

**FARKLI AHŞAP ÇERÇEVE KÖŞE BİRLEŞTİRME KONSTRÜKSİYONLARININ
SERTLİK VE YÜK TAŞIMA KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ**

Alper KAYA

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
Eylül 2011**

KABUL:

Alper KAYA tarafından hazırlanan "FARKLI AHŞAP ÇERÇEVE KÖŞE BİRLEŞTİRME KONSTRÜKSİYONLARININ SERTLİK VE YÜK TAŞIMA KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 07/09/2011

Başkan: Doç. Dr. Nurgül TANKUT (BÜ)

Üye : Prof. Dr. Ali Naci TANKUT (BÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI (KBÜ)



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 6./10/2011



Prof. Dr. Ali Naci TANKUT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

‘‘Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ait etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği Şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.’’

Alper KAYA

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI AHŞAP ÇERÇEVE KÖŞE BİRLEŞTİRME KONSTRÜKSİYONLARININ SERTLİK VE YÜK TAŞIMA KAPASİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Alper KAYA

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Nurgül TANKUT

Eylül 2011, 89 sayfa

Bu çalışmada, sarıçam (*Pinus slyvestris* L.) odunu ve poliüretan tutkalı kullanılarak hazırlanan L-tipi köşe birleştirmelerinin mekanik performansları araştırılmıştır. 1 ağaç türü x 1 çeşit tutkal x 6 birleştirme tipi (tek lambalı zıvana, çift lambalı zıvana, asimetric lambalı zıvana, tek lambalı kavela, gönyeburun kavela, bisküvi) x 2 yükleme tipi (diyagonal basınç direnci ve diyagonal çekme direnci) x 10 tekerrür olmak üzere toplam 120 adet L-tipi birleştirme örnekleri hazırlanmıştır.

Diyagonal basınç deneyi sonuçlarına göre; en yüksek direnci çift lambalı zıvanalı ve asimetric lambalı zıvanalı birleştirme, en düşük direnci bisküvili ve gönyeburun kavelalı birleştirme göstermiştir. Birleştirme yeri sertlik değerinde, en yüksek performansı çift lambalı zıvanalı birleştirme, en düşük performansı bisküvili birleştirme göstermiştir. Birleştirme yeri rotasyon analizinde, en yüksek değeri bisküvili birleştirme, en düşük değeri çift lambalı zıvanalı ve asimetric lambalı zıvanalı birleştirme göstermiştir.

ÖZET (devam ediyor)

Diyagonal çekme deneyi sonuçlarına göre; en yüksek direnci çift lambalı zıvanalı ve asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, en düşük direnci bisküvili ve gönyeburun kavelalı birleştirme göstermiştir. Birleştirme yeri sertlik değerinde, en yüksek performansı asimetrik lambalı zıvanalı ve tek lambalı kavelalı birleştirme, en düşük performansı bisküvili ve gönyeburun kavelalı birleştirme göstermiştir.

Sonuç olarak, sarıçam odunu ve poliüretan tutkalı kullanılarak oluşturulan L-tipi çerçeve köşe birleştirmelerde, çift lambalı zıvanalı ve asimetrik lambalı zıvanalı birleştirmeler kullanıma daha uygun görülmektedir.

Anahtar Sözcükler : L tipi köşe birleştirme, lamba-zıvana, kavela, bisküvi, diyagonal basınç ve çekme direnci, birleştirme sertliği, birleştirme rotasyonu

Bilim Kodu : 502.07.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF STIFFNESS AND LOAD CARRYING CAPACITY OF DIFFERENT CORNER JOINTS IN WOODEN FRAME CONSTRUCTION

Alper KAYA

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Science

Department of Forest Industry Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Nurgül TANKUT

September 2011, 89 pages

In this study, the mechanical performance of different corner joints used in wooden frame construction was investigated. A total of 120 L-type joint specimens including 1 wood material (Scotch pine (*Pinus sylvestris*)) x 1 type of glue x 6 joint types (single mortise-tenon, double mortise-tenon, asymmetric mortise-tenon, single mortise-dowel, mitered-dowel and biscuit) x 2 test types (diagonal compression strength and diagonal tension strength) x 10 replicates were prepared.

According to diagonal compression strength results, the maximum strength was found in double mortise-tenon and asymmetric mortise-tenon and the minimum strength biscuit and mitered-dowel joint. Analysis of joint stiffness, the maximum value was found in double mortise-tenon and the minimum value in biscuit joint. According to analysis of joint rotation, the maximum value was found biscuit and the minimum value double mortise-tenon and asymmetric mortise-tenon joint.

ABSTRACT (continued)

According to diagonal tension strength results, the maximum strength was found double mortise-tenon and asymmetric mortise-tenon, the minimum strength biscuit and mitered-dowel joint. According to a analysis of joint stiffness, the maximum value was found asymmetric mortise-tenon and one mortise-dowel and the minimum value biscuit and mitered-dowel joint.

As a result, double mortise-tenon and asymmetric mortise-tenon L-type corner joints using with scotch pine wood and polyurethane glue were found most appropriate in wooden frame construction.

Key Words : L-type corner joint, mortise-tenon, dowel, biscuit, diagonal compression strength and tension strength, joint stiffness, joint rotation

Science Code : 502.07.01

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun belirlenmesinde ve tez çalışmam sÜresinde fikirlerinden ve bilimsel katkılarından yararlandığım değerli danışman hocam Doç. Dr. Nurgöl TANKUT' a, çalışmanın her aşamasında engin fikir ve bilgilerini esirgemeyen Prof. Dr. Ali Naci TANKUT' a, çalışmamın tamamı boyunca yardımını hiçbir zaman esirgemeyen yüksek Orman EndÜstri mÜhendisi Mustafa ZOR' a, deney örneklerinin hazırlanmasında yardımcı olan yüksek lisans öğrencisi Mehmet ULUNAM' a, yardımlarından dolayı atölye ustaları Veysel KARAGÜN ve Selahattin BALCI' ya, tez yazımı ve laboratuvar çalışmalarım sÜresince yardımını esirgemeyen sevgili arkadaşım Aykut ERGUT' a, zor anlarımda maddi ve manevi varlığını her zaman hissettiğim ve bu sÜreçte çok kahrımı çeken yol arkadaşım Elif ÖZÜDURU' ya, bÜtün hayatım boyunca maddi ve manevi her zaman yanımda olan sevgili ailem; babam Yaşar KAYA' ya, annem Gülay KAYA' ya ve abim Serdar KAYA' ya ve tÜm dostlara teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.2 LİTERATÜR ÖZETİ.....	2
BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM.....	9
2.1 MATERYAL.....	9
2.1.1 Ağaç Malzeme	9
2.1.1.1 Sarıçam (Pinus slyvestris L.).....	9
2.1.2 Tutkal.....	11
2.1.2.1 Poliüretan Tutkalı (Desmodur – VTKA).....	11
2.1.3 Kavela.....	13
2.1.4 Bisküvi.....	14
2.1.5 LVDT (Linear Variable Displacement Transducer)	18
2.2 YÖNTEM.....	18
2.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	18
2.2.2 Deney Düzeneği	29
2.2.3 Gerilme Analizleri.....	30
2.2.3.1 Diyagonal Basınç Gerilmesi Analizleri.....	30
2.2.3.2 Diyagonal Çekme Gerilmesi Analizleri.....	31

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
2.2.3.3 Yük-Deformasyon Analizleri	32
2.2.3.4 Birleştirme Yeri Sertlik Analizi	32
2.2.3.5 Basınç Direncinde Birleştirme Yeri Rotasyon Analizi	33
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA	35
3.1 DİYAGONAL BASINÇ DENEYİ.....	35
3.1.1 Kırılma Tipleri	40
3.2 DİYAGONAL ÇEKME DENEYİ.....	45
3.2.1 Kırılma Tipleri	51
3.3 BİRLEŞTİRME YERİ SERTLİK ANALİZİ.....	54
3.3.1 Basınç Yüğü Altında Birleştirme Yeri Sertlik Analizi.....	54
3.3.2 Çekme Yüğü Altında Birleştirme Yeri Sertlik Analizi	58
3.4 DİYAGONAL BASINÇ DİRENCİ DENEYİNDE BİRLEŞTİRME YERİ ROTASYON ANALİZİ.....	62
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	77
EK AÇIKLAMALAR A.....	79
EK AÇIKLAMALAR B.....	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Oluklu kavela	14
2.2 Bisküvi bağlantı çeşitleri	15
2.3 Bisküvi bağlantı elemanı numaraları	15
2.4 Parça kalınlığına göre bisküvi lamel seçimi	16
2.5 Ahşap bisküvi tipi yabancı çita	17
2.6 Ahşap bisküvi tipi yabancı çita genel görünümü	17
2.7 LVDT yapısı ve devre şeması	18
2.8 Yüz cumba açılması, kalınlık ayarı, boy ölçülendirme	19
2.9 Tek lambalı zıvanalı birleştirme numunesi	20
2.10 Zıvana yeri açma, lamba yeri açma, tutkal sürülmesi, işkence ile sıkıştırma	21
2.11 Çift lambalı zıvanalı birleştirme numunesi	22
2.12 Zıvana kenarlarının alınması, zıvana ortasının alınması, lamba açılması	23
2.13 Asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme numunesi	23
2.14 Zıvana kenarlarının alınması, zıvana ortasının alınması	24
2.15 Tek lambalı kavelalı birleştirme numunesi	24
2.16 Kavela deliği açma, kavela örneği, kavelanın yuvasına yerleştirilmesi	25
2.17 Gönyeburun kavelalı birleştirme numunesi	26
2.18 Baş kesme işlemi, kavela deliği açma, kavela örneği, yuvasına yerleştirilmiş kavela	27
2.19 Bisküvili birleştirme numunesi	27
2.20 Bisküvi bağlantı elemanı yeri açma, bisküvi bağlantı yeri görüntüsü, yuvasına yerleştirilmiş bisküvi elemanı, sıkıştırma işlemi	28
2.21 Diyagonal basınç deneyi düzeneği	29
2.22 Diyagonal çekme deneyi düzeneği	30
2.23 Diyagonal basınç deneylerinde kuvvet uygulama noktaları	31
2.24 Diyagonal çekme deneylerinde kuvvet uygulama noktaları	32
2.25 Yük-deformasyon grafiğinde birleştirme yeri sertliği	33
2.26 Basınç direncinde rotasyon miktarının hesaplanması	34

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Diyagonal basınç deneyinde birleştirme türleri ile ortalama basınç dayanımlarının karşılaştırılması.....	36
3.2 Diyagonal basınç deneyinde birleştirme türleri ile ortalama basınç momentlerinin karşılaştırılması.....	36
3.3 Diyagonal basınç deneyinde tek lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.	40
3.4 Diyagonal basınç deneyinde tek lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi	40
3.5 Diyagonal basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.....	41
3.6 Diyagonal basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.....	41
3.7 Diyagonal basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.....	41
3.8 Diyagonal basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.....	42
3.9 Diyagonal basınç deneyinde asimetric lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.	42
3.10 Diyagonal basınç deneyinde asimetric lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.	42
3.11 Diyagonal basınç deneyinde asimetric lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.....	43
3.12 Diyagonal basınç deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme türü kırılma tipi	43
3.13 Diyagonal basınç deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme türü kırılma tipi	43
3.14 Diyagonal basınç deneyinde gönyeburun kavelalı birleştirme türü kırılma tipi.	44
3.15 Diyagonal Basınç deneyinde gönyeburun kavelalı birleştirme türü kırılma tipi.....	44
3.16 Diyagonal basınç deneyinde bisküvili birleştirme türü kırılma tipi	44
3.17 Diyagonal basınç deneyinde bisküvili birleştirme türü kırılma tipi	45
3.18 Birleştirme türlerinin ortalama çekme dayanımlarının karşılaştırılması.	46
3.19 Birleştirme türlerinin ortalama çekme momentlerinin karşılaştırılması	46
3.20 Diyagonal çekme deneyinde tek lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi	52
3.21 Diyagonal çekme deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.	52
3.22 Diyagonal çekme deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.	52
3.23 Diyagonal çekme deneyinde asimetric lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi.....	53
3.24 Diyagonal çekme deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme türü kırılma tipi.	53
3.25 Diyagonal çekme deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme türü kırılma tipi.	53
3.26 Diyagonal çekme deneyinde gönyeburun kavelalı birleştirme türü kırılma tipi.	54
3.27 Diyagonal çekme deneyinde bisküvili birleştirme türü kırılma tipi.	54
3.28 Diyagonal basınç deneyinde ortalama sertlik değerleri	55
3.29 Maksimum diyagonal basınç direnci ve ortalama sertlik değerleri arasındaki ilişki.	57

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.30 Diyagonal çekme deneyinde ortalama sertlik değerleri.	59
3.31 Maksimum diyagonal çekme direnci ve ortalama sertlik değerleri arasındaki ilişki	61
3.32 Diyagonal basınç deneyinde hesaplanan rotasyon değerleri.	63

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Sarıçama ait fiziksel ve mekanik özellikler	11
2.2 Poliüretan tutkalının teknik bilgileri	13
3.1 Diyagonal basınç gerilmelerine ait ortalama direnç değerleri.	35
3.2 Birleştirme türlerinin diyagonal basınç deneyine ait basit varyans analizi.	39
3.3 Diyagonal basınç deneyinde birleştirme türleri arasındaki Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi	39
3.4 Diyagonal çekme gerilmelerine ait ortalama direnç değerleri.	45
3.5 Birleştirme türlerinin diyagonal çekme deneyine ait basit varyans analizi.	50
3.6 Diyagonal çekme deneyinde birleştirme türleri arasındaki Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.....	51
3.7 Diyagonal basınç deneyinde elde edilen ortalama sertlik değerleri.	55
3.8 Birleştirme türlerinin diyagonal basınç deneyi sertliğine ait basit varyans analizi.	56
3.9 Birleştirme türlerinin diyagonal basınç deneyi sertliğine ait Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.	57
3.10 Diyagonal çekme deneylerinde elde edilen ortalama sertlik değerleri.	58
3.11 Birleştirme türlerinin çekme yükü altında sertliğine ait basit varyans analizi.	60
3.12 Birleştirme türlerinin diyagonal çekme deneyi sertliği Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.	60
3.13 Diyagonal basınç deneyinde hesaplanan ortalama rotasyon değerleri.	62
3.14 Diyagonal basınç direnci deneyinde birleştirme yeri rotasyon değerlerine ait basit varyans analizi.	64
3.15 Birleştirme türlerinin diyagonal basınç direnci deneyinde birleştirme yeri rotasyon değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.	64

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

cm	: santimetre
cm ²	: santimetre kare
cm ³	: santimetre küp
F	: fahrenheit
G	: gram
kg	: kilogram
kN	: kilo newton
Mm	: milimetre
mm ²	: milimetre kare
N	: newton
s	: standart sapma
v	: varyans
\bar{x}	: ortalama direnç
%	: yüzde
°	: derece
°C	: santigrat derece

KISALTMALAR

A.L.Z	: Asimetrik Lambalı Zıvanalı
B	: Bisküvili
Ç.L.Z	: Çift Lambalı Zıvanalı
G.K	: Gönnyeburun Kavelalı
G.Ü	: Gazi Üniversitesi
G.Ü.T.E.F	: Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi
ISO	: International Organization for Standardization

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ (devam ediyor)

İ.Ü	: İstanbul Üniversitesi
KOSGEB	: Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
K.T.Ü	: Karadeniz Teknik Üniversitesi
M.E.B	: Milli Eğitim Bakanlığı
MDF	: Medium Density Fiberboard
MDFLAM	: Medium Density Fiberboard Lamination
PÜ	: Poliüretan
PVAc	: Polivinil asetat
PVC	: Polyvinyl Chloride
T.L.K	: Tek Lambalı Kavelalı
T.L.Z	: Tek Lambalı Zıvanalı
TS	: Türk Standartları
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
vd.	: ve diğerleri
ykl.	: yaklaşık

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 GENEL BİLGİLER

Ülkemizde ahşap imalatla ilgili olarak üretim sürecinde mukavemet yönünden problemler oluşabilmektedir. Bu problemlerin esas nedenleri arasında hangi tür köşe birleştirme konstrüksiyonlarının hangi imalatlarda uygulanması gerektiğinin net olarak belirlenmemiş olması sayılabilir (Tokgöz vd. 2005).

Ahşap, yapılarda kapı ve pencere doğramalarının yapımında kullanılmaktadır. Kapı ve pencere doğramalarının imal edilebilmesi için farklı teknikler kullanılarak köşe birleştirmeleri yapılmaktadır. Bu köşe birleştirmeleri kapı ve pencere doğramalarının kendi öz ağırlıkları ile dış etkilerden dolayı oluşacak yüklere maruz olup bu yükler daha çok çekme mukavemeti şeklinde etki etmektedirler (Tokgöz vd. 2005).

