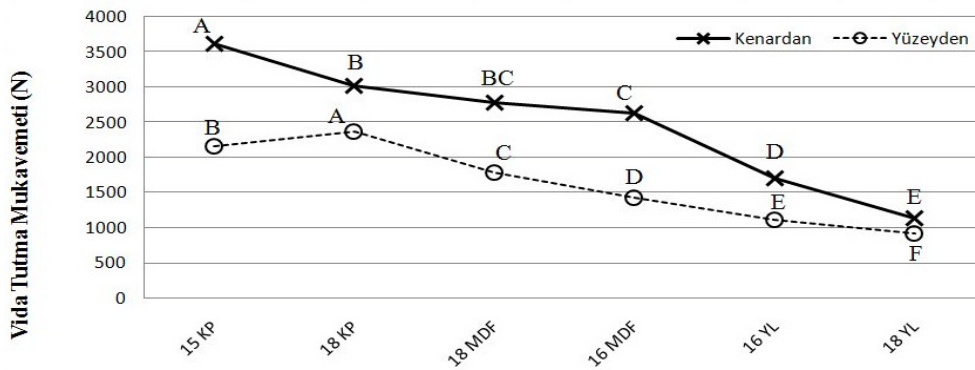
Levha türünün, kenardan ve yüzeyden vida tutma mukavemetine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizleri sonuçları Çizelge 4.10.' da

sunulmuştur.

Çizelge 4.10. Levha türünün kenardan ve yüzeyden vida tutma mukavemeti etkisine ilişkin varyans analizleri sonuçları

| Kenardan | Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
|----------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------------------|
| | Gruplar İçi | 9 | 1223812,483 | 135979,165 | 0,8404 | |
| | Gruplar Arası | 5 | 40709479,986 | 8141895,997 | 50,3180 | 0,0000 |
| | Hata | 45 | 7281394,981 | 161808,777 | | |
| | Toplam | 59 | 49214687,450 | | | |
| Yüzeyden | Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
| | Gruplar İçi | 9 | 226194,850 | 25132,761 | 0,6290 | |
| | Gruplar Arası | 5 | 16739265,330 | 3347853,066 | 83,7872 | 0,0000 |
| | Hata | 45 | 1798048,410 | 39956,631 | | |
| | Toplam | 59 | 18763508,591 | | | |

Buna göre; ahşap esaslı levhaların kenardan ve yüzeyden vida tutma mukavemeti değerlerine etkisi 0,05 hata olasılığı için istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Kenardan ve yüzeyden vida tutma mukavemeti için, başarı sıralamalarını belirlemek amacıyla yapılan LSD kritik değeri 362,3 ve 180,0 için yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.5.' te gösterilmiştir.

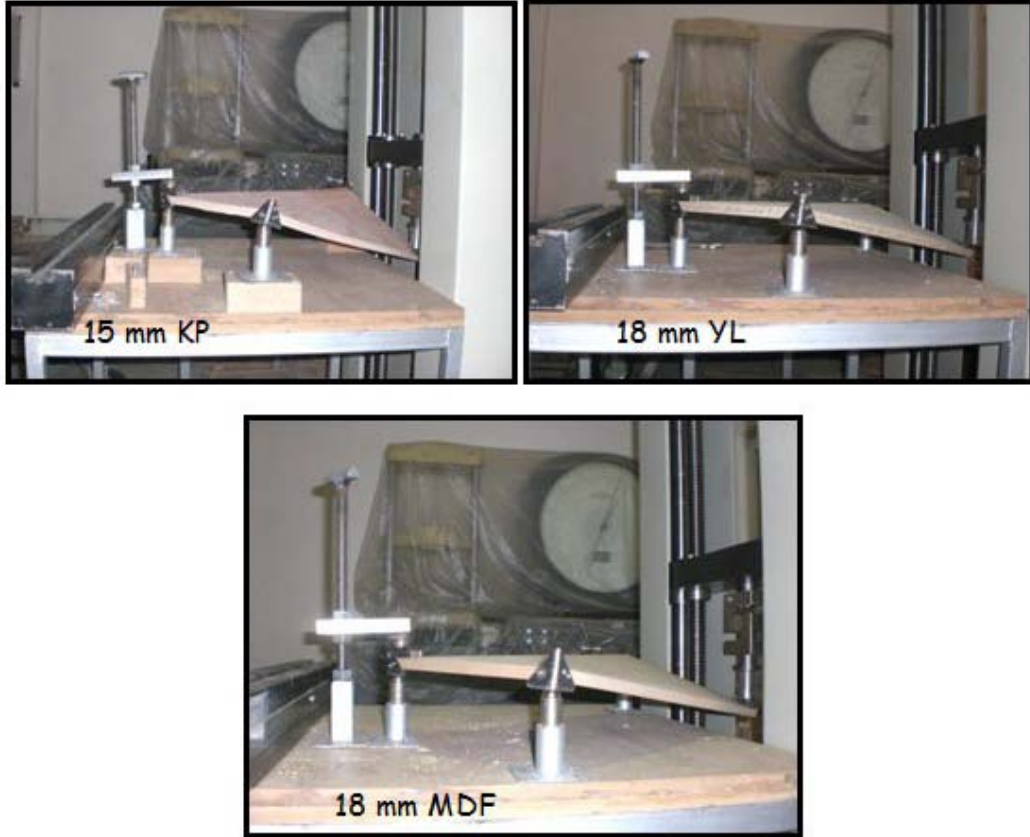


Şekil 4.5. Vida tutma mukavemeti karşılaştırma sonuçları

Vida tutma mukavemetinde 18 mm KP ve 18 mm MDF arasında ve 18 mm MDF ile 16 mm MDF arasında da istatistiksel olarak bir fark bulunmamıştır. Yüzeiden vida tutma mukavemetinde ise kullanılan bütün levha türleri istatistiksel olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Başarı sıralaması kenardan vida tutma mukavemetinde, 15 mm KP, 18 mm KP, 18 mm MDF, 16 mm MDF, 16 mm YL ve 18 mm YL'dir. Kenardan vida tutma mukavemetinde ise, 18 mm KP, 15 mm KP, 18 mm MDF, 16 mm MDF, 16 mm YL ve 18 mm YL'dir.

4.2.4. Panel Rijitliği

Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların panel rijitliği deneyinde, meydana gelen deformasyon şekillerini gösteren resimler Resim 4.5.'te verilmiştir. Deney sonrası deformasyon şekilleri levha türleri arasında birbirine benzer şekilde olmuştur. Deney örnekleri kırılmamış sadece yük-sehim değerleri tespit edilmiştir.



Resim 4.5. Panel rijitliği deneyi deformasyon şekilleri

Panel rijitliği deneyinde elde edilen verilerin istatistik değerlendirilmesi izelge 4.11.'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Panel Rijitliği deney değerleri

| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Rijitlik Modülü (N/mm^2) | | | | r (%) |
|------------|----------------------|------------------------------|-----------|-----------|------|-------|
| | | X_{min} | X_{max} | X_{ort} | v(%) | |
| YL | 18 | 938,94 | 1243,93 | 1110,28 | 12 | 7,29 |
| | 16 | 1739,46 | 1921,82 | 1826,81 | 4,1 | 6,80 |
| MDF | 18 | 1910,73 | 2106,32 | 2017,60 | 4,1 | 6,52 |
| | 16 | 1712,80 | 1970,11 | 1858,93 | 5 | 5,99 |
| KP | 18 | 1464,99 | 1570,38 | 1513,93 | 2,9 | 7,97 |
| | 15 | 1694,77 | 1868,49 | 1797,11 | 3,8 | 8,08 |