Tokgöz (1988), ülkemiz çapında kapı doğramaları ile ilgili problemlerin çözümüne; malzemenin özelliğine ve kalitesine uygun kullanılmasının, malzeme kalitesinin artırılması, imalatçıların teknik bilgilerinin geliştirilmesi, kalite kontrol unsurlarının yerine getirilmesi, koruma tedbirlerinin alınması hususlarında öneriler getirmiştir.

Türkiye’de ahşap doğramalarla ilgili teknik yayınların yeterli düzeyde olmadığı ve dolayısı ile doğrama üretiminin büyük bir kısmının geleneksel yöntemlerle gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu nedenle, imal edilen doğramaların kullanım sürecinde önemli problemler ortaya çıkmaktadır. Bu problemlerin en önemlisi ve sık oluşanı, doğrama kanatlarının sarkması ve bunun doğal sonucu olarak kanat geometrisinin bozulmasıdır. Kanat geometrisi bozulan pencerelerde açılıp kapanma güçlükleri ortaya çıkmaktadır (Arslan vd. 2005).

Ahşap kerestelerden elde edilen ürünler yapı elemanı olarak kullanıldığında özellikle birleştirme ya da ek yerlerinde çekme, basma, eğilme, makaslama vb. zorlamalara maruz kalmaktadırlar. Bu zorlamalarla ek yerlerinde eğilme, çatlama, kırılma, esneme ve açılma meydana gelmektedir. Ahşabın dokusunu doğrudan etkileyen deformasyonların büyüklüğü, ağaç türüne, yapıştırıcıya ve birleştirme şekillerine bağlıdır (Gökdemir ve Yıldız 2001).

Bu çalışmanın amacı; sarıçam odunu ve poliüretan tutkalı kullanılarak oluşturulan çerçeve köşe birleştirmelerinin (*Tek Lambalı Zıvanalı, Çift Lambalı Zıvanalı, Asimetrik Lambalı Zıvanalı, Tek Lambalı Kavelalı, Gönyeburun Kavelalı, Bisküvili*) sertlik ve yük taşıma kapasitelerini belirleyerek, kapı ve pencere doğramaları konstrüksiyonlarında kullanım imkânları ve mekanik performanslarını tespit etmektir.

1.2 LİTERATÜR ÖZETİ

Ülkemizde ahşap imalatta henüz açıklığa kavuşturulamayan konstrüksiyon hesaplamaları sebebiyle üretimde mukavemet yönünden sorunlara neden olmaktadır. Hangi birleştirme konstrüksiyonunun hangi köşe birleştirmesinde uygulanacağı mukavemet sonuçlarının bilinmemesinden dolayı kesinlik kazanamamıştır. Oysa yapıştırma kuralları ve yapım şekilleri standartlara uygun olarak yapılırsa hiçbir sorun yaşanmayacaktır (Can ve Önal 2007).

Mobilya konstrüksiyonlarında uygulanan birleştirmelerin kararlılığı (stabilitesi) ve mukavemeti, mobilya sisteminin mukavemetini etkiler. Mobilya iskeletlerinde, her zaman istenen performans değerlerine ulaşılamamaktadır. Bu durum, daha güçlü, daha mukavemetli birleştirmelerin kullanılması gereğini ortaya çıkarmaktadır. Düz veya köşe birleştirmelerin mukavemeti birleştirme tiplerine ve kullanılan elemanlarına bağlıdır (Eckelman 1968).

Köşe birleşimlerinin mukavemetlerini inceleyen bazı araştırmalar yapılmıştır. Ahşap köşe birleşimlerinin rijitliğini arttırmaya yönelik araştırmada, zıvanalı köşe birleşiminde beş farklı tutkal türü kullanarak mukavemet değerlerindeki değişim incelenmiştir. Çalışmada, ahşap doğrama köşe birleşimlerinin rijitliğini arttırmada kullanılan tutkal türlerinin, mukavemet üzerindeki etkinliği en zayıf tutkal ile en kuvvetli tutkal arasında, geleneksel geçme köşe birleşimlerinde % 107, bu çalışmada önerilen dişli köşe birleşimlerinde ise % 67 düzeyinde bir mukavemet artışı görülmüştür. Sonuç olarak tutkal türünün, geçmenin rijitliği üzerindeki etkisinin geçme türüne göre düşük düzeyde olduğu ifade edilmiştir (Sayıl 1996).

Kavela bağlantı elemanlarının artan kullanımına rağmen, lamba-zıvana birleştirmeler asırlarca yaygın olarak kullanılmıştır ve halen pek çok yapıda tercih edilmektedir. Temel bağlantı elemanlarının "*kör, anahtarlı, açık lamba zıvanalı*" olmak üzere pek çok çeşidi vardır (Feirer 1963).

Altınok ve diğerleri tek ve çift zıvanalı ahşap doğrama köşe birleştirmelerinde ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönünün diyagonal çekme performansına etkilerini araştırmışlardır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky) ve Uludağ göknarı (*Abies Bornmülleriana*) odunlarından tek ve çift zıvanalı köşe birleştirmeleri hazırlanmışlardır. Birleştirmelerin yapıştırılmasında PVAc-D₃ ve PVAc-D₄ tutkalları kullanmış olup, birleşme noktalarını, kenardan ve kenar+yüzeyden preslemişlerdir. Hazırlanan örneklere ISO 6237 esaslarına göre diyagonal çekme deneyi uygulamışlardır. Sonuç olarak, diyagonal çekme performansı en yüksek PVAc-D₄ tutkalı ile kenar ve yüzeyden preslenerek yapıştırılan çift zıvanalı sarıçam örneklerde, en düşük ise PVAc-D₃ tutkalı ile kenardan preslenerek yapıştırılan tek zıvanalı Uludağ göknarı örneklerde belirlemişlerdir (Altınok vd. 2009).

Çavuş ve Yıldız (2008) “Kapı Köşe Birleşimlerinde Çekme Dayanımı ile Kereste Türü Arasındaki İlişkinin Analizi” adlı kısa makalesinde, ahşap kapı üst sereninde uygulanan zıvanalı birleşimlerin çekme dayanımı ile malzeme türü arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Ahşap kapı üst sereni birleşim yerleri deney örneklerinin üretilmesinde, Batı Karadeniz yöresine ait ikinci sınıf kavak, kestane ve çam kerestesi kullanmışlardır. Her bir kereste türü için 30 adet zıvanalı 90° köşe birleşim yapmışlardır. Sonuç olarak ahşap kapı üst sereni köşe birleşimlerinin çekme dayanımı bakımından çam kerestesinin kavak ve kestane kerestelerinden daha iyi performans sergilediğini görmüşlerdir.

Tutkal hattı kalınlığı, yapıştırma tipi ve rutubet oranının, lamba-zıvana birleştirmenin direnç üzerine etkisi araştırılmıştır. PVAc, PÜ ve hayvansal tutkal kullanılmış ve bunlar 3 farklı tutkal hattı kalınlığında kombine edilmiştir. Sonuçlar, lamba-zıvana birleştirme arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir (Tankut 2007).

Sarıçam, köknar, kestane ve toros sediri ile imal edilen, düz zıvanalı, düz zıvanalı-kavelalı, gizli zıvanalı, gizli zıvanalı-kavelalı köşe birleştirmelerin çekme kuvvetlerine karşı mukavemetleri incelenmiştir. Yapılan testler sonucunda, birleştirmelerde en büyük çekme

mukavemetinin çam malzemede düz zıvanalı birleştirmede, en düşük çekme mukavemetinin ise kestane kullanıldığında düz zıvanalı birleştirmede olduğu görülmüştür (Tokgöz vd. 2005).

Ahşap pencere kanatlarının alt ve üst köşe zıvanalı birleşimlerinde çekme dayanımı ve sarkma verileri bakımından kavelalı birleşimlerin, kavelasız birleşimlerden daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür (Arslan vd. 2006).

Diğer bir araştırmada, zıvanalı bağlantı elemanlarını araştırmış ve bu tip yapıların sıradan birleştirme yöntemlerinden daha güçlü olmadığı sonucuna varmıştır (Willard 1966, Ibid 1966 ve Ibid 1966).

Çerçeve konstrüksiyonlarda kullanılan birleştirme teknikleri (kavelalı tutkallı ve zıvanalı tutkallı) ile iki tane farklı özel mekanik bağlantı elemanı ve bu mekanik bağlantı elemanların ikisinin birlikte kullanılması ile yapılan toplam beş farklı birleştirme karşılaştırılmıştır. Kavelalı tutkallı ve zıvanalı tutkallı birleştirmelerin mekanik bağlantı elemanları ile yapılan birleştirmelere göre daha mukavemetli olduğu görülmüştür (Efe 1994).

Yapılan diğer bir çalışmada, meşe, sarıçam ve doğu kayını ağaçlarında şerit testere, daire testere ve freze makinelerinde zıvanalar açılmış, açılan bu zıvanalar PVAc ve Desmodur-VTKA tutkalları ile yapıştırılmıştır. Yapılan diyagonal çekme ve basınç deneyleri sonucunda; en yüksek çekme ve basma dirençlerinin freze makinesinde açılmış PVAc tutkalı ile yapıştırılmış olan kayın ağacında olduğu belirlenmiştir. En düşük çekme ve basınç dirençlerinin ise şerit testere makinesinde açılmış Desmodur-VTKA tutkalı kullanılan sarıçam ağacında olduğu belirlenmiştir (Tekin 2000).

Örs ve Efe (1998), "Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri" adlı çalışmalarında, mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında uygulanan geleneksel (kavelalı tutkallı, zıvanalı tutkallı) ve alternatif birleştirmelerin mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre esnek birleştirme sağlayan alternatif bağlantı elemanlarıyla yapılan birleştirmeler, rijit birleştirme sağlayan geleneksel tutkallı birleştirmelere göre daha başarılı bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Çekme ve basınç elemanlarından oluşan çoklu zıvanalı ve parmak köşe birleştirmelerin aynı biçimdeki kavelalı birleştirmelere göre 2 ile 4 kat daha fazla dirençli olacağı ifade edilmiştir (Richards 1962).

Kavelalı birleştirmelerde kavela özelliklerinin birleştirmenin direncini diğer birleştirme elemanlarından daha fazla etkilediği, kavelalar arası uzaklık ile kavela çap ve boyunun gerekenden fazla artırılmasının direncin azalmasına neden olduğu belirtilmiştir (Jang 1995).

Yonga levha örneklerine uygulanan tek kavelalı köşe birleştirme elemanlarının basınç ve çekme deneylerinde, kavela çapı ve kavela boyu arttıkça dayanımın da arttığı tespit edilmiştir (Zhang ve Eckelman 1993).

Köşe birleştirmelerde tutkal kullanımının kavela tutma direnci üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir. Yonga levhalarla oluşturulan kavelalı köşe birleştirmelerde, tutkalın hem kavela yüzeylerine hem de kavela deliği yüzeylerine sürülmesinin, sadece kavela deliği yüzeylerine sürülmesine kıyasla birleştirmelerin mukavemetini % 35 arttırdığı belirlenmiştir (Engleson 1973).

Yonga levhada, değişik sayıda kavela ile hazırlanan köşe birleştirme için çekme ve basma deneylerinde, örneklerin genişlikleri ve kavelalar arası mesafeler değiştirilmiştir. İki kavela arası mesafenin 7,5 cm olması durumunda en yüksek direncin elde edileceği bildirilmiştir (Zhang ve Eckelman 1993).

L-tipi kavelalı köşe birleştirmelerin diyagonal çekme dirençlerinin araştırıldığı çalışmada, en iyi çekme dayanımının polivinilasetat tutkalı ile gerçekleştiği belirtilmiştir (Efe ve Kasal 2000).

Lif ve yonga levhadan hazırlanan “L tipi” köşe birleştirmelerde sırasıyla 2, 3, 4 ve 5’ li kavela dizilerinin basınç ve çekme kuvvetleri araştırılmıştır. Lif levhalar yonga levhalara, 8 mm çapındaki kavela 10 mm çapındaki kavelalara göre daha başarılı olmuştur. Yonga levhada yivli, lif levhada düz yüzeyli kavelalar çekme direncinde artış, basma direncinde azalmaya neden olduğu belirlenmiştir (Efe 2000).

Masif mobilyada ayak-kayıt birleştirme dirençleri incelemişlerdir. Sonuç olarak kavelalar arası uzaklık artışının direnci arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca kutu tipi mobilyada kavelalı köşe birleştirmede kavela sayısı artışının birleştirme direncini arttırdığını belirtmişlerdir (Cai ve Wang 1993).

Kavela, yabancı çıta ve lambalı olarak PVAc tutkalı ile yapıştırılmış “L tipi” yonga levha örneklerine, basma ve çekme kuvvetleri uygulanmıştır. Kavelalı birleştirme en iyi sonucu verirken yabancı çıtalı birleştirmenin ikinci sırada olduğu bildirilmiştir (Özçiftçi 1995).

Melamin kaplı levhalar için kutu tipi mobilya konstrüksiyonlarının köşe birleştirmelerinde diyagonal basınç ve çekme üzerine, kavela birleştirme, kama birleştirme ve her ikisinin kombinesi üzerine etkisi araştırılmış, sonucunda her ikisinin kombinesiyle sağlanan birleştirme şekli, geniş çaplı kavela tipi birleştirmelerden daha yüksek basınç ve çekme direnç değeri vermiştir (Altınok vd. 2008).

Moment kapasitesinin eğilme üzerine kavela derinliği ve uzunluğunun etkisini araştırdı ve moment kapasitesi ile bu faktörler arasında lineer bir yakın ilişki olduğunu bulmuştur (Miyajima ve Sato 1977).

Kirby ve Kelsey (1996), lambalı zıvanalı birleştirmelerin yerini daha hafif uygulamalarda ahşap bisküvilerin alabileceklerini iddia etmişlerdir. Çünkü bisküvilerin de en az yabancı çıtalı birleştirmeler kadar güçlü olduğu belirtilmektedir (Türk 2007).

Bisküvi tipi yabancı çıtalar ile hazırlanmış köşe birleştirmelerinin direnç özelliklerini etkileyen bazı (bisküvinin delik merkezleri arası mesafe, levha dış kenarları arası mesafe, levha tipi, yapıştırma tekniği) faktörler araştırılmıştır. Tutkallı ve tutkalsız birleştirmelerde MDFLAM’ de yüksek olduğu, bisküvi merkezleri arası mesafenin 15 cm olması mukavemeti 10 ve 12,5 cm’ e göre az miktarda arttırdığı, bisküvi çıtaların kenar ile olan mesafesinin 5, 6, 5, 7,5 cm olmasının mukavemet yönünden herhangi bir farklılık oluşturmayacağı sonucuna varılmıştır (Tankut ve Tankut 2004).

Hanson vd. (1995), plaka yâda bisküvi güçlendirmelerin daha ağır mimari ve ağaç işleri yapılarında kullanılıp kullanılamayacağını araştırmıştır. 6 numara ahşap bisküvilerle yapılmış birleştirmelerin güç ve sertliğini kıyaslamak için birçok örnek yapıp test etmiştir. Deney

sonuçları, bisküvi birleştirmelerin, lamba zıvanalı birleştirmelerle aynı direnci gösterdiğini tespit etmiştir.

Köşe birleştirmelerde, ahşap bisküvit tipi yabancı çita; lif levha, Desmodur-VTKA, ve gönye burun birleştirme uygulaması avantaj sağlayabilir (Türk 2007).

Kama dişli birleştirmelerin pencere ve kapı çerçevesi mobilya, çeşitli inşaatların taşıyıcı elemanlarının yapımında kullanılması halinde "lambalı", "zıvanalı", "yarma-geçme" birleştirme yöntemleri ile birleştirilen ağaç malzemeye oranla %60-80 daha fazla bir sağlamlılık kazanmaktadır (Örs 1987).

"L" tipi kavelalı, lamba zıvanalı ve kama birleştirmeleri kıyaslamış ve kama birleştirmenin en büyük moment eğilme kapasitesine sahip olduğunu göstermiştir (Ishii ve Miyajima 1981).

Tutkalın zıvananın kenarlarına uygulandığında optimum sağlamlığın kazanıldığını bulmuştur. Bu çalışmanın bir sonucu da, odun rutubetinin % 7-9 arasında olmasının en uygun olduğudur (Dupond 1963).

Çalışmada PVC, melamin ve odun kaplamaları, kenar bantlama materyalinin kalınlıkları ve sentetik reçine kaplı MDF ve sentetik reçine kaplı yonga levha odun kompozit panel türlerinin diyagonal basınç ve çekme direnç özellikleri üzerine kenar bantlama materyalinin etkisi araştırılmıştır. L tipi köşe birleştirmelerin hepsinde diyagonal çekme direnci, diyagonal basınç direncinden yüksek bulunmuştur. Sentetik reçine kaplı MDF köşe birleştirmeleri, sentetik reçine kaplı yonga levha köşe birleştirmelerinden daha güçlü sonuç vermiştir (Tankut ve Tankut 2009).

Gökdemir ve Yıldız (2001) "Farklı Kerestelerle PVA Tutkalı ile Yapılan Birleştirmelerde Basınç Altında Çekme Deneyi Üzerine Bir Çalışma" adlı makalesinde deney numuneleri için doğrama ve mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılan kestane, çam ve kavak keresteleri kullanmış ve çam kerestesinin, kavak ve kestane kerestelerinden daha fazla çekme dayanımı gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Yonga ve lif levhalara uygulanan “L” tipi tutkallı ve tutkalsız birleştirmelerin çekme dirençlerinin araştırıldığı çalışmada, demonte birleştirmelerin sabit birleştirmelerden daha başarılı olduğu bildirilmiştir (Efe ve Kasal 2000).

Mobilya (çerçeve konstrüksiyon) tasarımında bağlantı elemanlarının mekanik özellikleri araştırılmış, demonte mobilyalarda multifix ve minifix bağlantı elemanları kullanılan birleştirmeler, geleneksel birleştirme tekniklerinden kavelalı ve zıvanalı birleştirmelere göre daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Örs ve Efe 1998).

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 MATERYAL

2.1.1 Ağaç Malzeme

2.1.1.1 Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*)

Bu çalışmanın kapsamındaki ahşap köşe birleşimlerinin hazırlanmasında, memleketimizde inşaat sektöründe ve özellikle ahşap doğramalarda ve pencerelerde çok yaygın olarak kullanılan sarıçam odunu kullanılmıştır.

Batı Karadeniz bölgesinin Bolu yöresi genellikle yetişmiş sarıçam ormanları ile kaplıdır. Bununla beraber sarıçam ormanları karışık olarak bütün Anadolu'nun kuzey kesimini kaplamıştır. Dünya' da çok geniş bir yayılma alanı vardır. Bütün Avrupa ve Asya'nın kuzeyinde sarıçam ormanları bulunmaktadır. Dağlarda en çok orman hududuna kadar çıkarlar. Yalancı odunu geniş, sarımsı veya kırmızımsı beyaz renktedir. Göbek odunu daha koyu renkte olup kırmızımsı kahverengidir. Yıllık yaş halkaları belirgindir (Örs ve Keskin 2001).

Sarıçam, binalarda iç ve dış mekânlarda, pencere doğramalarında, emprenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği, tel direği ve travers olarak, kaplama levha, kontrplak, yonga levha ve lif levha, kâğıt endüstrisinde ve mobilya yapımında kullanılmaktadır.

Geleneksel olarak pencere yapımında ibreli ağaç türlerinden sarıçam kullanılmaktadır. Sarıçam odunu reçine ihtiva etmektedir. Yüksek rutubet derecelerinde oldukça fazla mavi renklenme görülmektedir. Özodunları mantar zararlarına oldukça dayanıklıdır. Diri odunları ise mantar zararlarına dayanıksız olup buna karşılık kolay emprenye edilebilirler. Çok reçineli

varyetelerin tutkallanması güçtür. İşlenme, çivi ve vida tutma kabiliyetleri iyidir. Diri ve özodun arasındaki keskin sınırlar, reçine ve mavi renklenme gibi özellikleri nedeni ile yüzey işlemleri oldukça risklidir. Demir ve aynı zamandan rutubet etkisi ile temas, odunda siyah lekelerle neden olmaktadır (Kurtoğlu 1988).

Kapıların yapımında iğne yapraklı ve yapraklı ağaç keresteleri kullanılabilir. Ancak dış kapının değişik atmosferik olayların etkisinde kalması sebebiyle genellikle çam ve sedir gibi iğne yapraklı ağaç kerestesi veya meşe ve kestane gibi yapraklı ağaç kerestesi tercih edilir. İğne yapraklı ağaç keresteleri tabii hallerinde 1. ve 2. Sınıf özelliklerinde olmalıdır. Eğer 3. sınıf kullanılacaksa kerestede iyileştirme yapılmalıdır. Yapraklı ağaç keresteleri ise 3. sınıf olmalıdır (TSE 1264).

Sarıçam, kapalı tohumlular sınıfının kozalaklı çamgiller familyasına mensup iğne yapraklı ve reçineli orman ağacıdır (Giray 1994).

Diri odun 5-10 cm genişliğinde sarımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı sarı ve kırmızımsı kahverengindedir. Kesimden sonra daha koyulaşır. Tam kuru yoğunluğu $0,49 \text{ g/cm}^3$, hava kuru yoğunluğu $0,52 \text{ g/cm}^3$ tür.

Parlak, bol reçineli, oldukça hafif ve yumuşak bir ağaçtır. Kolay işlenir, kolay yarılr, çatlar, gevrekler, fazla budaklıdır. Mavi renklenme çok görülürse de bu hal sarıçamın direncini hiç azaltmaz. Boyanmasında hiçbir sakınca yoktur. Sarıçamın işlenmesi kolay olup, ahşabı, düzgün ve parlak bir yüzey vermektedir. Sarıçamın doğramada kullanımının tercih edilmesinin başlıca nedenleri;

- Reçineli olması dolayısıyla dış hava şartlarına dayanıklılığı,
- Öz odunu oranının fazlalığı,
- Kolay işlenebilirlik özelliği,
- Hafifliğine rağmen mukavemetinin yüksek olması,
- Boya ve tutkalı kendi bünyesinde kolay absorbe etmesidir (Yaltırık 1993).

Diğer çam türlerine göre oldukça az çalışan bir ağaçtır. Kolay kurutulur. Çatlamaya ve dönmeye eğilimi azdır (Bozkurt 1992).

Sarıçama ait fiziksel ve mekanik özellikler Çizelge 2.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 Sarıçama ait fiziksel ve mekanik özellikler (Berkel 1970).

Fiziksel Özellikler		Mekanik Özellikler	
Tam kuru yoğunluk	0,49 gr/cm ³	Basınç direnci	5,5 N/mm ²
Hava kurusu yoğunluk	0,52 gr/cm ³	Eğilme direnci	100 N/mm ²
Hacim ağırlık değeri	0,42 gr/cm ³	Elastikiyet modülü	12000 N/mm ²
Radyal daralma	4,3 %	Çekme direnci	104 N/mm ²
Teğet daralma	8,3 %	Makaslama direnci	10 N/mm ²
Hacmen daralma	12,7 %	Dinamik eğilme	0,4 kN/cm
		Yarılma direnci/radyal	0,91 N/mm ²
		Yarılma direnci/teğet	0,95 N/mm ²
		Brinel sertlik/liflere paralel	40 N/mm ²
		Brinel sertlik/liflere dik	19 N/mm ²
Kullanımına Yönelik Değerlendirme			
İşlenme özelliği	İyi	Dayanıklılık	Çok
Kurutulabilme özelliği	Kolay	Emprenye edilebilme	Orta

Deneylerde kullanılan 1.sınıf sarıçam keresteleri lokal bir firmadan temin edilmiştir.

2.1.2 Tutkal

2.1.2.1 Poliüretan Tutkalı (Desmodur – VTKA)

Poliüretan tutkalının kohezyon gücü adezyon gücünden daha iyidir. Yapıştırma esnasında tutkal tabakası kalınlığı; 2-6 mils=0,15 mm arasında değişir. Makaslama gücü 8000 psi (544 atm) de 423 F' de (-217° C) ve 250 F' de (121,11° C) gevşeyecektir (Diler 2001).

Poliüretan tutkalının yoğunluğu 20°C de 1,11 g/ cm², viskozitesi 25°C de 3300–4000 cps olup, 20±2 °C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem ortamında 30 dakikada sertleşmektedir. Ambalaj

viskozitesinde yüzeylerden emiciliği yüksek olana sürülmesi ve kurumuş satırların hafifçe nemlendirilmesi önerilmektedir (Diler 2001).

Desmodur-VTKA suya ve neme karşı dayanıklı, çözücü içermeyen tek komponentli poliüretan esaslı bir yapıştırıcı, yapıştırıcı, tüp, tahta, metal, poliester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzeylerde kullanılabilir. Deniz ve göl vasıtalarında, binaların dış cephe, metal ve tahta kısımlarının montaj ve onarımlarında tercih edilmektedir. Evlerin banyo ve mutfaklarında, buharlı ortamlarda çalışan atölye ve fabrikalarda güvenle kullanılmaktadır (Örs vd. 1997).

Deneylerde kullanılan poliüretan tutkalı piyasadan tesadüfi olarak temin edilmiştir.

Deneylerde kullanılan poliüretan tutkalının teknik bilgileri Çizelge 2.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2 Poliüretan tutkalının teknik bilgileri (URL-1 2011).

Özellikler	Poliüretan Tutkal
Baz	Poliüretan
Renk	Sarımsı-kahverengi
İdeal uygulama koşulları	-
Uygulama ısısı	20 °C
Ahşap rutubeti	% 10-16
Yoğunluk	Ykl. 1.18 g/cm ³
Viskozite	Ykl. 8000 m Pas (brookfield)
Katı malzeme oranı	% 95
Sürme oranı	100-220 g/m ² (emcilik oranına göre)
Sürme yöntemi	Şişe, spatula, el rulosu
20 °C' de açık kalma süresi	Ykl. 20-30 dakika
Presleme süresi	20 °C' de ykl. 60 dakika 40 °C' de ykl. 30 dakika 60 °C' de ykl. 15 dakika
Presleme basıncı	En az 0,8 N/mm ²
Karışım bekleme süresi	24 saat
Ph-değeri	3-4
Boşluk doldurma	0,5 mm
Temizleme	Aletler, kullanımdan hemen sonra temizleyici ile temizlenmelidir.
Yapıştırıcı ve ahşap için en düşük uygulama ısısı	+5 °C
Kullanım ısısı	-30 °C ile +100 °C arası
Depolama ömrü	3 ay (Orijinal ambalajında serin ve kuru muhafaza edilirse 12 aya kadar uzayabilir.)

2.1.3 Kavela

Kavela, sert ağaçlardan hazırlanan değişik biçim ve boyutlarda, düz ve yivli gövdeli çubuklardır. Denemelerde piyasadan tesadüfi olarak temin edilen TS 4539' da ki esaslara

uygun, oluklu gövdeli, doğu kayınından imal edilen 120 cm boyunda, 10 mm çapındaki kavelalar kullanılmıştır.

Birleştirmede kullanılacak olan parçalar birbirine alıştırıldıktan sonra yzeilerine çoklu delik makinelerinin özelliklerinden dolayı 32 mm ve katları kadar mesafe ile kavela markası yapıldıktan sonra, parça kalınlılığının 1/3 ü veya ikisi kalınlıkta helisel matkapla delikler delindi. Daha sonra tutkal sürülen kavelalar yardımıyla deney parçaları birleştirilmiştir.

şekil 2.1' de deneylerde kullanılan kavela gösterilmiştir.



şekil 2.1 Oluklu kavela.

2.1.4 Bisküvi

Bisküvi bağlantılarının tarihi 1956'lara kadar dayanır. İsveçli doğramacı Herman Steiner Lamello adı altında ağaç birleştirme plakaları üretmeye başladı. Lamello adı Almanca' da "ince plaka" anlamına gelen "lamelle" kelimesinden türemiştir. 1969 yılında şahsi şirket olarak Steiner Lamello Ltd. haline geldi ve bisküvi birleştirmeleri üretilmeye başlandı (Tankut 1997).

Bisküvi ıtalara, Doğu kayını gibi sert ağaç, plastik ve yumuşak metalden üretilirler. Piyasada retici firmanın ismi ile anılmaktadır. Yabancı ıtalı bisküvi ismini seklinden almaktadır (elikel 2006).

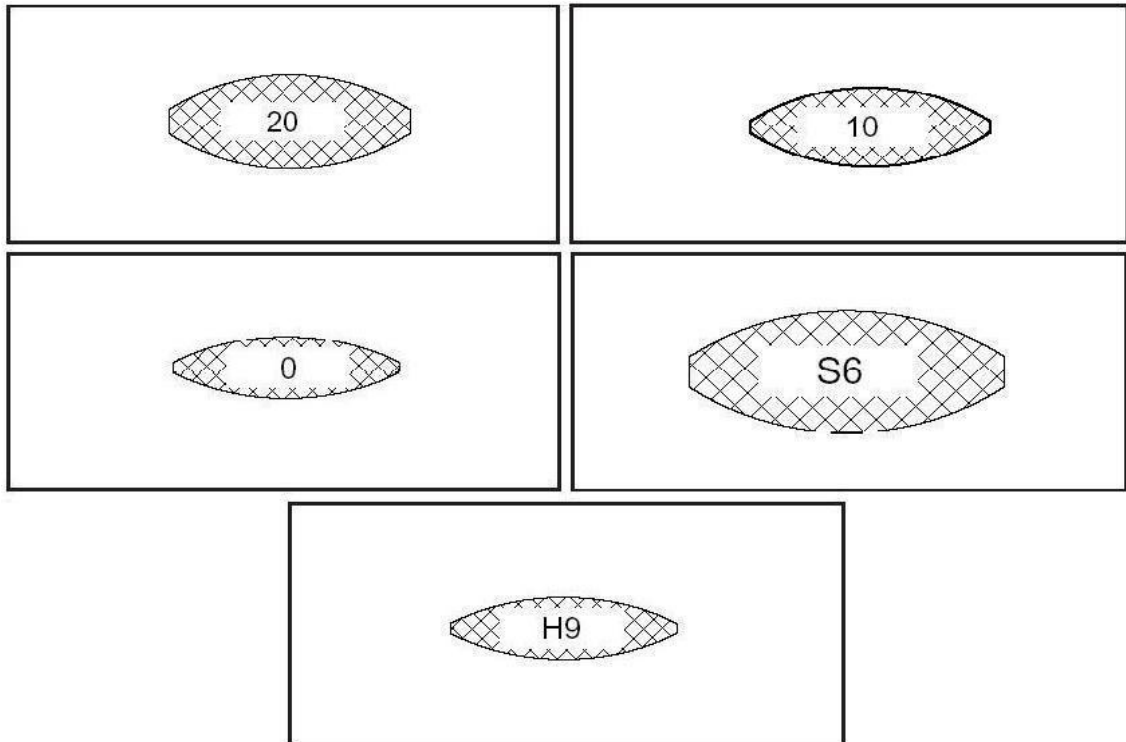
şekil 2.2' de bisküvi bağlantı eşitleri gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Bisküvi bağlantı çeşitleri (URL-1 2006).

Bisküvi yabancı çıtalar farklı ölçülerde bulunur ve farklı numaralarla adlandırılır. (Şekil 2.3). En çok kullanılanları: 20 numara; 56 x 23 x 4 mm, 10 numara; 53 x 19 x 4 mm, 0 numara; 47 x 15 x 4 mm, S6; 85 x 30 x 4 mm, H9; 38 x 12 x 3 mm' dir (Verbindungstechnik 2005).

Şekil 2.3' de bisküvi bağlantı elemanlarının numaraları gösterilmiştir.

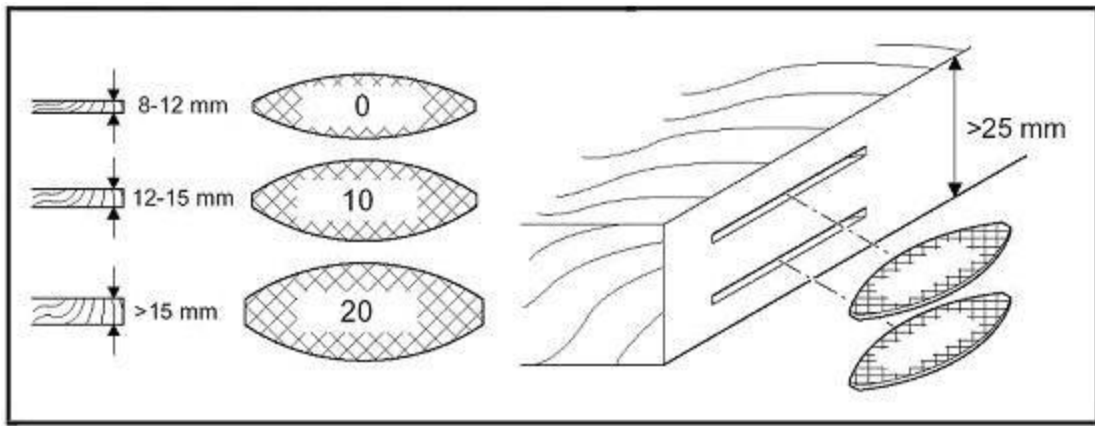


Şekil 2.3 Bisküvi bağlantı elemanı numaraları (Verbindungstechnik 2005).