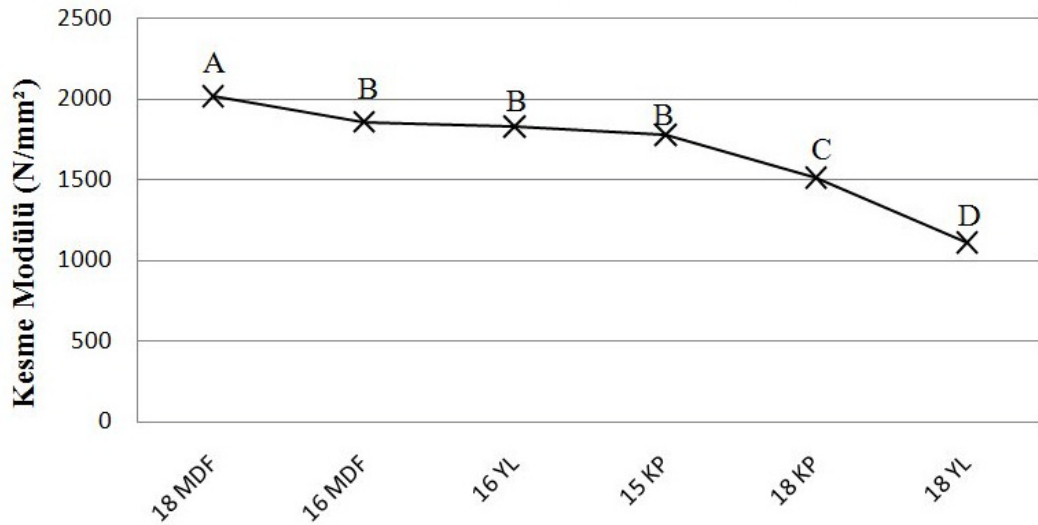
Panel rijitliği sonuçlarına göre, en yüksek levha türünden en düşük olana göre sıralama, 18 mm MDF, 16 mm MDF, 16 mm YL, 15 mm KP, 18 mm KP ve 18 mm YL şeklinde çıkmıştır. Levha türünün, panel rijitliği üzerindeki etkilerine ilişkin yapılan varyans analizi sonuçları izelge 4.12.'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Rijitlik üzerinde levha türünün etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değer | Hata İhtimali $P<0,05$ |
|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|---------|------------------------|
| Gruplar İçi | 4 | 18108,724 | 4527,181 | 0,5304 | |
| Gruplar Arası | 5 | 2643051,741 | 528610,348 | 61,9275 | 0,0000 |
| Hata | 20 | 170719,158 | 8535,958 | | |
| Toplam | 29 | 2831879,623 | | | |

Varyans analizi sonuçlarına göre; levha trlerinin panel rijitliği üzerindeki etkileri 0,05 hata olasılığı için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Levha trleri

arasındaki başarı sıralaması için LSD kritik değeri 121,9 kullanılarak yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.7.'de verilmiştir.



Şekil 4.7. Panel rijitliği karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.7.'de gösterildiği üzere, 16 mm MDF, YL ve 15 mm KP arasında istatistiksel anlamda bir fark tespit edilmemiştir. Levha kalınlığı 18 mm olduğunda ise kullanılan üç levha türünün de istatistiksel anlamda birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

4.3. L-Tipi Birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükü altındaki moment taşıma kapasiteleri

Deney kutularının üretiminde kullanılan ahşap esaslı levhaların L,tipi birleştirmelerde, diyagonal çekme ve basınç yükü altındaki moment taşıma kapasitelerinin belirlenmesi deneyinde, meydana gelen kırılma şekillerini gösteren resimler Resim 4.6.'da verilmiştir.



Resim 4.6. L-tipi birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükü altındaki kırılma şekilleri

L-tipi birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükü altında taşınan momentlere ait istatistik değerler Çizelge 4.13.' te verilmiştir.

Çizelge 4.13. L-tipi birleştirmelerde, diyagonal çekme ve diyagonal basınç yükü altındaki moment taşıma kapasiteleri

| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Diyagonal Çekme (Nm) | | | | r (%) | Diyagonal Basınç (Nm) | | | | r (%) |
|------------|----------------------|----------------------|------------------|------------------|------|-------|-----------------------|------------------|------------------|------|-------|
| | | X _{min} | X _{max} | X _{ort} | v(%) | | X _{min} | X _{max} | X _{ort} | v(%) | |
| YL | 18 | 41,37 | 57,40 | 47,49 | 14 | 7,15 | 33,97 | 42,73 | 36,68 | 10 | 7,52 |
| | 16 | 48,86 | 64,79 | 58,06 | 12 | 6,25 | 53,35 | 61,02 | 56 | 6 | 6,35 |
| MDF | 18 | 86,54 | 100,89 | 91,60 | 6 | 6,32 | 83,78 | 95,87 | 88,41 | 6 | 6,39 |
| | 16 | 91,53 | 99,14 | 96,19 | 3 | 5,76 | 71,95 | 88,60 | 82,36 | 8 | 5,75 |
| KP | 18 | 85,84 | 101,67 | 96,18 | 6 | 7,19 | 100,12 | 111,32 | 99,48 | 10 | 6,94 |
| | 15 | 92,09 | 107,92 | 99 | 6 | 7,53 | 74,82 | 94,58 | 79,61 | 11 | 7,48 |

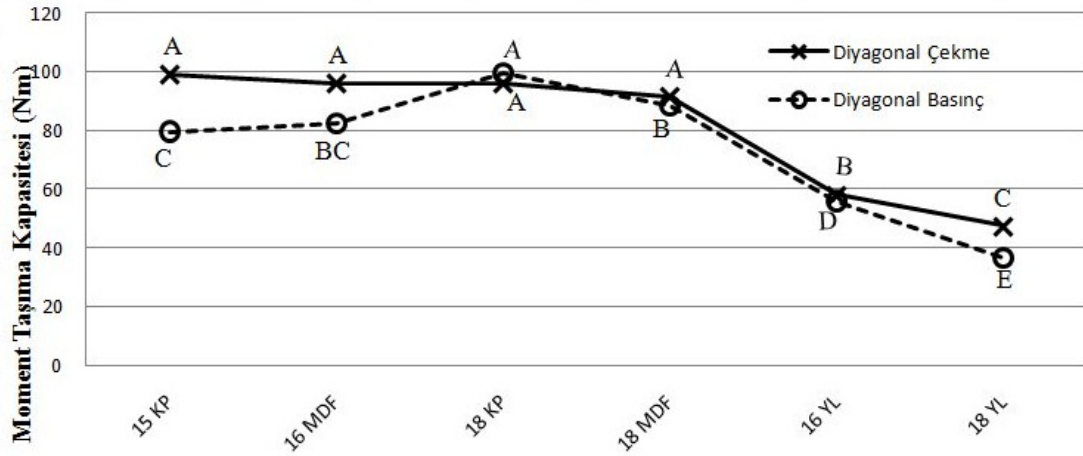
Diyagonal çekme ve basınç deneylerini sonuçlarından, çekme deneyinde en yüksek moment 15 mm KP örneklerde elde edilirken, düşük moment değerlerini 18 mm YL örnekleri vermiştir. Diyagonal basınç deneylerinde ise en yüksek moment kapasitesi 18 mm KP örneklerde, en düşük moment kapasitesi ise 18 mm YL örneklerden elde edilmiştir.

L-tipi köşe birleştirme elemanlarının, diyagonal basınç ve çekme yükü altındaki moment taşıma kapasitelerine, levha türünün etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14.'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. Levha türü ve birleştirme tekniğinin, “L” tipi köşe birleştirmelerinin moment taşıma kapasitesi etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi

| Diyagonal Çekme | Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| | Gruplar İçi | 4 | 143,071 | 35,768 | 1,0104 | 0,4256 |
| | Gruplar Arası | 5 | 12725,698 | 2545,140 | 71,8990 | 0,0000 |
| | Hata | 20 | 707,976 | 35,399 | | |
| | Toplam | 29 | 13576,745 | | | |
| | Diyagonal Basınç | Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri |
| Gruplar İçi | | 4 | 132,706 | 33,176 | 0,7413 | |
| Gruplar Arası | | 5 | 13383,737 | 2676,747 | 59,8123 | 0,0000 |
| Hata | | 20 | 895,048 | 44,752 | | |
| Toplam | | 29 | 14411,492 | | | |

Varyans analizi sonuçlarına göre, levha türünün diyagonal basınç ve çekme yükü altında taşınan momentler üzerindeki etkisi 0,05 hata payı ile anlamlı bulunmuştur. Levha türlerinin karşılaştırılması amacıyla LSD kritik değerleri 8,826 (basınç) ve 7,849 (çekme) kullanılarak yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. Moment taşıma kapasitesi karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.6.' ya göre, yapılan diyagonal çekme deneylerinde 15 mm KP,16 mm MDF,18 mm KP ve 18 mm MDF arasında moment kapasitesi bakımından istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır. Diyagonal basınç deneylerinde ise, 18 mm MDF ile 16 mm MDF arasında ve 16 mm MDF ve 15 mm KP arasında istatistiksel anlamda bir fark tespit edilmemiştir.

4.4. Kutu rijitliği

Ahşap esaslı levhalarda üretilen kutuların, kutu rijitliği deneyinde, meydana gelen deformasyon şekillerini gösteren resimler Resim 4.7.'de verilmiştir. Deney sonrası deformasyon şekilleri levha türleri arasında birbirine benzer şekilde olmuştur. Deney örnekleri kırılmamış sadece yük-sehim değerleri tespit edilmiştir.



Resim 4.7. Kutu rijitliği deneyi kutu deformasyon şekilleri

Kutu rijitliği deneyinden elde edilen rijitlik katsayılarına ilişkin istatistik değerler Çizelge 4.15. 'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Rijitlik katsayısı değerleri ve istatistikleri

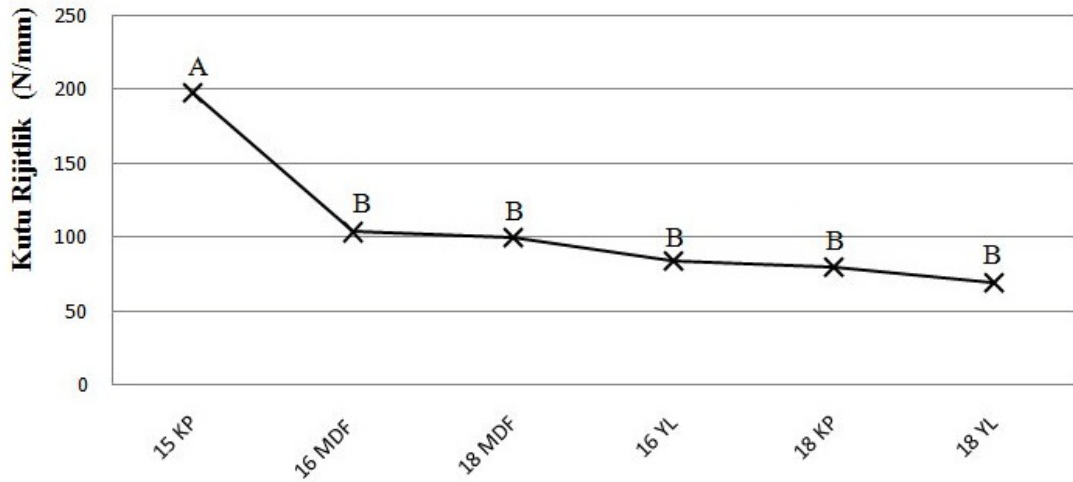
| Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Rijitlik Katsayısı (N/mm) | | | | r (%) |
|------------|----------------------|-------------------------------|-----------|-----------|------|-------|
| | | X_{min} | X_{max} | X_{ort} | v(%) | |
| YL | 18 | 52,99 | 99,08 | 68,91 | 26 | 8,45 |
| | 16 | 76,98 | 89,04 | 83,25 | 5,1 | 8,12 |
| MDF | 18 | 49,60 | 139,83 | 99,18 | 39 | 7,17 |
| | 16 | 67,49 | 140,16 | 103,14 | 25 | 6,69 |
| KP | 18 | 62,11 | 104,64 | 79,53 | 19 | 7,87 |
| | 15 | 100,84 | 240,73 | 196,68 | 28 | 8,59 |

Kutu rijitliği deneyleri sonucunda en yüksek rijitlik katsayısı değerleri 15 mm KP'de tespit edilmiş ve bunu sırasıyla 16 mm YL, 16 mm MDF, 18 mm MDF, 18 mm KP takip etmiştir. En düşük rijitlik katsayısı değerini ise 18 mm YL vermiştir. Deney kutularının rijitliğinde, levha türlerinin etkisini belirlemek amacıyla yapılan varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16.'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Kutu rijitlik modülü direnci etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

| Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali $P<0,05$ |
|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|------------------------|
| Gruplar İçi | 4 | 4477,27 | 1119,432 | 1,1473 | 0,3632 |
| Gruplar Arası | 5 | 54609,421 | 10921,884 | 11,1936 | 0,0000 |
| Hata | 20 | 19514,489 | 975,724 | | |
| Toplam | 29 | 78601,637 | | | |

Varyans analizi sonuçlarına göre; levha türlerinin kutu rijitliği üzerindeki etkileri 0,05 hata olasılığı için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Levha türleri arasındaki başarı sıralaması için LSD kritik değeri 41,21 kullanılarak yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.8.'de verilmiştir.

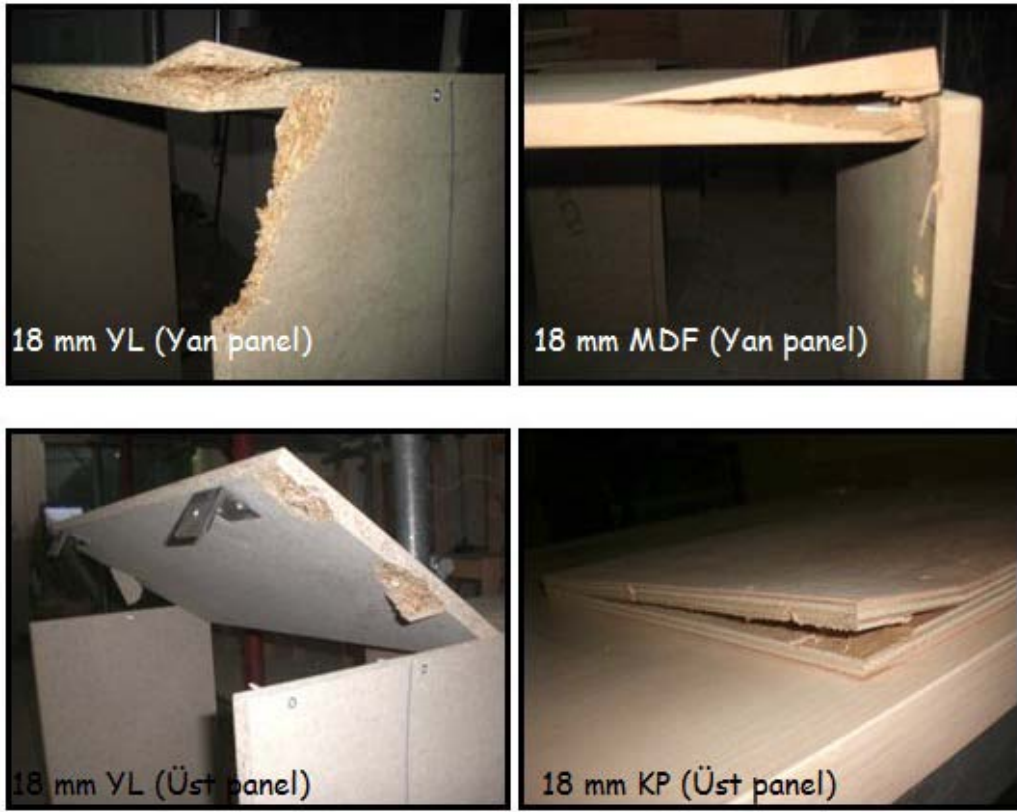


Şekil 4.8. Kutu rijitliği karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.8.'de gösterildiği üzere, 15 mm KP' den üretilmiş kutuların en yüksek rijitliğe sahip olduğu tespit edilmiş, diğer levha türleri arasında ise istatistiksel anlamda bir fark tespit edilmemiştir.