Ahşap bisküvi lamellere üretim aşamasında preslenerek açılan diyagonal kanallar, tutkalın bisküvi lameller yüzeyine homojen dağılmasını sağlamak amacıyla yapılmıştır. Ayrıca levhaların presli olması, bisküvi lamellerin tutkalın rutubetiyle şişmesini sağlayarak parça içinde sıkışmasını sağlar (Çelikel 2006).

Bisküvi tipi yabancı çıtalar, birleştirilecek parçaların kalınlığına göre seçilir. Tavsiye edilen ölçüler; 8–12 mm kalınlığındaki parçalara; 47 x 15 x 4 mm' lik, 12–15 mm kalınlığındaki parçalara; 53 x 19 x 4 mm' lik, 15mm kalınlıktan büyük parçalarda; 56 x 23 x 4 mm' lik, 25 mm' den kalın parçalara da ikili gruplar halinde bisküvi levhaların kullanılması uygun olduğu bildirilmektedir (URL-1 2006).

Şekil 2.4' de parça kalınlığına göre bisküvi bağlantı elemanı seçimi gösterilmiştir.



Şekil 2.4 Parça kalınlığına göre bisküvi lamel seçimi (Verbindungstechnik 2005).

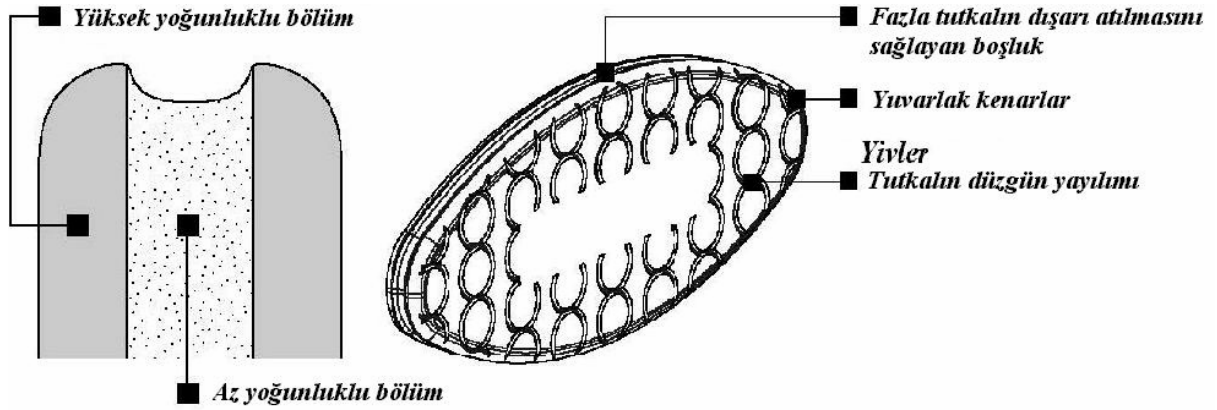
Ahşap bisküvi çita çevresine açılan boşluk montaj esnasında fazla tutkalın dışarı atılmasını sağlar. Kalınlığı yönünde üç eşit parçaya bölündüğünde, ortada kalan kısım, yoğunluk olarak dış yüzeylerden daha az yoğunluktadır. Dış yüzeyde kalan kısım ortam rutubetinden fazla etkilenmez. İç kısımda kalan bölüm yumuşak ve esnektir. Bu özellik; farklı ortam nemlerinde ahşap bisküvi çitaların, kalınlık yönünde oluşabilecek farklılaşmalardan dolayı, montaj esnasında açılan yuvalara girmemesi veya bol gelmesi durumunda esneklik sağlar. Yuvarlatılan kenarlar parçaların daha kolay bir şekilde açılan yuvalara takılmasını sağlar. Yüzeyde bulunur yivler tutkalın yüzeyde daha homojen yayılmasını sağladığı gibi düz yüzeylerin fazla olması spesifik yapışmayı arttırmaktadır (URL-1 2006).

Ahşap bisküvi çitanın görünüşüne ait örnekler Şekil 2.5’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.5 Ahşap bisküvi tipi yabancı çita (URL-1 2006).

Ahşap bisküvinin genel görünümü Şekil 2.6’ da gösterilmiştir.



Şekil 2.6 Ahşap bisküvi tipi yabancı çita genel görünümü (URL-1 2006).

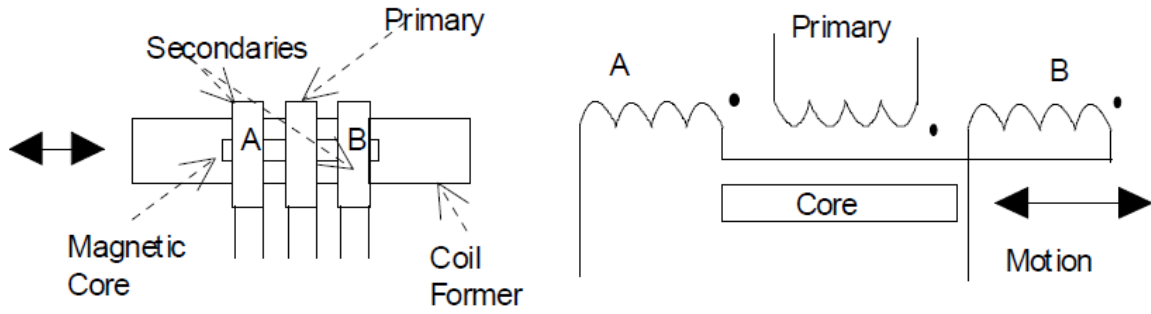
Bisküvi tipi yabancı çita tüm konstrüksiyon tiplerinde kullanılabilir. Kutu tipi mobilyalarda düz ve açılı köşelerde, ara kayıt birleştirmelerinde ve boy birleştirmelerde kullanımı yaygındır. Çerçeve konstrüksiyonlarda da açılı ve düz köşelerde, ayak kayıt birleştirmelerde kullanıldığı görülmektedir (Çelikel 2006).

Deneylerde kullanılan 20 numara (56 x 23 x 4 mm) bisküvi bağlantıları piyasadan temin edilmiştir.

2.1.5 LVDT (Linear Variable Displacement Transducer)

LVDT, ortak taban üzerine monte edilmiş üç bobinden ve bobinler arasında hareket edebilen magnetik bir çekirdekten oluşmuştur. Merkez bobin primerdir ve A.C. kaynakla beslenir. Diğer iki bobin sekonderdir ve A, B şeklinde isimlendirilmiştir. A ve B' nin sarım sayıları birbirine eşittir ve çıkış gerilimi, ikisinin gerilim farkına eşit olacak şekilde seri bağlanmışlardır.

Lineerliği ve duyarlılığı oldukça yüksek olan LDVT'nin bir primer ve iki sekonder bobini vardır. LVDT'nin yapısı ve devre şeması Şekil 2.7' de gösterilmiştir.



Şekil 2.7 LVDT yapısı ve devre şeması.

Magnetik çekirdek, merkez konumunda olduğunda çıkış gerilimi sıfır olacaktır. Magnet merkez konumdan uzaklaştıkça değeri sıfırdan farklı olan bir çıkış gerilimi oluşacaktır. Bu değer giderek maksimum değere ulaşır, sonrasında azalma gösterir. Çıkış geriliminin ölçümü hareketin merkez durumdan uzaklığı hakkında bilgi verse de, hareketin yönü hakkında herhangi bir bilgi vermez.

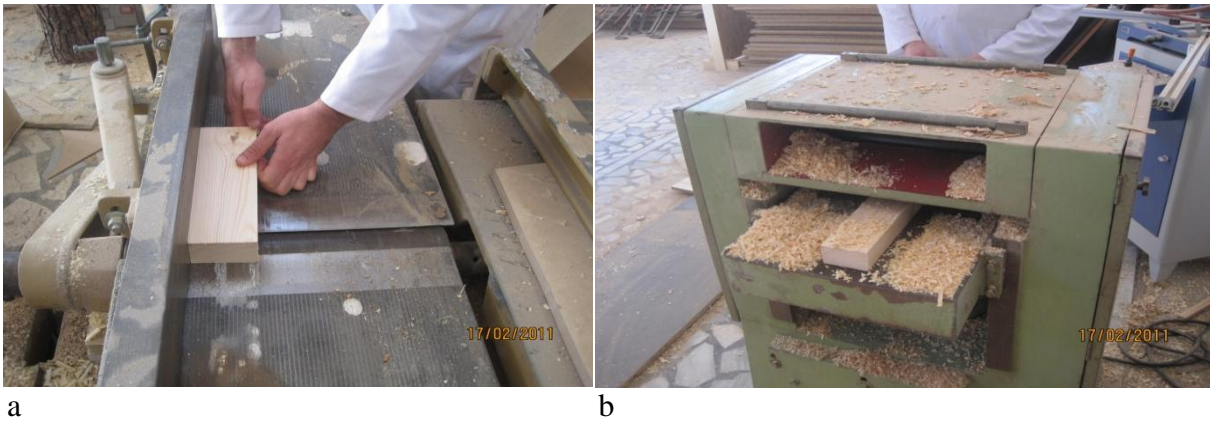
2.2 YÖNTEM

2.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması

Bu çalışmada, *ağaç türü* (1), *birleştirme geometrisi* (6) ve *yükleme tipi* (2) olarak her bir kombinasyon için 5'er adet olmak üzere $1 \times 6 \times 2 \times 5 = 60$ adet örnek hazırlanmıştır. Örnek

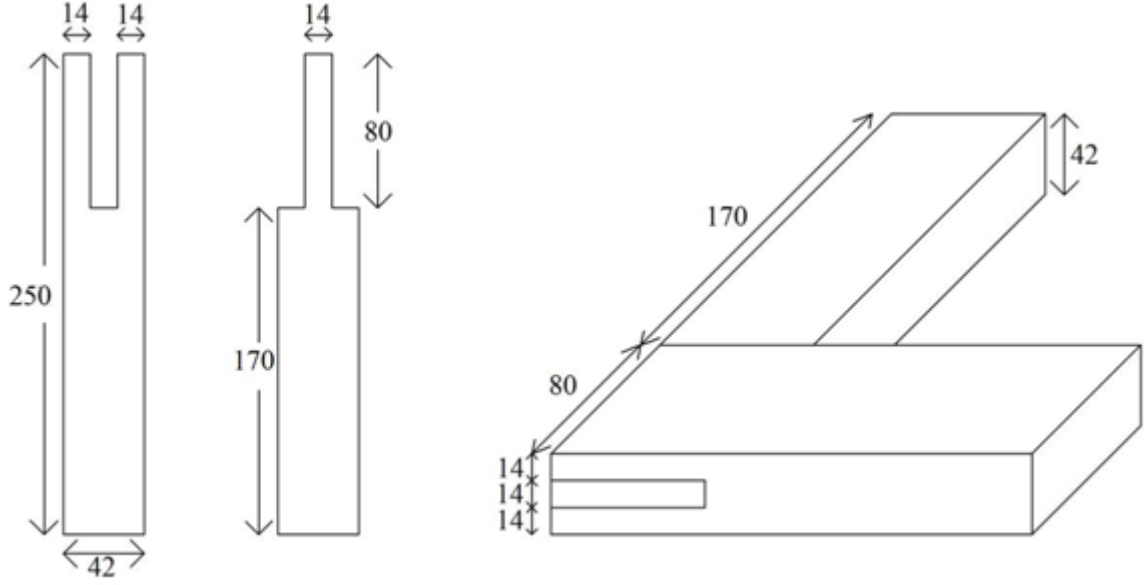
uzunluğu 250 mm, genişliği 80 mm ve kalınlığı 42 mm' dir. Bu uzunlukta 120 adet parça hazırlanmıştır.

Lokal bir fabrikadan tedarik edilen keresteler şerit testere makinesinde kaba olarak ölçölendirilmiştir. Kaba ölçüye getirilen parçaların, birer taraflarına planya makinesinde yüz cumba açılmıştır (şekil 2.8a). Yüz cumba açılan parçalar kalınlık makinesinde, kalınlıkları net ölçüye getirilecek şekilde ayarlanmıştır (şekil 2.8b). Daha sonra numuneler daire testere makinesinde istenilen genişlikteki enleri tarandıktan sonra aynı makinede boy ölçölendirilme yapılmıştır (şekil 2.8c).



şekil 2.8 Yüz cumba açılması (a), kalınlık ayarı (b), boy ölçölendirme (c).

Çalışmada kullanılan tek lambalı zıvanalı birleştirmenin görünüşüne ait örnek şekil 2.9' da gösterilmiştir.



Şekil 2.9 Tek lambalı zıvanalı birleştirme numunesi (ölçüler mm).

İstenilen boyutlara (250 x 80 x 42 mm) getirilen parçalardan *tek lambalı zıvanalı birleştirme* oluşturmak için 20 adet parça seçilmiştir. Parçaların 10 tanesinde zıvana yeri açmak için ölçülendirme yapılmıştır (kalınlığın 1/3'ü = 14 mm). Ölçülendirilen parçaların zıvana yerleri daire testere makinesinde açılmıştır (Şekil 2.10a). Diğer 10 adet parçada ince dişli şerit testere makinesinde lamba yerleri açılmıştır (Şekil 2.10b). Hazırlanan tek lambalı zıvanalı deney örneklerine, gönye yardımı ile parçalar arasında 90°' lik açı oluşacak şekilde her parçanın yüzeyine fırça ile ortalama 150-220 g/mm² hesabına uygun miktarda tutkal sürülerek yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.10c). Daha sonra örneklere mengene yardımıyla eşit sayıda döndürme yapılarak basınç sağlanmış ve sıkıştırılarak kurumaya bırakılmıştır (Şekil 2.10d). Örnekler, 20±2 °C sıcaklık, % 65±5 bağıl nem değerlerine sahip klimatize odasında bekletilmiştir.



a



b



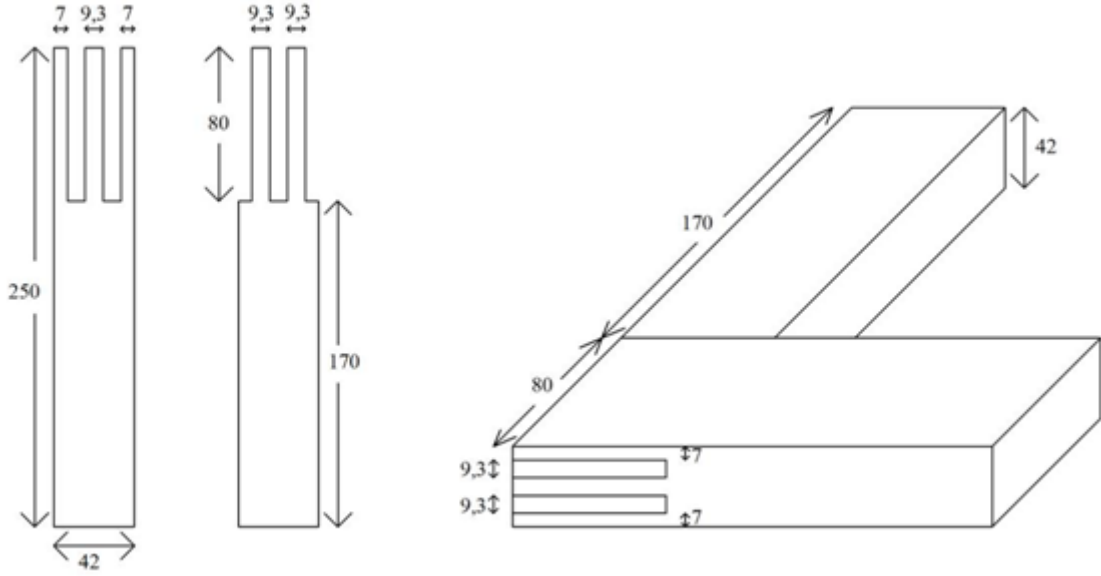
c



d

Şekil 2.10 Zıvana yeri açma (a), lamba yeri açma (b), tutkal sürülmesi (c), işkence ile sıkıştırma (d).

Çalışmada kullanılan çift lambalı zıvanalı birleştirmenin görünüşüne ait örnek Şekil 2.11' de gösterilmiştir.



Şekil 2.11 Çift lambalı zıvanalı birleştirme numunesi (ölçüler mm).

İstenilen boyutlara (250 x 80 x 42 mm) getirilen parçalardan *çift lambalı zıvanalı* birleştirme oluşturmak için 20 adet parça seçilmiştir. Parçalardan 10 tanesinde 2 adet zıvana yeri açmak için ölçülendirme yapılmıştır (9,3 mm). Zıvana kenarlarındaki parçalar daire testere makinesinde, zıvana ortasında kalan kısım ise ince dişli şerit testere makinesinde alınmıştır (Şekil 2.12a ve Şekil 2.12b). Kalan 10 parçadaki lamba yerleri ince dişli şerit testere makinesinde açılmıştır (Şekil 2.12c). Hazırlanan çift lambalı zıvanalı deney örneklerine gönye yardımı ile parçalar arasında 90°' lik açı oluşacak şekilde her parçanın yüzeyine fırça ile ortalama 150-220 g/mm² hesabına uygun miktarda tutkal sürülerek yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra örneklere mengene yardımıyla eşit sayıda döndürme yapılarak basınç sağlanmış ve sıkıştırılarak kurumaya bırakılmıştır. Örnekler, 20±2 °C sıcaklık, % 65±5 bağıl nem değerlerine sahip klimatize odasında bekletilmiştir.