4.5. Deney Kutularının Kuvvet Taşıma Kapasitesi ve Rijitliği

Ahşap esaslı levhalardan üretilen deney kutularının, F yükü altındaki moment taşıma kapasitelerinin ve rijitliğin belirlenmesi deneyinde, meydana gelen kırılma şekillerini gösteren resimler Resim 4.8.'de verilmiştir. Kırılmalar genel olarak vidalama noktalarında, malzemelerin bu noktadaki yarılmaları ile oluşmuştur.



Resim 4.8. Kutu kuvvet taşıma kapasitesi ve rijitliğin belirlenmesi sonrası oluşan kırılma şekilleri

Kutu sabitleme yeri deneyinde elde edilen verilerine ait istatistik değerler Çizelge 4.17. 'de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Deney kutularının kuvvet taşıma kapasitesi (N) ve rijitlik (N/mm) değerlerine ait istatistikler

| | Levha Türü | Levha kalınlığı (mm) | Önden Sabitlenmiş | | | | Yandan Sabitlenmiş | | | | r (%) |
|-------------------------------------|------------|----------------------|-------------------|------------------|------------------|------|--------------------|------------------|------------------|------|-------|
| | | | X _{min} | X _{max} | X _{ort} | v(%) | X _{min} | X _{max} | X _{ort} | v(%) | |
| Kuvvet Taşıma Kapasitesi (N) | YL | 18 | 1245,87 | 1638,27 | 1373,40 | 11 | 3453,1 | 3796,47 | 3565,94 | 3,7 | 8,45 |
| | | 16 | 1363,59 | 1844,28 | 1632,38 | 11 | 3816,1 | 4542,03 | 4179,06 | 6,1 | 8,12 |
| | MDF | 18 | 2030,67 | 2305,35 | 2165,56 | 4,6 | 3492,3 | 3816,09 | 3695,10 | 3,3 | 7,17 |
| | | 16 | 1687,32 | 2011,05 | 1877,63 | 7,3 | 3492,3 | 4326,21 | 3933,81 | 9,1 | 6,69 |
| | KP | 18 | 3580,65 | 5503,41 | 4497,89 | 15 | 4257,5 | 6150,87 | 5422,97 | 13 | 7,87 |
| | | 15 | 3541,41 | 3855,33 | 3676,30 | 3,6 | 4502,7 | 5778,09 | 5060 | 10 | 8,59 |
| Rijitlik (N/mm) | YL | 18 | 44,14 | 74,20 | 56,79 | 26 | 50,00 | 83,10 | 72,67 | 18 | 8,45 |
| | | 16 | 52,24 | 101,78 | 71,13 | 30 | 81,25 | 88,89 | 85,50 | 3,6 | 8,12 |
| | MDF | 18 | 55,30 | 74,73 | 63,64 | 11 | 91,44 | 94,60 | 93,06 | 1,4 | 7,17 |
| | | 16 | 50,67 | 52,91 | 52,01 | 1,6 | 63,02 | 100,71 | 81,92 | 21 | 6,69 |
| | KP | 18 | 58,04 | 70,38 | 65,11 | 7,1 | 92,75 | 125,63 | 115,64 | 11 | 7,87 |
| | | 15 | 49,00 | 85,33 | 62,50 | 22 | 62,10 | 122,87 | 90,93 | 30 | 8,59 |

Kutu sabitleme yerinin mukavemetini belirlemek amacıyla yapılan deneyler sonucunda, üstten sabitleme en yüksek kuvveti 18 mm KP, en düşük kuvveti ise 18 mm YL göstermiştir. Yandan sabitleme deneyinde de, en yüksek kuvveti 18 mm KP, en zayıf kuvveti ise 18 mm YL göstermiştir. Sabitleme yeri, levha türü ve bu faktörlerin etkileşimlerinin deney kutularının kuvvet taşıma kapasitesi ve rijitliği üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18.' de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Levha türü ve sabitleme yerinin, kutu kuvvet taşıma ve rijitliğe etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

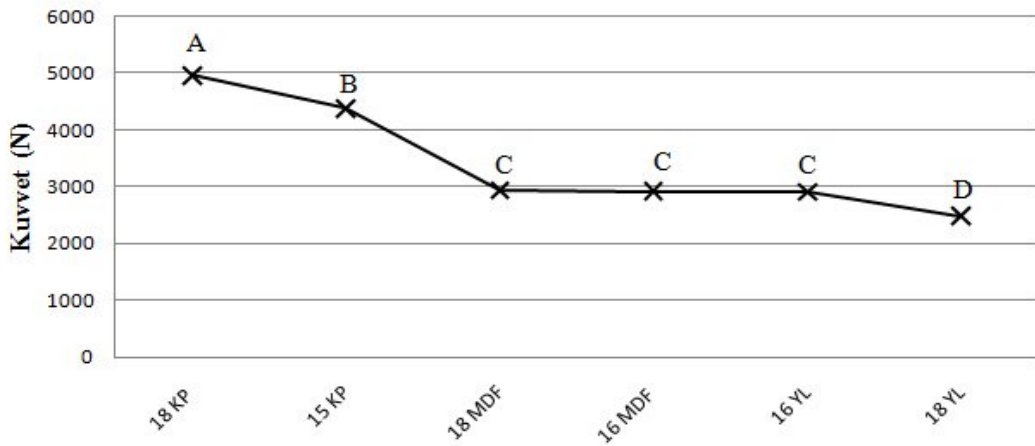
| Kuvvet Taşıma Kapasitesi (N) | Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
|------------------------------|--------------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------|----------------------|
| | Levha Türü | 5 | 49450146,135 | 9890029 | 73,5275 | 0,000 |
| | Sabitleme Yeri | 1 | 47077348,121 | 47077348,121 | 349,9970 | 0,000 |
| | LT x SY | 5 | 4445115,761 | 889023,152 | 6,6095 | 0,001 |
| | Hata | 48 | 6456376,543 | 134507,845 | | |
| | Toplam | 59 | 107428986,560 | | | |
| | | | | | | |
| Rijitlik (N/mm) | Varyans Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F Değeri | Hata İhtimali P<0,05 |
| | Levha Türü | 5 | 4261,676 | 852,335 | 4,3119 | 0,0025 |
| | Sabitleme Yeri | 1 | 11827,858 | 11827,858 | 59,8366 | 0,0000 |
| | LT x SY | 5 | 2112,011 | 422,402 | 2,1369 | 0,0770 ^{NS} |
| | Hata | 48 | 9488,121 | 197,669 | | |
| | Toplam | 59 | 27689,666 | | | |
| | | | | | | |

NS: İstatistiksel anlamda önemsiz

LT: Levha türü

SY: Sabitleme yeri

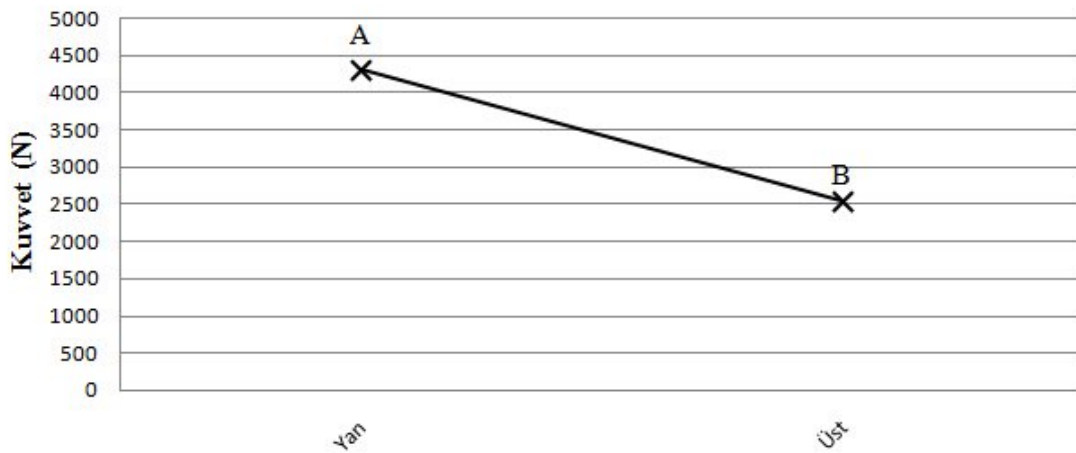
Yapılan çoklu varyans analizi sonucunda, levha türü ve sabitleme yerinin kuvvet taşıma kapasitesi ve rijitliği üzerindeki etkileri 0,05 hata payı ile istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Levha türü-sabitleme yeri ikili etkileşiminin de kuvvet taşıma kapasitesi üzerindeki etkileri 0,05 hata olasılığı için önemli bulunmuştur. Levha türü-sabitleme yeri ikili etkileşiminin, deney kutularının rijitliği üzerindeki etkisi ise istatistiksel olarak önemsiz çıkmıştır. Kuvvet taşıma performansı için levha türüne göre LSD kritik değeri 329,8 için yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.9.'da verilmiştir.



Şekil 4.9. Levha türü faktörü karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.9.'da gösterildiği üzere 18 mm MDF, 16 mm MDF ve 16 mm YL arasında istatistiksel anlamda bir fark tespit edilmemiştir.

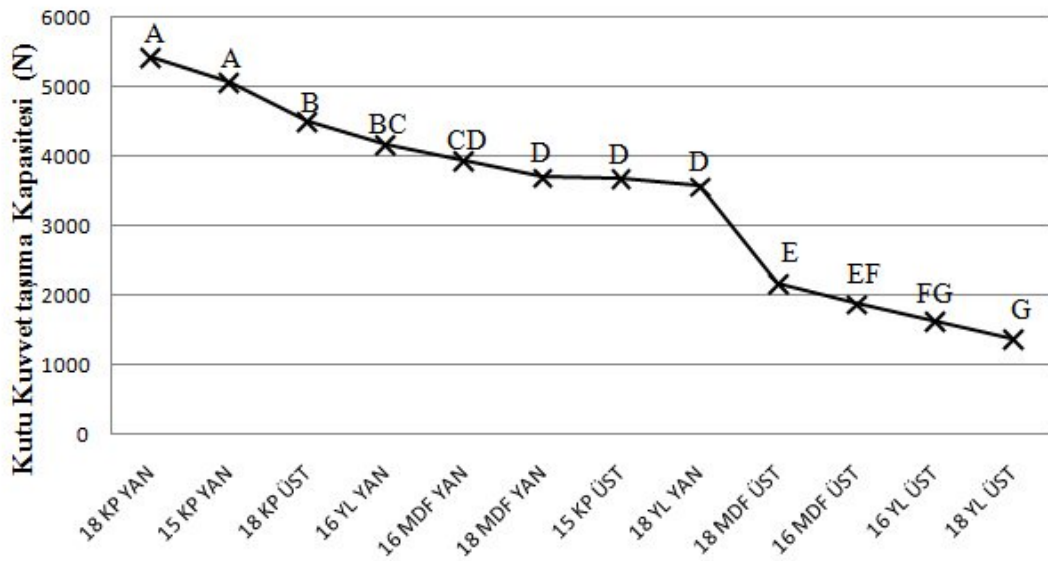
Kuvvet taşıma performansı için sabitleme yerine göre LSD kritik değeri 190,4 için yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.10.'da verilmiştir.



Şekil 4.10. Kutu sabitleme yeri faktörü karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.10.'da yandan sabitleme ve üstten sabitleme arasında istatistiksel anlamda fark olduğu tespit edilmiştir. Yan panellerden sabitlenen kutular, üst panelden sabitlenen kutulara göre yaklaşık olarak %70 daha fazla kuvvet taşımaktadır.

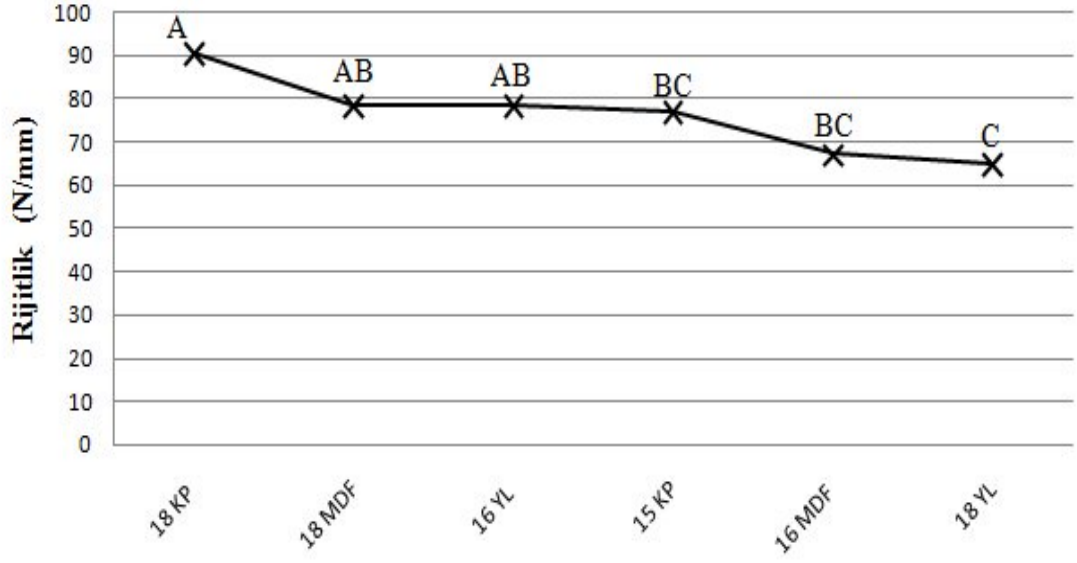
Kuvvet taşıma performansı için levha türü-sabitlenme yeri ikili etkileşimine göre LSD kritik değeri 466,4 için yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.11. Kutu kuvvet taşıma kapasitesi karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.11.'de gösterildiği üzere yan panellerden sabitlenmiş 18 mm KP ile yine yan panellerden sabitlenmiş 15 mm KP arasında, üst panelden sabitlenmiş 18 mm KP ile yan panellerden sabitlenmiş 16 mm YL arasında, yan panellerden sabitlenmiş 16 mm YL ile yan panellerden sabitlenmiş 16 mm MDF arasında, yan panellerden sabitlenmiş 16 mm MDF ile yandan sabitlenmiş 18 mm MDF, üst panelden sabitlenmiş 15 mm KP ve yan panellerden sabitlenmiş 18 mm YL arasında, üst panelden sabitlenmiş 18 mm MDF ile üst panelden sabitlenmiş 16 mm MDF arasında, üst panelden sabitlenmiş 16 mm MDF ile üst panelden sabitlenmiş 16 mm YL arasında, üst panelden sabitlenmiş 16 mm YL ile üst panelden sabitlenmiş 18 mm YL arasında istatistiksel anlamda bir fark tespit edilmemiştir.