Tek lambalı zıvanalı birleştirmede lamba ve zıvana açılması Şekil 2.12' de gösterilmiştir.



a

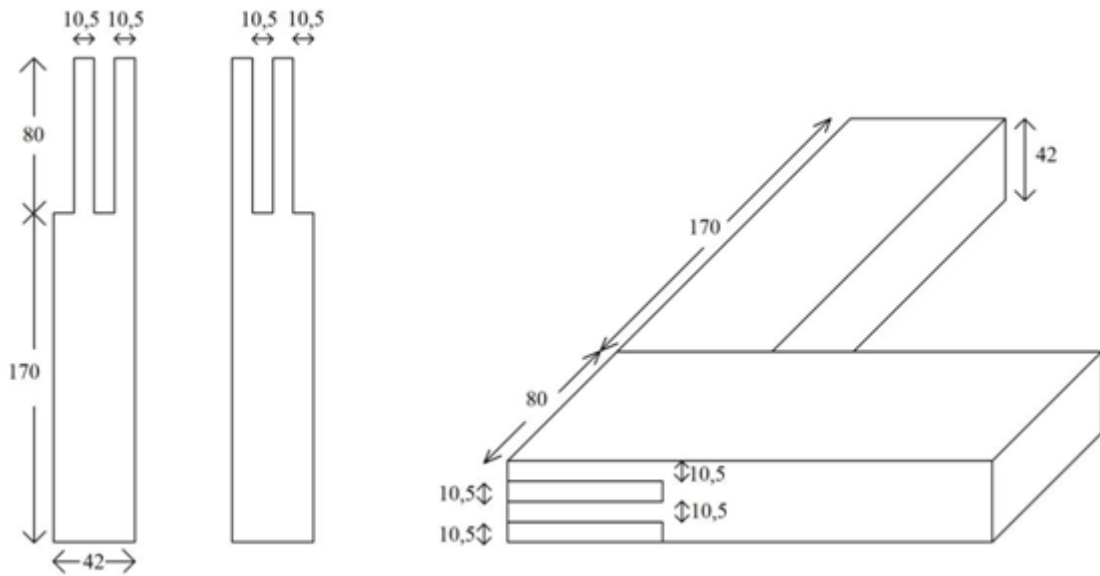
b



c

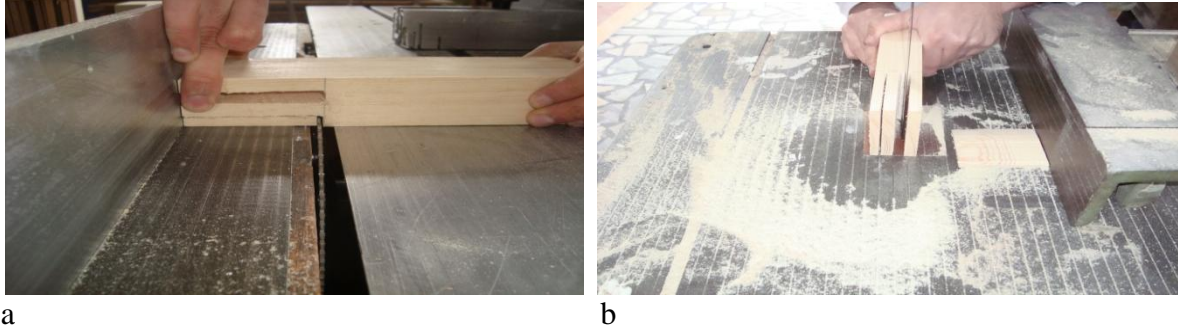
Şekil 2.12 Zıvana kenarlarının alınması (a), zıvana ortasının alınması (b), lamba açılması (c).

Çalışmada kullanılan asimetrik lambalı zıvanalı birleştirmenin görünüşüne ait örnek Şekil 2.13' de gösterilmiştir.



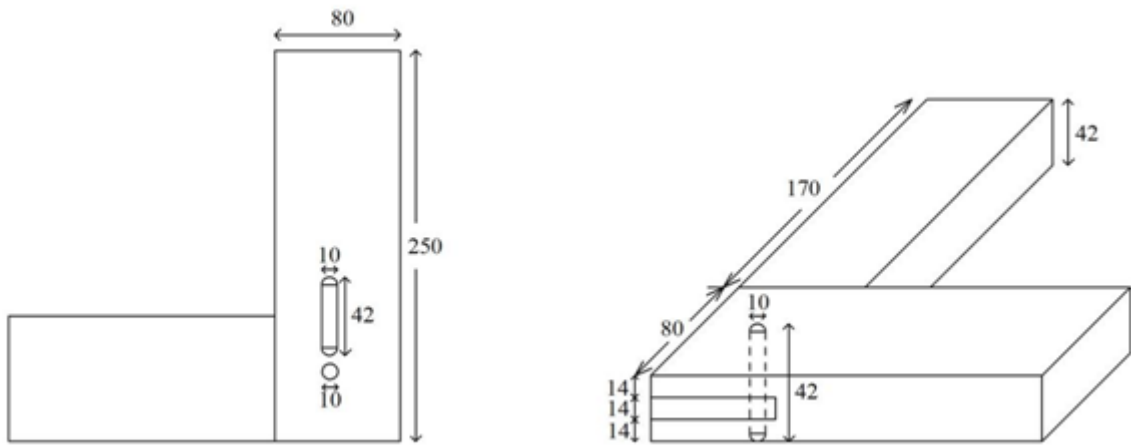
Şekil 2.13 Asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme numunesi (ölçüler mm).

İstenilen boyutlara (250 x 80 x 42 mm) getirilen parçalardan *asimetrik lambalı zıvanalı* birleştirme oluşturmak için 20 adet parça seçilmiştir. Parçalardan 10 tanesinde zıvana yeri açmak için ölçülendirme yapılmıştır (10,5 mm). Zıvana kenarları daire testere makinesinde, zıvanaların ortasında kalan bölüm ise ince dişli şerit testere makinesinde alınmıştır (Şekil 2.14a ve Şekil 2.14b). Kalan 10 parçada da lamba yerleri şerit ve daire testere makinelerinde açılmıştır. Hazırlanan asimetrik lambalı zıvanalı deney örneklerine gönye yardımı ile parçalar arasında 90° lik açı oluşacak şekilde her parçanın yüzeyine fırça ile ortalama 150-220 g/mm² hesabına uygun miktarda tutkal sürülerek yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra örnekler mengene yardımıyla eşit sayıda döndürme yapılarak basınç sağlanmış ve sıkıştırılarak kurumaya bırakılmıştır. Örnekler, 20±2 °C sıcaklık, % 65±5 bağıl nem değerlerine sahip klimatize odasında bekletilmiştir.



Şekil 2.14 Zıvana kenarlarının alınması (a), zıvana ortasının alınması (b).

Çalışmada kullanılan tek lambalı kavelalı birleştirmenin görünüşüne ait örnek Şekil 2.15’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.15 Tek lambalı kavelalı birleştirme numunesi (ölçüler mm).

İstenilen boyutlara (250 x 80 x 42 mm) getirilen parçalardan *tek lambalı kavelalı* birleştirme oluşturmak için 20 adet parça seçilmiştir. Parçalardan 10 adet tek lambalı zıvanalı örnek oluşturulduktan sonra, birleşen bölümün orta yerinden matkap yardımıyla 10 mm çapında kavela deliği açılmıştır (Şekil 2.16a). Ayrıca 1200 mm uzunluğunda, 10 mm çapındaki kaveladan, 42 mm uzunluğunda ve 10 mm çapında 10 adet kavela hazırlanmıştır (Şekil 2.16b). Hazırlanan tek lambalı kavelalı deney örneklerine ve kavelalara her parçanın yüzeyine fırça ile ortalama 150-220 g/mm² hesabına uygun miktarda tutkal sürülmüştür. Tutkallanan kavela çekiç yardımıyla yuvasına yerleştirilmiştir (Şekil 2.16c). Daha sonra örnekler mengene yardımıyla eşit sayıda döndürme yapılarak basınç sağlanmış ve sıkıştırılarak kurumaya bırakılmıştır. Örnekler, 20±2 °C sıcaklık, % 65±5 bağıl nem değerlerine sahip klimatize odasında bekletilmiştir.



a

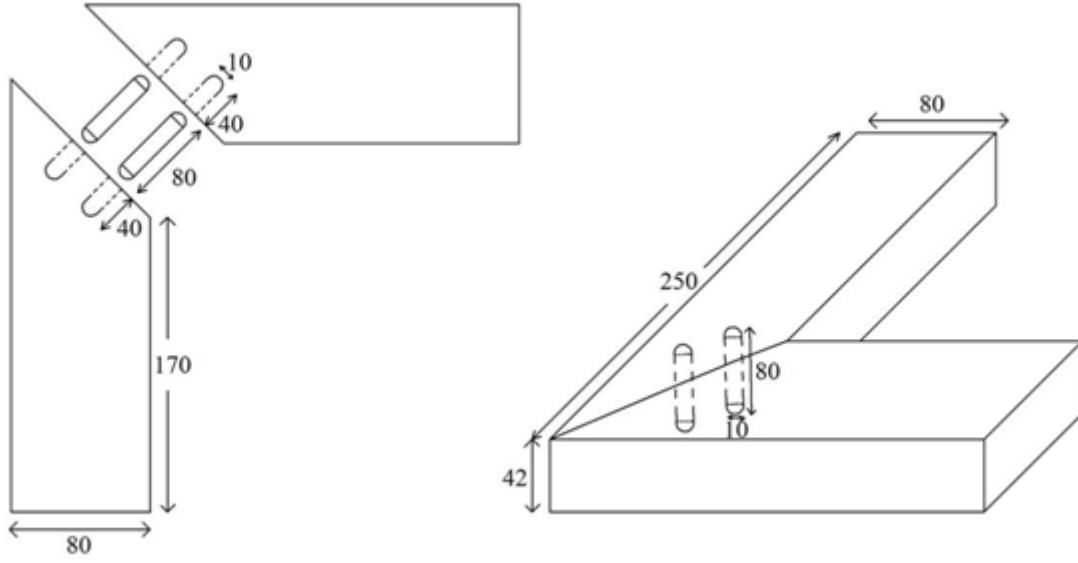
b



c

Şekil 2.16 Kavela deliği açma (a), kavela örneği (b), kavelanın yuvasına yerleştirilmesi (c).

Çalışmada kullanılan gönyeburun kavelalı birleştirmenin görünüşüne ait örnek Şekil 2.17’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.17 Gönyeburun kavelalı birleştirme numunesi (ölçüler mm).

İstenilen boyutlara (250 x 80 x 42 mm) getirilen parçalardan *gönyeburun kavelalı* birleştirme oluşturmak için 20 adet parça seçilmiştir. 20 adet parça baş kesme makinesinde 45°'lik açı ile kesilerek gönyeburun hale getirilmiştir (Şekil 2.18a). Daha sonra her bir parçaya planya makinesinin kenarına takılan 10 mm çapındaki matkap ucuyla 40 mm derinliğinde ikişer adet kavela deliği açılmıştır (Şekil 2.18b). 80 mm uzunluğunda, 10 mm çapında kavelalar hazırlanmıştır (Şekil 2.18c). Hazırlanan tek lambalı kavelalı deney örneklerine ve kavelalara her parçanın yüzeyine fırça ile ortalama 150-220 g/mm² hesabına uygun miktarda tutkal sürülmüştür. Tutkallanan kavelalar her bir parçaya 40 mm girecek şekilde yuvalarına yerleştirilmiştir (Şekil 2.18d). Daha sonra örneklere mengene yardımıyla eşit sayıda döndürme yapılarak basınç sağlanmış ve sıkıştırılarak kurumaya bırakılmıştır. Örnekler, 20±2 °C sıcaklık, % 65±5 bağıl nem değerlerine sahip klimatize odasında bekletilmiştir.



a



b



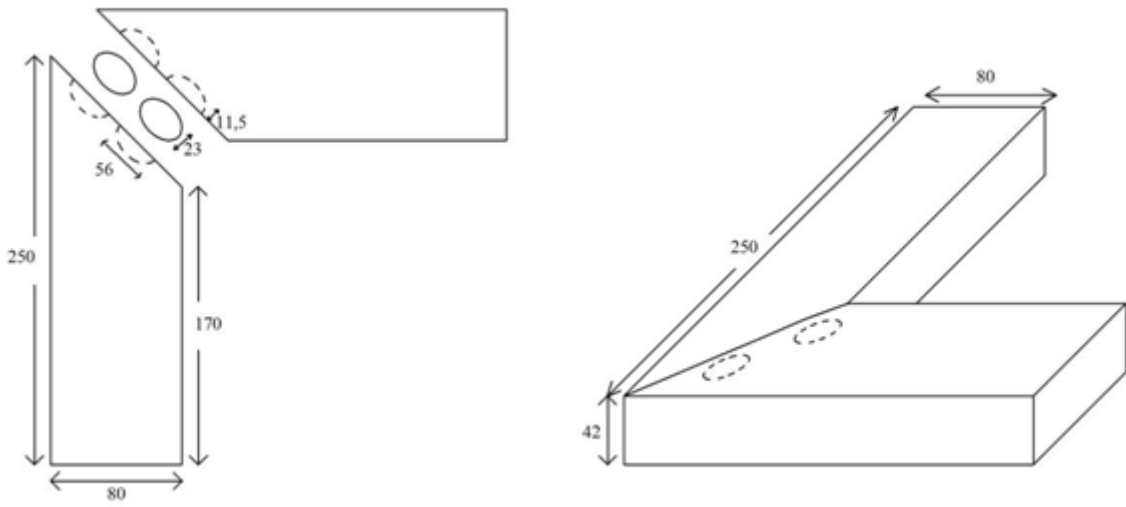
c



d

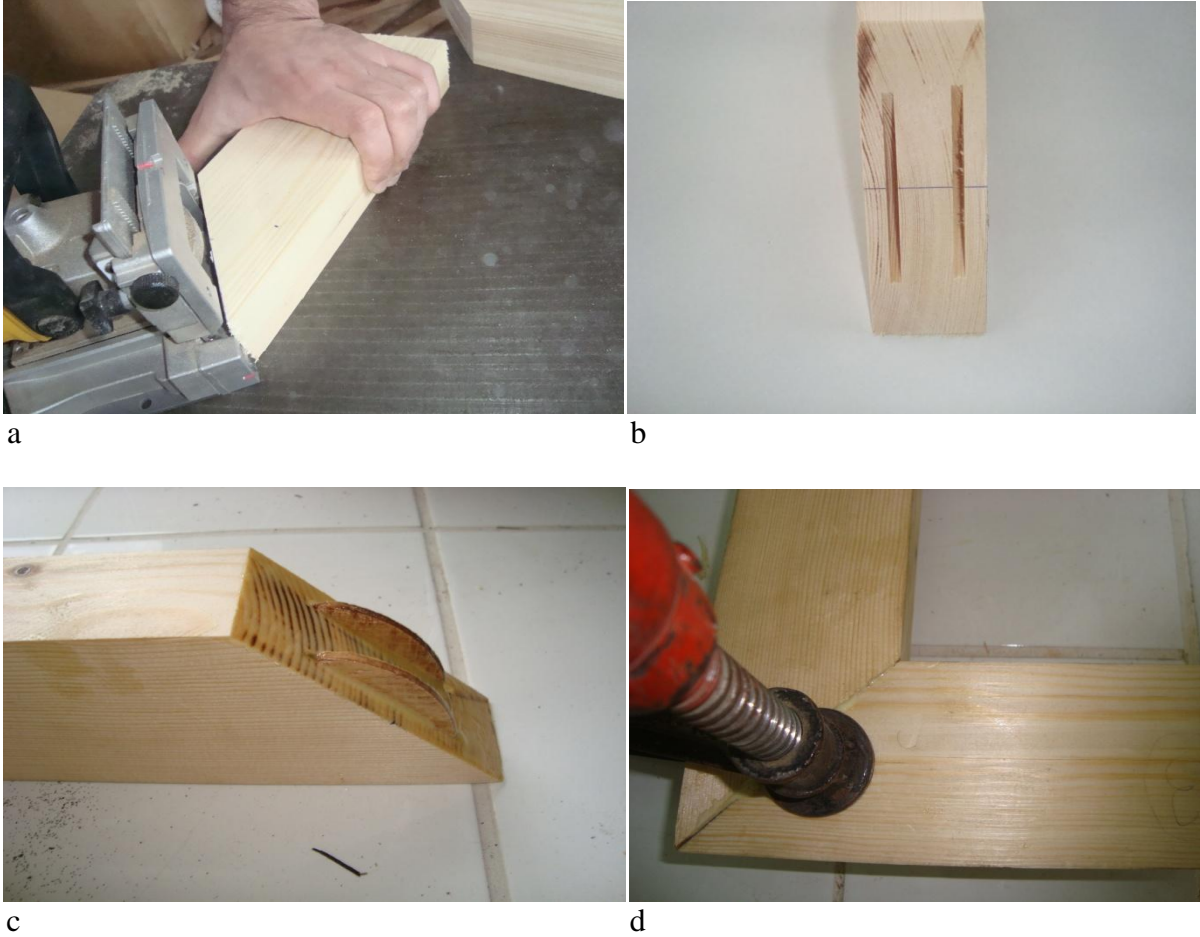
Şekil 2.18 Baş kesme işlemi (a), kavala deliği açma (b), kavala örneği (c), yuvasına yerleştirilmiş kavala (d).