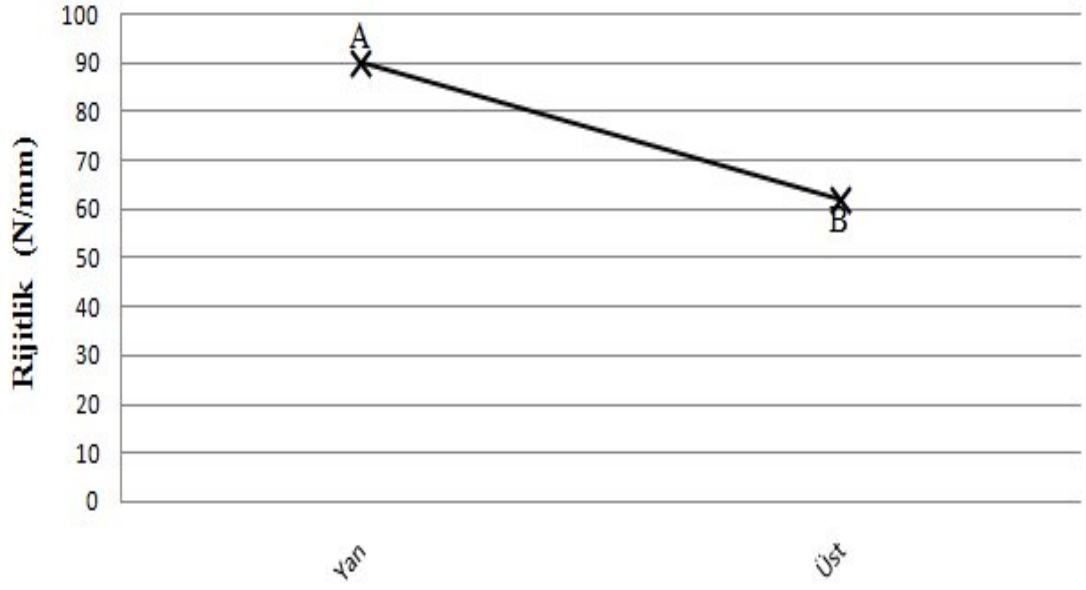
Kuvvet taşıma performansı deneyinden elde edilen rijitlik değeri için levha türüne göre LSD kritik değeri 12,64 için yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.11.'de verilmiştir.



Şekil 4.12. Kutu rijitliği levha türü faktörü karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.12.'de gösterildiği üzere 18 mm kalınlığındaki MDF ile 18 mm kalınlığındaki YL arasında istatistiksel anlamında bir fark tespit edilmemiştir. 15 mm kalınlığındaki KP, 16 mm kalınlığındaki MDF ve 18 mm kalınlığındaki YL arasında da istatistiksel anlamda bir fark tespit edilmemiştir.

Kuvvet taşıma performansı deneyinden elde edilen rijitlik değeri için sabitleme yerine göre LSD kritik değeri 7,299 için yapılan karşılaştırma sonuçları Şekil 4.13.'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Kutu rijitliği sabitleme yeri faktörü karşılaştırma sonuçları

Şekil 4.13.'te yandan sabitleme ve üstten sabitleme arasında istatistiksel anlamda fark olduğu tespit edilmiştir. Yan panellerden sabitlenen kutular, üst panelden sabitlenen kutulara göre yaklaşık olarak %45 daha rijittir.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, kutu tipi mutfak üst dolaplarında duvara sabitleme yerinin mukavemet üzerindeki etkisi incelenmiş yan panellerden ve üst panelden sabitleme yapıldığında ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırılma yapılırken kutu üretiminde kullanılacak olan ahşap esaslı levha türü ve levha kalınlık tercihinin optimum seviyede olmasını sağlamak amacıyla üç farklı levha türü ve iki farklı kalınlık kullanılmıştır.

Deneyleerde kullanılan ahşap esaslı levhaların ortalama rutubetlerinin % 5 ile %8 arasında olduğu tespit edilmiş, bu rutubet değerlerinin standardın ön gördüğü değerlere uygun olduğu belirlenmiştir.

Deneye tabi tutulan ahşap esaslı levhaların yoğunluk değerleri standardın ön gördüğü değerlere uygun olup, ortalama $0,5-0,8 \text{ g/cm}^3$ aralığında değişmektedir.

Kullanılan levha türlerinin kalınlığına şişme deney sonuçları incelendiğinde, sırasıyla en iyi sonucu 15 mm KP, 18 mm KP, 18 mm MDF, 16 mm MDF, 16 mm YL ve 18 mm YL'nin verdiği tespit edilmiştir. 24 saat sonunda en çok su alıp en çok şişme yapan levha türünün 18 m YL olması bu levha türünün içindeki yongaların hem kolaylıkla su alabilmesi hem de bu levha türünün yoğunluğunun düşük olması ile ilişkilendirilebilir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda 15 mm KP'nin kullanımı önerilebilir.

Eğilme direnci deney sonuçları ele alındığında, liflere paralel yönde kesilmiş olan 15 mm KP ile liflere dik yönde kesilmiş 18 mm KP en iyi sonucu vermiştir. İstatistikî olarak tüm levha türü sonuçlarını incelediğimizde, en iyi sonuçların sırasıyla KP, MDF ve YL elde edildiği tespit edilmiştir. Sonuçları kesiş yönü olarak incelediğimizde ise liflere paralel yönde daha iyi sonuçlar elde edildiğini söyleyebiliriz. İncelemeyi levha kalınlığı olarak ele aldığımızda ise kalınlık faktörünün levha türü ve kesiş yönü faktörlerinin yanında çok etkili olmadığı düşünülmektedir. Eğilme direnci ele alındığında KP'nin kullanılması önerilebilir.

Elastikiyet modülü deney sonuçları ele alındığında eğilme direnci deney sonuçlarında olduğu gibi KP, MDF ve YL'de daha iyi sonuç vermiştir. En iyi sonuçların 15 mm ve 16 mm levha türlerinden elde edildiği ve liflere paralel yöndeki

kesişlerin daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Bunun sonucunda elastikiyet modülü ele alındığında 15 mm KP'nin kullanılması önerilebilir.

Efe ve İmirzi' nin çalışmasında (2007), eğilmede elastikiyet modülü sonuçlarına göre KP'nin (6631 N/mm^2), MDF'nin (2780 N/mm^2) ve YL'nin ise (2022 N/mm^2), olduğunu tespit edilmiştir. Kısaca, bu çalışma literatürdeki diğer çalışma ile tutarlılık göstermiştir.

Panel rijitliği deneyinde en iyi sonucun 18 mm MDF'den elde edildiği bunu daha sonra 16 mm kalınlığındaki MDF, 16 mm YL ve 15 mm KP'den elde edildiği tespit edilmiştir. Levha türünün en etkili faktör olduğu düşünüldüğü bu deneyte en iyi sonucu MDF vermiştir. Kalınlık faktörü incelendiğinde ise kalınlık faktörünün sadece MDF gibi yoğun bir ahşap esaslı levha hariç KP ve YL'de etkili olduğu 15 ve 16 mm örneklerden daha iyi sonuç alındığı tespit edilmiştir. Panel rijitliği deney sonuçları doğrultusunda, 15 mm veya 16 mm levha kalınlığı ve MDF önerilebilir.

3 noktadan sabitlenerek yapılan kutu rijitliği deneylerinde en iyi sonucu 15 mm KP'nin verdiği, bunu sırasıyla istatistiksel anlamda aralarında bir fark olmayan 16 mm MDF, 18 mm MDF, 16 mm YL, 18 mm KP ve 18 mm YL'nin takip ettiği tespit edilmiştir. Kalınlığın etkili olduğunun düşünülmesi yanında en iyi sonuçların 15 mm ve 16 mm levha türlerinden elde edildiği tespit edilmiştir. Kutu rijitliği deney sonuçlarına göre, 15 mm ve 16 mm levha kalınlığı ve KP önerilebilir.

Kutu taşıma kapasitelerinin belirlenmesi sırasında elde edilen kutu rijitliği değerleri incelendiğinde en iyi sonuçların 18 mm KP, 18 mm MDF ve 16 mm YL'den elde edildiği tespit edilmiştir. Kutu taşıma kapasitesi testlerinden elde edilen kutu rijitliği deney sonuçlarına göre, 18 mm levha kalınlığı ve KP önerilebilir.

Yüzeye dik çekme deney sonuçları incelendiğinde en iyi sonuç 15 mm KP'den elde edilmiştir. Bunu istatistiksel olarak sırasıyla 16 mm MDF, 18 mm KP, 18 mm MDF, 16 mm YL ve 18 mm YL takip etmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda en iyi levha türünün KP olduğu ve 15 mm ve 16 mm levhaların 18 mm levhalara göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Kalınlık azaldıkça levhaların yüzeye dik olarak ayrılmasının zor olduğu düşünülmektedir. Bunun sonucunda levha kalınlığı olarak 15 mm ve 16 mm ve KP önerilebilir.

Kenardan yapılan vida tutma mukavemeti belirleme deneylerinden elde edilen sonuçlar incelendiğinde de en iyi sonucun 15 mm KP'den elde edildiği belirlenmiştir. Bunu sırasıyla aralarında istatistiksel anlamda bir fark bulunmayan 18 mm KP, 18 mm MDF ve 16 mm MDF takip etmiştir. En etkili faktörün malzeme olduğu ve en iyi levha türünün KP olduğu tespit edilmiş kalınlık faktörünün ise levha türü faktörü yanında çok etkin olmadığı belirlenmiştir. Kenardan yapılan vida tutma mukavemeti ele alındığında KP önerilebilir.

Yüzeyden yapılan vida tutma mukavemeti belirleme deneylerinde elde edilen sonuçlar incelendiğinde sonuçların belirgin olduğu, istatistiksel olarak sırasıyla en iyiden en kötüye 18 mm KP, 15 mm KP, 18 mm MDF, 16 mm MDF, 16 mm YL ve 18 mm YL olduğu belirlenmiştir. Sonucun belirlenmesinde önem sırasında koyduğumuzda levha türünün birinci etken kalınlığın ise ikinci etken faktör olduğu düşünülmektedir. Kalınlığın etken olduğu düşünülen bu deneyde 16 mm YL'nin 18 mm YL'den daha iyi sonuç vermesinin 16 mm YL'nin yoğunluğunun yüksek oluşundan dolayı olabileceği düşünülmektedir. Yüzeyden yapılan vida tutma mukavemetleri incelendiğinde, 18 mm levha kalınlığı ve KP önerilebilir.

Vida tutma mukavemeti deneyi sonuçları, literatürde yapılan çalışmalarla tutarlılık göstermiştir (Efe ve İmirzi, 2007)

Diyagonal çekme deney sonuçları incelendiğinde, 15 mm KP, 16 mm MDF, 18 mm KP ve 18 mm MDF malzeme arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmamaktadır. En düşük sonuçlar YL malzemedен elde edilmiştir. Sonuçlar literatürde yapılan çalışmalarla tutarlılık göstermiştir (Efe ve İmirzi, 2008)

Diyagonal basma deney sonuçları incelendiğinde en iyi sonucun 18 mm KP'den elde edildiği bunu sırasıyla aralarında istatistiksel anlamda bir fark bulunmayan 18 mm MDF, 16 mm MDF ve 15 mm KP takip etmiştir. Sonuçların bu şekilde çıkması kenardan yapılan vida tutma mukavemeti deney sonuçları ile birbirini desteklemekte ve birbirine paralel sonuçlar gitmektedir. Yapılan diyagonal çekme ve basınç deneylerinde en önemli faktörün levha türü olduğu, levha kalınlığının ise belirgin bir etken olmadığı tespit edilmiştir.

Kutu kuvvet taşıma kapasitelerinin belirlenmesi için yapılan kutu kırma deney sonuçları incelenirken en etkili faktör olduğu düşünülen levha türleri istatistiksel olarak incelenmiş buna ek olarak yine çok etkili olması gerektiği düşünülen kutuları duvara sabitleme yerleri (yan-üst) de istatistiksel anlamda incelenmiştir.

Levha türleri olarak incelendiğinde en iyi sonucu 18 mm KP vermiştir. Bunu sırasıyla 15 mm KP daha sonra aralarında istatistiksel anlamda bir fark bulunmayan 18 mm MDF, 16 mm MDF ve 16 mm YL malzeme takip etmiş en düşük sonuç ise 18 mm YL'den elde edilmiştir. Levha türleri ele alındığında KP önerilebilir.

Yukarıdaki sonuçlar doğrultusunda kutu kuvvet taşıma kapasiteleri incelenen kutu örneklerinde levha türü ve sabitleme yeri faktörü ile en iyi sonucu aralarında istatistiksel anlamda bir fark bulunmayan, yandan sabitlenmiş 18 mm KP ve yandan sabitlenmiş 15 mm KP vermiştir. Bunu sırasıyla aralarında istatistiksel anlamda aralarında bir fark bulunmayan, üstten sabitlenmiş 18 mm KP, yandan sabitlenmiş 16 mm YL takip etmiştir. En düşük sonuçlar ise üstten sabitlenmiş 16 mm YL ve üstten sabitlenmiş 18 mm YL'den elde edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda levha kalınlığına bakılmaksızın KP önerilebilir.

Sonuç olarak, kutu konstrüksiyonlu mobilya üretiminde kullanılan ahşap esaslı levha türünün, levha kalınlığının ve duvara sabitleme yerinin kutu kuvvet taşıma kapasitesi üzerinde belirgin bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Kullanılacak levha türünün kullanılacağı yerler ve ekonomik kriterler de ele alınarak düşünüldüğünde en uygun levha türünün sırasıyla KP, MDF ve YL olduğu tespit edilmiştir. Eğer kullanılacak malzeme çok üst düzey mekanik özelliklere sahip değil ise duvara sabitleme yerinin şiddetle yan panellerden yapılması önerilmektedir. Kullanılacak levha türünün kalınlıkları etkili bir faktördür ve bu çalışma sonucunda 16 mm ve 15 mm levha kalınlığının, 18 mm levha kalınlığı kadar dirençli olduğu tespit edilmiş, 18 mm levha türünün kullanıldığı üretim yerlerinde 15 mm ve 16 mm levha türlerinin de güvenle kullanılabileceği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

Altınok M., “Yabancı Çıtalı Kutu Konstrüksiyonda Levha ve Tutkal Çeşidinin Diyagonal Basınç ve Çekme Direncine Etkileri”, *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, cilt:9, sayı:1 sayfa, 137-142 (2003)

ASTM D 3044-94, American Society for Testing Materials, Standart Test Method for Shear Modulus of Wood-Based Structural Panels (2000).

Denizli, N., Improving the Strength and Durability of Panel-Based Cabinet Furniture, *Ph.D. Thesis, Purdue University*, (2001).

Eckelman, C., A., Erdil, Y., Z., Furniture Engeneering and Quality of Life, H.Ü., Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü, *I.Uluslar arası Mobilya Kongresi*, Bildiri Kitabı, İstanbul, 306-332 (1999).

Eckelman, C., A., “A Look at... The Strength Design of Furniture”, *Forest Product Journal*, (16) 3: 21–24 (1966).