Çalışmada kullanılan bisküvili birleştirmenin görünüşüne ait örnek Şekil 2.19’ da gösterilmiştir.



Şekil 2.19 Bisküvili birleştirme numunesi (ölçüler mm).

İstenilen boyutlara (250 x 80 x 42 mm) getirilen parçalardan *bisküvili* birleştirme oluşturmak için 20 adet parça seçilmiştir. 20 adet parça baş kesme makinesinde 45° 'lik açı ile kesilerek gönyeburun hale getirilmiştir. Daha sonra kesilen parçalara bisküvi yeri açma makinesinde bisküvi bağlantı yerleri açılmıştır (Şekil 2.20a ve Şekil 2.20b). Hazırlanan bisküvili birleştirme deney örneklerine ve bisküvi bağlantı elemanlarında her parçanın yüzeyine fırça ile ortalama 150-220 g/mm² hesabına uygun miktarda tutkal sürülmüştür. Tutkallanan bisküvi bağlantı elemanları yuvalarına yerleştirilmiştir (Şekil 2.20c). Daha sonra örnekler mengene yardımıyla eşit sayıda döndürme yapılarak basınç sağlanmış ve sıkıştırılarak kurumaya bırakılmıştır (Şekil 2.20d). Örnekler, 20±2 °C sıcaklık, % 65±5 bağıl nem değerlerine sahip klimatize odasında bekletilmiştir.



Şekil 2.20 Bisküvi bağlantı elemanı yeri açma (a), bisküvi bağlantı yeri görüntüsü (b), yuvasına yerleştirilmiş bisküvi elemanı (c), sıkıştırma işlemi (d).

2.2.2 Deney Düzenegi

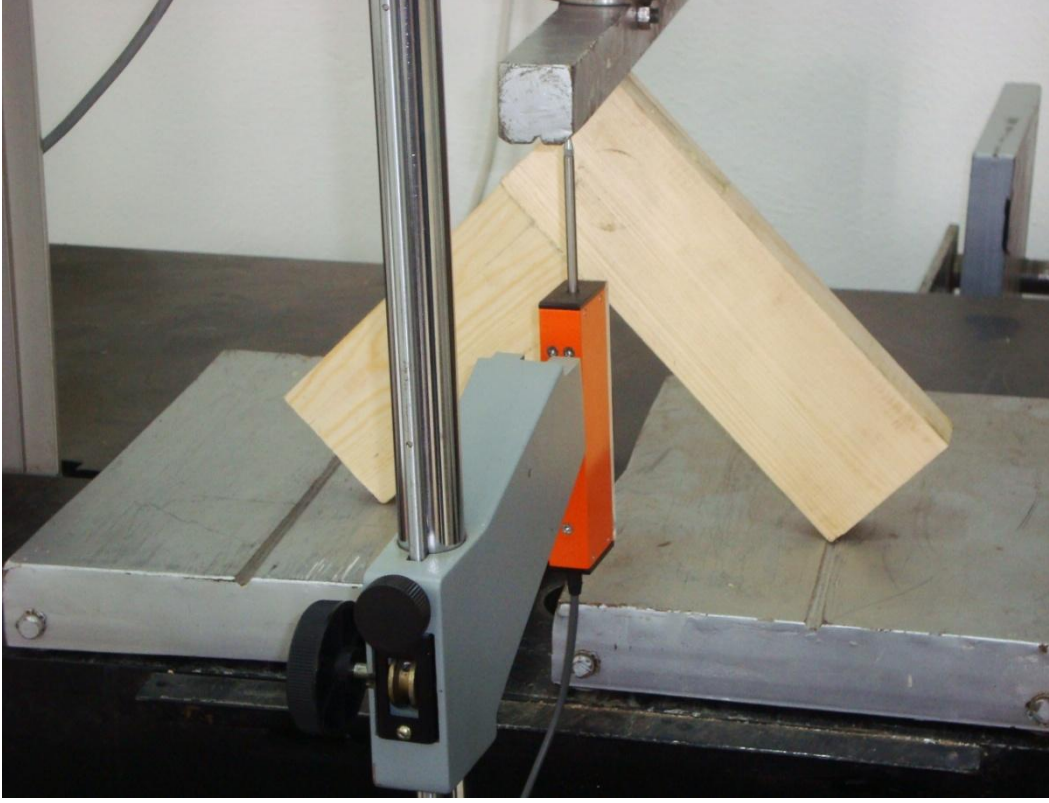
Diyagonal basınç ve çekme deneylerinin uygulanmasında ortalama 6 mm/dakika yükleme hızı uygulanmış ve yük-deformasyon (stres-strain) ve maksimum yük miktarları belirlenmiştir. Deneyler için Bartın Üniversitesi, Bartın Orman Fakültesi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Laboratuvarına ait 10.000 kg kapasiteli Universal Test Cihazı kullanılmıştır.

Diyagonal basınç deneylerinde, deney örneğinin sabit kalması için zemine bir levha yerleştirilmiş ve bu levhada işkence yardımıyla sıkıştırılmıştır (Şekil 2.21). Basınç deneylerinin uygulanmasında kuvvetin birleşme yüzeyine dik tesir etmesine özen gösterilmiştir ve bunun için de deney örneği gönye yardımıyla 90° durumuna getirilmiştir.



Şekil 2.21 Diyagonal basınç deneyi düzenegi.

Diyagonal çekme deneylerinde sürtünmeyi en aza indirmek amacıyla deney örneklerinin altına birbirinden bağımsız bilyeli deney düzenekleri yerleştirilmiştir (Şekil 2.22). Çekme deneylerinin uygulanmasında kuvvetin birleşme yüzeyine dik tesir etmesine özen gösterilmiştir ve bunun içinde deney örneği gönye yardımıyla 90° durumuna getirilmiştir.

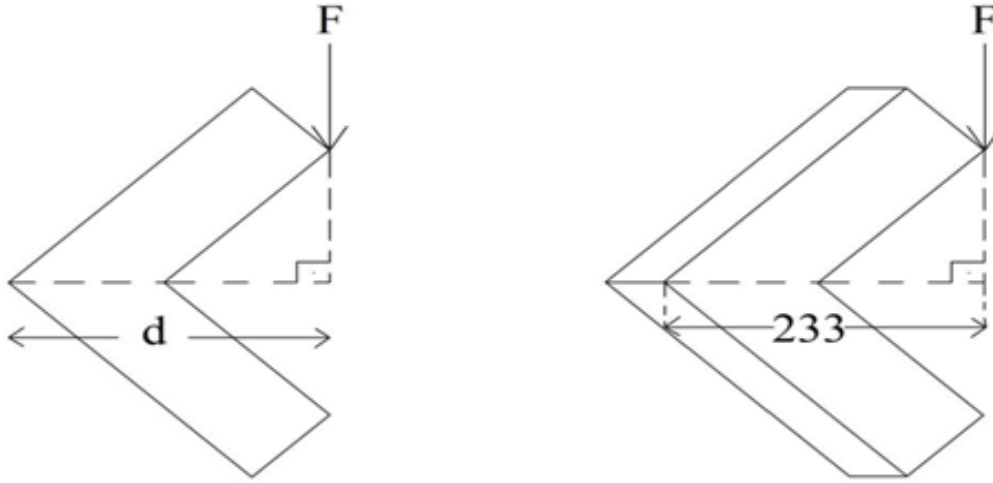


Şekil 2.22 Diyagonal çekme deneyi düzeneği.

2.2.3 Gerilme Analizleri

2.2.3.1 Diyagonal Basınç Gerilmesi Analizleri

Deney aşamasında Universal Test Makinesi'nden elde edilen veriler kuvvet (N) cinsinden kayıt edilmiştir. Kayıt edilen kuvvet değerleri ile basınç moment gerilmesi sonuçları elde edilmiştir. Basınç momenti hesaplamalarında kullanılan iki ve üç boyutlu deney düzenekleri Şekil 2.23' de gösterilmiştir.



Şekil 2.23 Diyagonal basınç deneylerinde kuvvet uygulama noktaları (ölçüler mm).

Basınç momenti değeri (M) Eşitlik 2.1' deki formüle göre hesaplanır.

$$M = F * d \text{ (N.mm)} \quad (2.1)$$

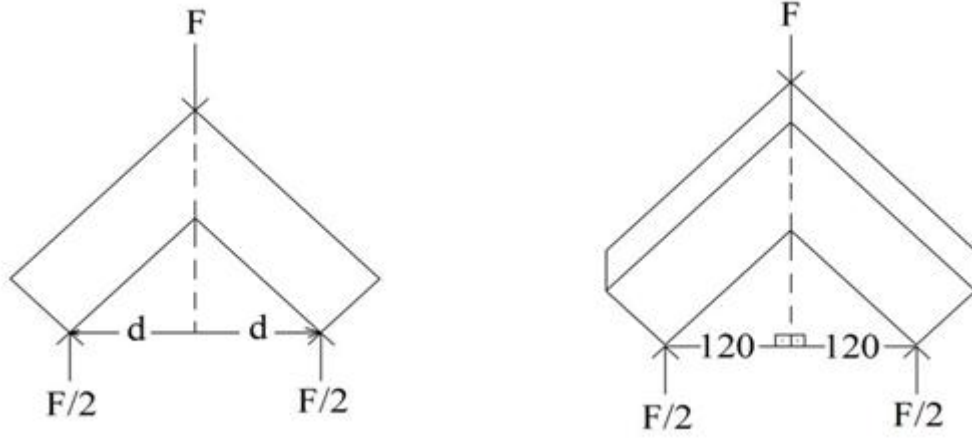
M = Basınç momenti (N.mm)

F = Uygulanan kuvvet (N)

d = Kuvvet kolu (mm)

2.2.3.2 Diyagonal Çekme Gerilmesi Analizleri

Deney aşamasında Universal Test Makinesinden elde edilen veriler Kuvvet (N) cinsinden kayıt edilmiştir. Kayıt edilen kuvvet değerleri ile çekme moment gerilmesi sonuçları elde edilmiştir. Çekme momenti hesaplamalarında kullanılan iki ve üç boyutlu deney düzeneği Şekil 2.24' de gösterilmiştir.



Şekil 2.24 Diyagonal çekme deneylerinde kuvvet uygulama noktaları (ölçüler mm).

Çekme momenti değeri (M) Eşitlik 2.2' deki formüle göre hesaplanır.

$$M = F/2 * d \text{ (N.mm)} \quad (2.2)$$

M = Çekme momenti (N.mm)

F = Uygulanan kuvvet (N)

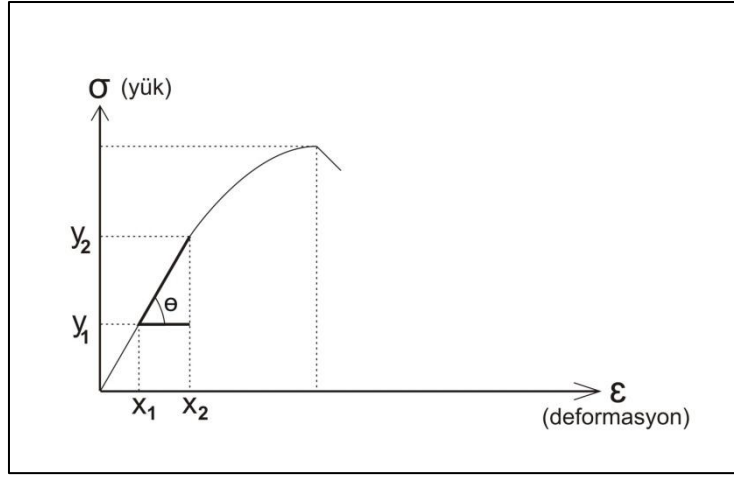
d = Kuvvet kolu (mm)

2.2.3.3 Yük-Deformasyon Analizleri

Deney aşamasında birleştirme türlerine göre elde edilen maksimum ortalama kuvvet değerleri ile TEXTBOX-1001 data logger cihazından okunan deformasyon değerleri kaydedilerek, yük-deformasyon grafikleri oluşturulmuştur.

2.2.3.4 Birleştirme Yeri Sertlik Analizi

Köşe birleştirmelerinin sertliği (kararlılığı) açısından kıyaslanma yapıldığında, yük-deformasyon grafiğinde elastik bölgedeki doğrusal limitin oranından sertlik değerleri elde edilmiştir (Şekil 2.25).



Şekil 2.25 Yük-deformasyon grafiğinde birleştirme yeri sertliği.

Sertlik değeri (θ) Eşitlik 2.3' deki formüle göre hesaplanır.

$$\theta = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad \text{N/mm} \quad (2.3)$$

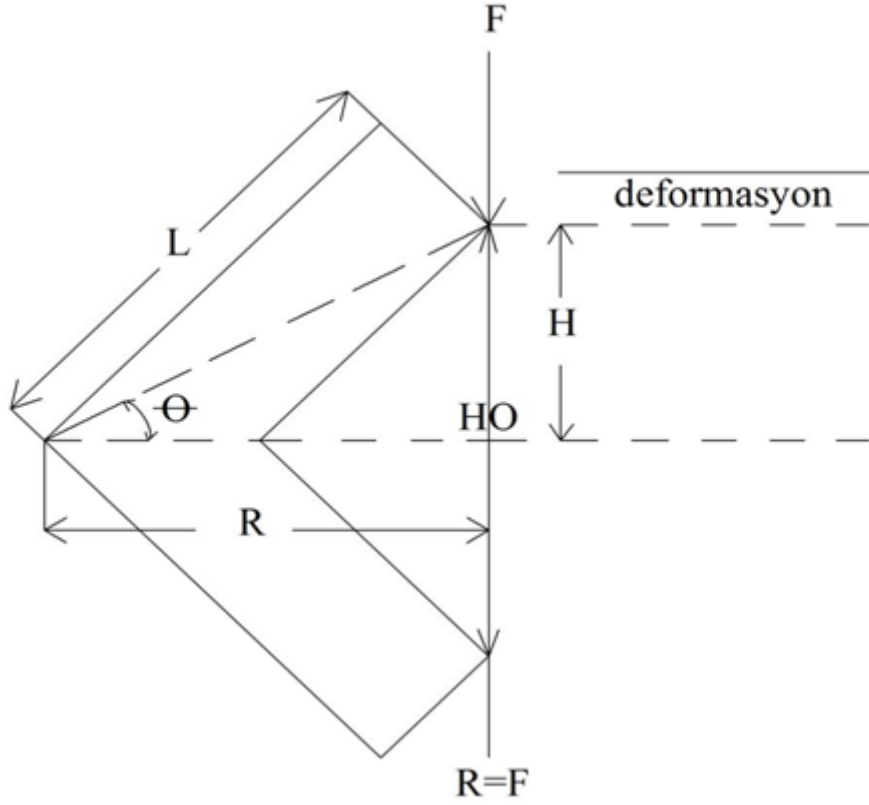
θ : Birleştirmenin sertliği (N/mm)

$y_2 - y_1$: Yükler arasındaki fark (N)

$x_2 - x_1$: Deformasyonlar arasındaki fark (mm)

2.2.3.5 Basınç Direncinde Birleştirme Yeri Rotasyon Analizi

Köşe birleştirme analizlerinde, birleştirme yerinde meydana gelen deformasyonlar ve sonucundaki yıkımları tayin etmek için, kullanım alanında belli bir yüke maruz kalan ağaç malzeme belli miktarda yüke karşı dönme hareketi göstermektedir (Şekil 2.26).



Şekil 2.26 Basınç direncinde rotasyon miktarının hesaplanması.

Bu birleştirme yerlerindeki dönme hareketinin bir sonucu olan rotasyon miktarını tespit etmek için aşağıdaki formül kullanılmıştır (Eşitlik 2.4).