Eckelman, C., A., “Furniture Mechanics: The Analysis of Paneled Case and Carcass Furniture” Department of Forestry and Conversation, Research Progress Report 274 February, (1967)

Eckelman, C. A., “The Withdrawal Strength of Screws from a Commercially Available Medium Density Fiberboard ”, *Forest Product Journal* 38(5):21-24 (1988).

Eckelman, C., A., “Textbook of Product Engineering and Strength Design of Furniture, *Text Book*, Purdue University”, West Lafayette, Indiana, USA, (1991).

Eckelman, C., A., Rabiej, R., “A Comprehensive Method of Analysis of Case Furniture”, *Forest Product Journal* 35(4):62-68 (1985).

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

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

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”, *Edüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (8) 61-74, Ankara, (2000c).

Efe, H., Kasal, A., Diler, H.,Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerde Eğilme Moment Dirençleri, *Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, (2003).

Efe H., Diler H., Kasal A., “Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerde Eğilme Moment Dirençleri”, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 6 (1), 97-110, ISSN: 1302-3187, (2006)

Efe H., İmirzi H. Ö., “Farklı Birleştirme Teknikleri ve Değişik Kalınlıklardaki Levhalarla Üretilmiş Kutu Tipi Mobilya Birleştirmelerinin Moment Taşıma Kapasitesi”, Politeknik Dergisi, Cilt 11, Sayı 1, s. 65-75, (2008).

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, (1998).

Eren S., Eckelman C. A., “Edeg Breaking Strength of Wood Composites”, *Holz als Roh- und Werkstoff* 56 (1998) 115-120, Springer Verlag 1998

Gazo, R., Small Cabinets Shop Facts: Face Frames vs. Frameless Cabinets. Fact Sheet #3. *Lousiana Forest Products Laboratory*, Lousiana Agricultural Experimental Station, LSU., (1995).

Göker, Y., Akbulut, T., Ayrılmış, N., “Türkiye’de Üretilen MDF Levhaların Teknolojik Özellikleri” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* ,13-33, (2002).

Güller B. , Odun Kompozitleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2001, ISSN: 1302-7085, Sayfa:135-160.

Güntekin E., “Montaja Hazır Mobilya Birleştirmelerinin Performansları”, Sğleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2, ISSN : 1302-7085, sayfa: 37-48 (2003)

Harrison, S.K., “Comparision of Shear Modulus Test Methods”, Unpublished *MS thesis.*, *Virginia Polytechnic and State Univ.*, Blacksburg, Va. (31 Mart) , (2006).

Ho, C-L., and Eckelman, C., A., The Use of Performance Tests in Evaluating Joint and Fastener Strength in Case Furniture, *Forest Product Journal*, Vol: 44, No:9 p:47-53 (1994).

İmirzi, H.Ö., “Farklı Yapım Teknikleri ve Değişik Kalınlıklardaki Levhalar ile Üretilmiş Kutu Tipi Mobilyaların Mukavemet Özellikleri ”, *Doktora Tezi.*, *Gazi Üniversitesi.*, Ankara,(Nisan), (2008).

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

Kasal, A., Zhang, J.L., Yuksel, M., Erdil, Y.Z. “Effects of Screw sizes on Load Bearing Capacity and Stiffness of Five-Sided Furniture Cases Constructed of Particleboard and Medium Density Fiberboard”, *Forest Products Journal*, 58 (10), 25-32 (2008).

Kasal, A., Erdil, Y.Z., Zhang, J.L., Efe, H., Avcı, E., “Estimation Equations for Moment Resistance of L-type Corner Joints in Case Goods Furniture”, *Forest Products Journal*, 58 (9), 21-27 (2008).

Kotas, T., “A Design Manual for Case Furniture”, Furniture Development Council Pergamaon Press, New York, (1958).

Örs Y., Özen R., Doğanay S., “Mobilya Üretiminde Kullanılan Ağaç Malzemelerin Vida Tutma Dirençleri”, *Tr. Journal of Agriculture and Forestry*, 22 (1998) 29-34

Örs, Y., Efe, H., “The Mechanical Behavior Properties of Fasteners in Furniture Design for Frame Construction”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, (22): 21-28 (1998).

Örs, Y., Efe, H., Kasal, A., Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Çekme Direnci, *Politeknik Dergisi*, Cilt:4, Sayı:4, s.1-9, Ankara, (2001).

Örs Y., Efe H., Demirci S., “Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket-Vida Tutma Yetenekleri”, *Politeknik Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1, s. 63-69, (2004)

Örs, Y., Efe, H., Kasal, A., Kutu Konstrüksiyonlu Vidalı Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Çekme Direnci, *Politeknik Dergisi*, Cilt:4, Sayı:4, s.1-9, Ankara, (2001).

Rajak, Z., I., B., H., A., Eckelman, C., A., Edge and Face Withdrawal Strength of Large Screws in Particleboard and Medium Density Fiberboard, , *Forest Product Journal*, Vol:43, No:4, p:25-30 (1993).

Shih-Chao Lin, Eckelman, C. A., “Rigidity of Furniture Cases with Various Joint Construction”, *Forest Product Journal* 37(1):23-27 (1987).

Tankut N., “Effect of Various Factors on the Rigidity of Furniture Cases”, *African Journal of Biotechnology*, Vol 8 (20), pp. 5265-5270, (2009)

Tora, S.G., “Strength and Construction Techniques for Kitchen Cabinet Back Panels”, Unpublished *MS thesis.*, *Purdue Univ.*, West Lafayette, IN. 118 pp., (2004).

TS 2471, “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyle İçin Rutubet Miktarının Tayini”, T.S.E., Ankara, (1976).

TS 2475 “Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini”, T.S.E., Ankara, (1976).

TS 64, “Lif Levhalar – Sert ve Orta Sert Levhalar”, T.S.E. , Ankara, (1982).

TS 46, “Kontrplak (Soyma Plakalı)–Genel Amaçlar İçin”, T.S.E. , Ankara, (1986).

TS EN 310 “Ahşap Esaslı Levhalar–Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülünün Tayini”, T.S.E., Ankara, (1999).

TS EN 319, Yonga levhalar ve Lif levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini, T.S.E., Ankara, (1999).

TS EN 320, “Lif Levhalar-Vida Tutma Kabiliyetinin (mukavemetinin) Tayini”, T.S.E., Ankara, (Mart), (1999).

TS EN 322 “Ahşap Esaslı Levhalar – Rutubet Miktarının Tayini”, T.S.E., Ankara, (1999).

TS EN 323 “Ahşap Esaslı Levhalar – Birim Hacim Ağırlığının Tayini”, T.S.E.,Ankara, (1999).

TS EN 13446, “Ahşap Esaslı Levhalar-Bağlayıcıların Geri Çıkma Kapasitesinin Tayini”, T.S.E., Ankara, (Şubat), (2005).

Wan-Qian Liu, Eckelman, C. A., “Effect of Number of Fasteners on the Strenth of Corner Joints for Cases”, Forest Product Journal 48(1):93-95 (1998).

Zhang, J.L., Efe, H., Erdil, Y.Z., Kasal, A., ve Han, N., “Moment Resistance of Multi-Screw L-Type Corner Joints”, Forest Products Journal, 55 (10), 56-63 (2005).

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında Adıyaman’da dünyaya geldi. İlköğrenimini Muğla ili Atatürk İlkokulunda, ortaöğretimi ve lise eğitimini Muğla ili Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2002-2003 senesinde liseden mezun olarak o sene Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstrisi Mühendisliği Bölümünü kazandı. 4 yıllık lisans eğitimini bölüm dördüncüsü olarak başarıyla tamamladı. Mezun olduğu sene Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim dalında Yüksek lisans eğitimine başladı. 2009 yılı mart ayında Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümüne Araştırma Görevlisi olarak atandı. Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya devam etmekte olan Nadir YILDIRIM iyi derecede İngilizce bilmektedir.