Rotasyon miktarı;

$$R^2 = L^2 - H^2 \quad (2.4)$$

$$\theta = \sin^{-1} \frac{H}{L}$$

$$H = H_0 - \text{deformasyon}$$

$$\text{Rotasyon} = 90 - 2 * \theta$$

BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

Denemelerde elde edilen bulgular basınç deneyi, çekme deneyi, sertlik ve rotasyon analizi olarak 4 başlık altında incelenecektir.

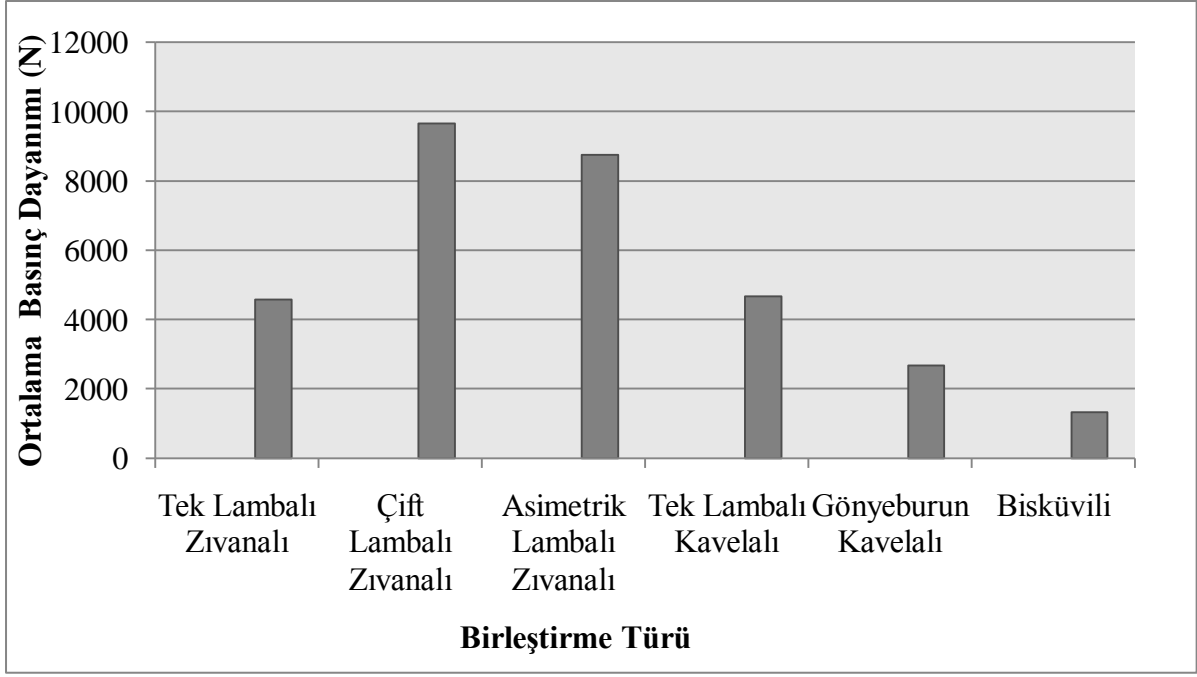
3.1 DİYAGONAL BASINÇ DENEYİ

Denemelerde sonucunda elde edilen basınç dirençleri ve basınç momentleri analizlerine ait ortalama değerler Çizelge 3.1’ de gösterilmiştir.

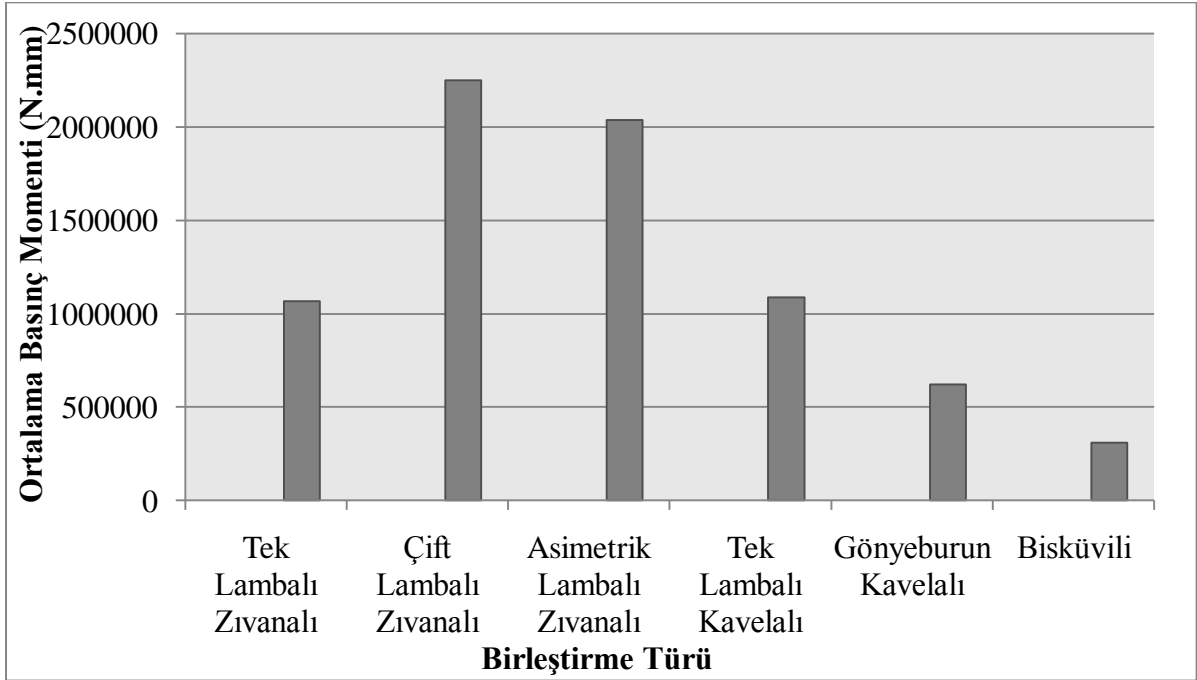
Çizelge 3.1 Diyagonal basınç gerilmelerine ait ortalama direnç değerleri.

Birleştirme Türü	Ortalama Maksimum Direnç (N)			Ortalama Maksimum Basınç Momenti (N.mm)	
	\bar{x}	$\pm s$	%v	\bar{x}	$\pm s$
Tek Lambalı Zıvanalı	4576	1143,9	24	1066208	266541
Çift Lambalı Zıvanalı	9650	1389,6	14	2248450	323782
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	8748	2144,1	24	2038284	499586
Tek Lambalı Kavelalı	4668	1393,5	29	1087644	324700
Gönyeburun Kavelalı	2666	455,9	17	621178	106234
Bisküvili	1326	464,3	35	308958	108196

Birleştirme türlerine göre basınç direncinin ve basınç momentinin ortalama değerleri Şekil 3.1 ve Şekil 3.2’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Diyagonal basınç deneyinde birleştirme türleri ile ortalama basınç dayanımlarının karşılaştırılması.



Şekil 3.2 Diyagonal basınç deneyinde birleştirme türleri ile ortalama basınç momentlerinin karşılaştırılması.

Sarıçam ve poliüretan tutkalları kullanılarak imal edilen köşe birleştirme çeşitlerinde, basınç dayanımı açısından en yüksek değeri çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri, en düşük

değeri ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir. Çift lambalı zıvanalı deney örnekleri, bisküvili deney örneklerine göre % 89 oranında daha fazla basınç direnci göstermiştir.

Hanson vd. (1995), plaka yâda bisküvi güçlendirmelerin daha ağır mimari ve ağaç isleri yapılarında kullanılıp kullanılmayacağını araştırmıştır. 6 numara (85 x 30 x 4 mm) ahşap bisküvilerle yapılmış birleştirmelerin güç ve sertliğini kıyaslamak için birçok örnek tasarlanıp test edilmiştir. Deney sonuçları, bisküvi birleştirmelerin, lamba zıvanalı birleştirmelerle aynı direnci gösterdiğini tespit etmiştir. Bu çalışmada elde edilen değerlere göre, çift lambalı zıvanalı birleştirme basınç momenti değeri, 20 numara bisküvi (56 x 23 x 4 mm) kullanılarak oluşturulan bisküvili birleştirme basınç momenti değerine göre % 86 oranında daha fazladır. Bunun nedeni çift lambalı zıvanalı birleştirme tiplerinin tutkal alanının daha fazla olması gösterilebilir. Ayrıca çift lambalı zıvanalı birleştirmelerin yüz kısmından, bisküvili birleştirmelerin enine kesitten tutkallanması çift lambalı zıvanalı birleştirmeleri daha dirençli yapmıştır. Çünkü enine kesitler tutkal penetrasyonu ve tutunma açısından yüzeye göre daha zayıftır. Tek lambalı zıvanalı birleştirme basınç momenti değeri ve asimetric lambalı zıvanalı basınç momenti değeri de, bisküvili birleştirme basınç momenti değerinden sırasıyla, % 71 ve % 85 oranında daha fazladır.

Birleştirme çeşitlerinde diyagonal basınç deneyleri sonucuna göre; en iyi direnci çift lambalı zıvanalı birleştirme, sonra sırasıyla; asimetric lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, gönyeburun kavelalı birleştirme, en zayıf direnci ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir.

Diyagonal basınç deneyi sonuçlarına göre, en yüksek direncin çift lambalı birleştirmede görülmesinin nedeni, çift lambalı zıvanalı birleştirme örneklerinde tutkal alanının fazlalığı ve böylece malzemenin birbirine daha iyi kenetlenmesi olabilir. Asimetric lambalı zıvanalı birleştirme de çift lambalı zıvanalı birleştirme ile homojenlik açısından aynı grup içerisinde yer almasına rağmen, çift lambalı zıvanalı birleştirmeye kıyasla % 10 oranında daha az direnç göstermiştir. Bunun nedeni, asimetric lambalı zıvanalı birleştirmenin genel yapısı itibari ile, lambasının bir yüzünün birleşme esnasında dışarıda kalması ve tutkal gücünden yararlanılamamasıdır.

Diyagonal basınç deneyi sonuçlarına göre, tek lambalı zıvanalı ve tek lambalı kavelalı birleştirme arasındaki ilişki değerlendirildiğinde, kavela takılan tek lambalı zıvanalı

birleştirme tek lambalı zıvanalı birleştirmeye kıyasla % 2 oranında daha fazla direnç göstermiştir. Bunun nedeni kavelanın, basınç deneyinde kuvvetin uygulanış yönü itibari ile malzemenin kırılmasını geciktirmesidir. Kavela eklenmesi işlemindeki maliyet ve işçilik düşünüldüğünde, % 2 oranındaki direnç için bu işlemler doğru bir tercih olmayacaktır.

Diyagonal basınç deneyi sonuçlarına göre, gönyeburun kavelalı birleştirme direnç değerleri, bisküvili birleştirme direnç değerlerine kıyasla % 51 oranında daha fazladır. Her iki birleştirmede enine kesitten tutkallanmasına rağmen birleştirme dirençleri arasındaki fark, kavelanın malzemeye girme derinliğinin, bisküvinin malzemeye girme derinliğinden fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Diyagonal basınç deneyi sonuçlarına göre, çift lambalı zıvanalı birleştirme direnç değeri, tek lambalı zıvanalı birleştirme direnç değerine kıyasla % 53 oranında daha fazladır. Birleştirmede açılan fazladan bir lamba, birleştirmeye % 53 oranında direnç artışı sağlamaktadır. Burada, çift lambalı zıvanalı birleştirmenin tutkal alanı, tek lambalı zıvanalı birleştirmenin tutkal alanının 2 katıdır ve çift lambalı birleştirmeye direnç artışı sağlayan bu alandır.

Birleştirme türlerinin diyagonal basınç dirençlerine ait basit varyans analizi sonuçları Çizelge 3.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Birleştirme türlerinin diyagonal basınç deneyine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-değeri	P<%5
Gruplar Arasında	5	2,702E8	5,405E7	33,033	0,000
Gruplar İçinde	24	3,927E7	1636130,000		
Toplam	29	3,095E8			

Basınç direncinin birleştirme türünün üzerine etkisinin $P<0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için elde edilen verilere Duncan Testi uygulanmıştır. Birleştirme türünün basınç direnci üzerine etkisine ait Duncan testi sonuçları ve türler arasındaki homojenlik analizi Çizelge 3.3' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3 Diyagonal basınç deneyinde birleştirme türleri arasındaki Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.

Birleştirme türü	\bar{x}	HG
Bisküvili	1,3260E3	A
Gönyeburun Kavelalı	2,6660E3	A
Tek Lambalı Zıvanalı	4,5760E3	B
Tek Lambalı Kavelalı	4,6680E3	B
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	8,6880E3	C
Çift Lambalı Zıvanalı	9,6500E3	C

HG = Homojenlik Grubu

Hazırlanan birleştirme çeşitlerinin basınç direncine ait Duncan Testi sonuçlarına göre, en düşük direnci bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir. Gönyeburun kavelalı birleştirmelerde bisküvili birleştirme örnekleri direncine yakın değer göstererek aynı grup içerisinde yer almıştır. En yüksek basınç direncini çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri

göstermiştir. Asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri de yüksek direnç göstererek, çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri ile aynı grup içerisinde yer almıştır.

3.1.1 Kırılma Tipleri

Kırılma tipleri bağlantının neden kırıldığı hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Bilimsel değerlendirme ve verilerin değerlendirmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kırılma Tipleri 2 tip sınıfta ele alınmıştır.

1. Tip : Birleşim yerinden (Tutkal hattından) kırılanlar
2. Tip : Hem odun hem de birleşim yerinden kırılanlar

Diyagonal basınç deneyinde görülen kırılma tipleri Şekil 3.3 – 3.17’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Diyagonal basınç deneyinde tek lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



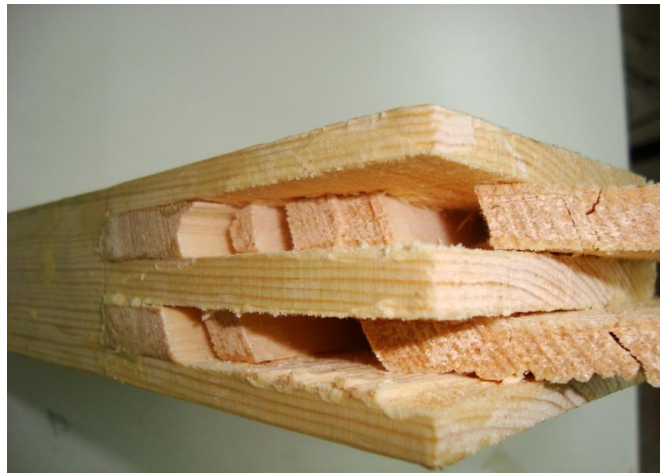
Şekil 3.4 Diyagonal basınç deneyinde tek lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.5 Diyagonal basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.6 Diyagonal basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



Şekil 3.7 Diyagonal basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.8 Diyagonal basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.9 Diyagonal basınç deneyinde asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



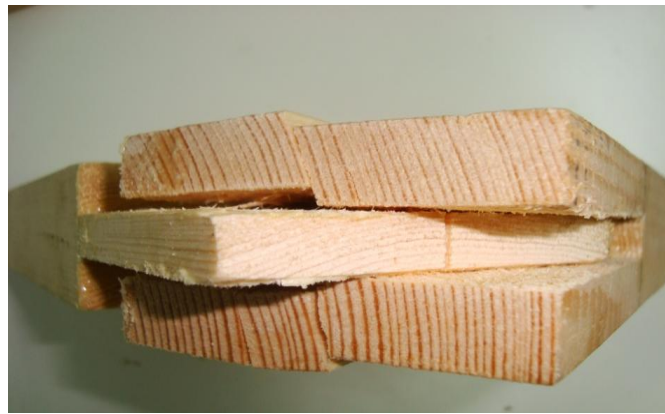
Şekil 3.10 Diyagonal basınç deneyinde asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



Şekil 3.11 Diagonal basınç deneyinde asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.12 Diagonal basınç deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.13 Diagonal basınç deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.14 Diagonal basınç deneyinde gönyeburun kavelalı birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



Şekil 3.15 Diagonal Basınç deneyinde gönyeburun kavelalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.16 Diagonal basınç deneyinde bisküvili birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



Şekil 3.17 Diyagonal basınç deneyinde bisküvili birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).

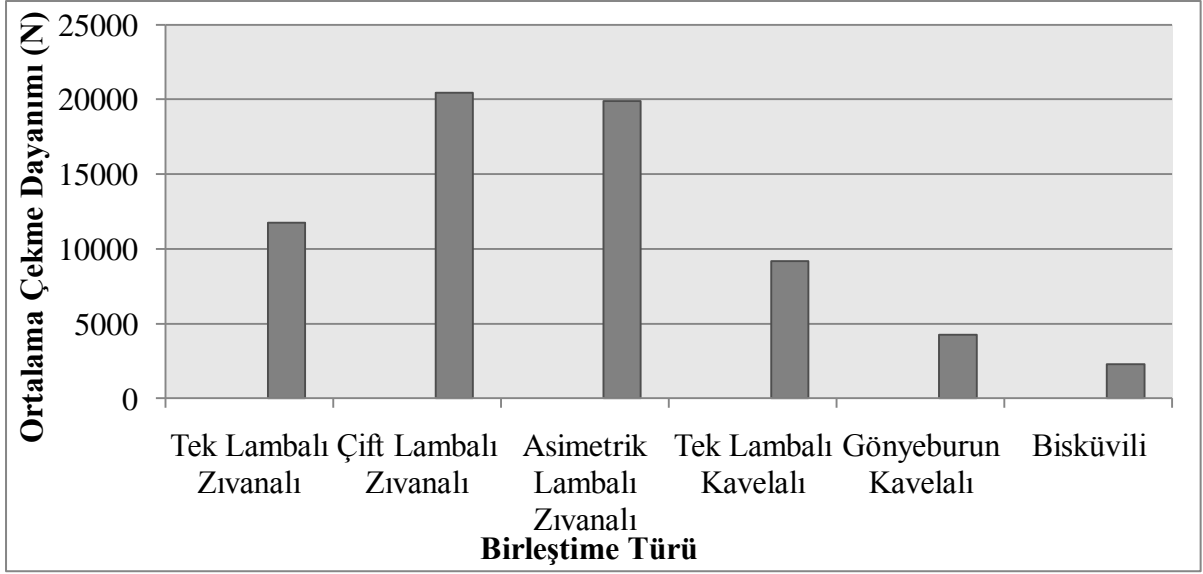
3.2 DİYAGONAL ÇEKME DENEYİ

Denemeler sonucunda elde edilen çekme dirençleri ve çekme momentleri analizlerine ait ortalama değerler Çizelge 3.4’ de gösterilmiştir.

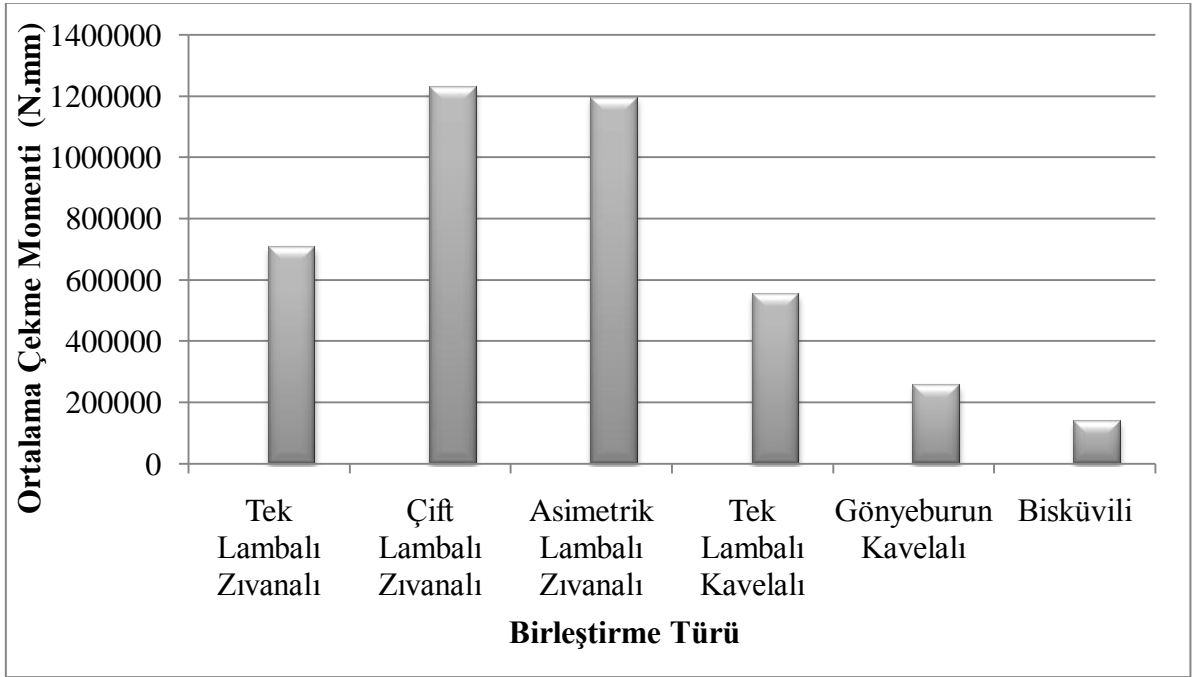
Çizelge 3.4 Diyagonal çekme gerilmelerine ait ortalama direnç değerleri.

Birleştirme Türü	Ortalama Maksimum Direnç (N)			Ortalama Maksimum Çekme Momenti (N.mm)	
	\bar{x}	$\pm s$	%v	\bar{x}	$\pm s$
Tek Lambalı Zıvanalı	11744	908	7	704640	5448
Çift Lambalı Zıvanalı	20448	2605,6	12	1226880	15633,6
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	19896	2304,3	11	1193760	13825,8
Tek Lambalı Kavelalı	9170	1467,9	16	550200	8807,4
Gönyeburun Kavelalı	4256	871,1	2	255360	5226,5
Bisküvili	2294	420,8	18	137640	2524,8

Birleştirme türlerine göre çekme dayanımının ve çekme momentinin ortalama değerleri Şekil 3.18 ve Şekil 3.19’ da gösterilmiştir.



Şekil 3.18 Birleştirme türlerinin ortalama çekme dayanımlarının karşılaştırılması.



Şekil 3.19 Birleştirme türlerinin ortalama çekme momentlerinin karşılaştırılması.

Sarıçam ve poliüretan tutkalı kullanılarak imal edilen köşe birleştirme türlerinde, çekme dayanımı açısından en yüksek değeri çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri, en düşük değeri ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir. Çift lambalı zıvanalı deney örnekleri, bisküvili deney örneklerine göre % 89 oranında daha fazla çekme direnci göstermiştir.

Birleştirme çeşidinde diyagonal çekme deneyleri sonucuna göre; en iyi direnci çift lambalı zıvanalı birleştirme, sonra sırasıyla; asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme, gönyeburun kavelalı birleştirme, en zayıf direnci ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir.

Diyagonal çekme deneyi sonuçlarına göre en yüksek direncin çift lambalı birleştirmede görülmesinin nedeni, çift lambalı zıvanalı birleştirme örneklerinde tutkal yüzey alanının fazlalığı ve böylece malzemenin birbirine daha iyi kenetlenmesi olabilir.

Gönyeburun kavelalı birleştirmenin, bisküvili birleştirmeye göre % 47 oranında daha dirençli çıkmasının sebebi, kavelanın bisküviye göre ağaç malzemeye girme derinliğinin fazla olmasıyla ilgilidir.

Tek lambalı kavelalı birleştirmeler, tek lambalı zıvanalı birleştirmelerden % 22 oranında daha düşük çekme direnci göstermiştir. Bunun sebebi olarak da, yıkım türlerinden de görüleceği üzere kavela birleştirme yerinde ağaç malzemede liflere paralel yönde maksimum kuvvet uygulanmakta ve ağaç malzemede bu yönde yıkımlar ortaya çıkmaktadır. Genel olarak ağaç malzemede liflere paralel yönde maksimum direncin düşük olması sebebiyle de tek lambalı kavelalı birleştirme türlerinde de direnç düşüşü olmaktadır.

Tokgöz vd. (2005) sarıçam, köknar, kestane ve toros sediri ile imal edilen, düz zıvanalı, düz zıvanalı-kavelalı, gizli zıvanalı, gizli zıvanalı-kavelalı köşe birleştirmelerin çekme kuvvetlerine karşı mukavemetlerini incelemişlerdir. Yapılan testler sonucunda, birleştirmelerde en büyük çekme mukavemetinin çam malzemede düz zıvanalı birleştirmede, en düşük çekme mukavemetinin ise kestane kullanıldığında düz zıvanalı birleştirmede olduğunu görmüşlerdir. Bu çalışmanın diyagonal çekme deneylerinde de tek lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirmeye göre % 22 oranında daha fazla çekme momenti göstermiştir.

Arslan vd.' ne (2006) göre; ahşap pencere kanatlarının alt ve üst köşe zıvanalı birleşimlerinde çekme dayanımı bakımından kavelalı birleşimlerin, kavelasız birleşimlerden daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Bu çalışmanın çekme deneylerinde, kavelasız zıvanalı birleştirme örnekleri, kavelalı birleştirme örneklerinden % 22 oranında daha yüksek çekme momenti göstermiştir.

Bisküvili ve gönyeburun kavelalı birleştirmeler diğer birleştirme türlerinden düşük direnç göstermesinin sebebi tutkal yüzeyi olarak enine kesitler kullanılmasıdır. Çünkü enine kesitler tutkal penetrasyonu ve tutunma açısından yüze göre daha zayıftır. Zıvanalı birleştirme türlerinde ise, tutkallama ağaç malzemenin yüz kısımlarında gerçekteştiğinden dolayı daha yüksek direnç değerleri elde edilmiştir.

Richards' a (1962) göre; çekme ve basınç elemanlarından oluşan çoklu zıvanalı ve parmak köşe birleştirmelerin aynı biçimdeki kavelalı birleştirmelere göre 2 ile 4 kat daha fazla dirençli olacağı ifade edilmiştir. Bu çalışmada hazırlanan tek lambalı kavelalı birleştirme örnekleri, tek lambalı zıvanalı birleştirme örneklerine göre basınç deneylerinde daha yüksek direnç gösterirken çekme deneylerinde daha düşük direnç göstermiştir. Bunun nedeni çekme ve basınç deneylerinde kuvvetin uygulanma noktası olabilir. Yani, basınç deneyinde kavela birleştirmeye artı direnç sağlayabilirken, çekme deneyinde uygulanan kuvvetin yönü kavelanın yuvasından çıkmasına neden olarak birleştirmeye artı bir direnç sağlayamamış olabilir.

Altınok ve diğerleri (2009) tek ve çift zıvanalı ahşap doğrama köşe birleştirmelerinde ağaç türü, tutkal çeşidi ve presleme yönünün diyagonal çekme performansına etkilerini araştırmışlardır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky) ve Uludağ göknarı (*Abies Bormülleriana*) odunlarından tek ve çift zıvanalı köşe birleştirmeleri hazırlanmışlardır. Birleştirmelerin yapıştırılmasında PVAc-D3 ve PVAc-D4 tutkalları kullanılmış, birleşme noktalarını, kenardan ve kenar+yüzeyden preslemişlerdir. Sonuç olarak, diyagonal çekme performansı en yüksek PVAc-D4 tutkalı ile kenar ve yüzeyden preslenerek yapıştırılan çift zıvanalı sarıçam örneklerde, en düşük ise PVAc-D3 tutkalı ile kenardan preslenerek yapıştırılan tek zıvanalı Uludağ göknarı örneklerde belirlemişlerdir. Bu çalışmada da diyagonal çekme deneyi sonuçlarına göre çift lambalı zıvanalı birleştirme çekme momenti değeri, tek lambalı zıvanalı birleştirme çekme momenti değerine göre % 43 oranında daha yüksektir. Bunun nedeni çift lambalı zıvanalı birleştirme örneklerinde tutkal alanının fazlalığı ve bundan dolayı malzemenin birbirine daha iyi kenetlenmesidir.

Gökdemir ve Yıldız' a (2001) göre; “Farklı Kerestelerle PVA Tutkalı ile Yapılan Birleştirmelerde Basınç Altında Çekme Deneyi Üzerine Bir Çalışma” adlı makalesinde deney numuneleri için doğrama ve mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılan kestane, çam ve

kavak keresteleri kullanmış ve çam kerestesinin, kavak ve kestane kerestelerinden daha fazla çekme dayanımı gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Yıldız ve Çavuş (2008) “Kapı Köşe Birleşimlerinde Çekme Dayanımı ile Kereste Türü Arasındaki İlişkinin Analizi” adlı makalesinde, ahşap kapı üst sereninde uygulanan zıvanalı birleştirmelerin çekme dayanımı ile malzeme türü arasındaki ilişkiyi belirlemeye çalışmışlardır. Ahşap kapı üst sereni birleşim yerleri deney örneklerinin üretilmesinde, Batı Karadeniz yöresine ait ikinci sınıf kavak, kestane ve çam kerestesi kullanmışlardır. Her bir kereste türü için 30 adet zıvanalı 90° köşe birleşim yapmışlardır. Sonuç olarak ahşap kapı üst sereni köşe birleşimlerinin çekme dayanımı bakımından çam kerestesinin kavak ve kestane kerestelerinden daha iyi performans sergilediğini görmüşlerdir. Sonraki çalışmalar için, bu tezde kullanılan sarıçam odunu çekme dayanımı açısından, kavak ve kestane gibi türler ile karşılaştırılabilir.

Tekin’ e (2000) göre; meşe, sarıçam ve doğu kayını ağaçlarında şerit testere, daire testere ve freze makinelerinde zıvanalar açılmış, açılan bu zıvanalar PVAc ve Desmodur-VTKA tutkalları ile yapıştırılmıştır. Yapılan diyagonal çekme ve basınç deneyleri sonucunda; en yüksek çekme ve basınç dirençlerinin freze makinesinde açılmış PVAc tutkalı ile yapıştırılmış olan kayın ağacında olduğu belirlenmiştir. En düşük çekme ve basınç dirençlerinin ise şerit testere makinesinde açılmış Desmodur-VTKA tutkalı kullanılan sarıçam ağacında olduğu belirlenmiştir. Sonraki çalışmalar için, bu tezde kullanılan sarıçam odununun, kayın ve meşe gibi türler ile diyagonal basınç ve diyagonal çekme direnç farkları karşılaştırılabilir.

Sarıçam ve poliüreatan tutkalı kullanılarak oluşturulan köşe birleştirme konstrüksiyonun da uygulanan tek lambalı, çift lambalı, asimetrik lambalı zıvanalı, tek lambalı kavelalı, gönyeburun kavelalı ve bisküvili birleştirme tekniklerinin diyagonal basınç ve çekme deneylerinin sonuçlarına göre; basınç dirençlerine karşı çekme dirençleri yaklaşık 2 kat oranında daha iyi performans göstermiştir. Çizelge 2.1’ den de görüleceği üzere sarıçam odununun çekme direnci 104 N/mm iken, basınç direnci 5,5 N/mm’ dir. Bu veri, çekme deneyinde birleştirmelerin yüksek direnç göstermesini sağlamış olabilir. Ayrıca, diyagonal çekme deney düzeneğinden ve diyagonal basınç deney düzeneğinden anlaşılacağı üzere, birleştirme, çekme deneyinde tabanda iki köşeden uygulanan kuvvete karşı koyarken, basınç deneyinde tabanda bir köşeden uygulanan kuvvete karşı koymaktadır. Bu yüzden,

malzemenin konumu çekme deneylerinin basınç deneylerine kıyasla yüksek direnç göstermesinde etken olmuş olabilir.

Birleştirme türlerinin çekme dirençlerine ait basit varyans analizi sonuçları Çizelge 3.5’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.5 Birleştirme türlerinin diyagonal çekme deneyine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-değeri	P < %5
Gruplar Arasında	5	1,465E9	2,930E8	109,789	0,000
Gruplar İçinde	24	6,406E7	2669081,667		
Toplam	29	1,529E9			

Çekme direncinin birleştirme türünü üzerine etkisinin $P < 0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için elde edilen verilere Duncan Testi uygulanmıştır. Birleştirme türünün çekme direnci üzerine etkisine ait Duncan testi sonuçları ve türler arasındaki homojenlik analizi Çizelge 3.6’ da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6 Diyagonal çekme deneyinde birleştirme türleri arasındaki Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.

Birleştirme türü	\bar{x}	HG
Bisküvili	2,2940E3	A
Gönyeburun Kavelalı	4,2560E3	A
Tek Lambalı Kavelalı	9,1700E3	B
Tek Lambalı Zıvanalı	1,1744E4	C
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	1,9896E4	D
Çift Lambalı Zıvanalı	2,0448E4	D

HG = Homojenlik Grubu

Hazırlanan birleştirme çeşitlerinin çekme direncine ait Duncan Testi sonuçlarına göre, en düşük direnci bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir. Gönyeburun kavelalı birleştirmelerde bisküvili birleştirme örnekleri direncine yakın değer göstererek aynı grup içerisinde yer almıştır. En yüksek çekme direncini çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri göstermiştir. Asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri de yüksek direnç göstererek, çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri ile aynı grup içerisinde yer almıştır.

3.2.1 Kırılma Tipleri

Kırılma tipleri bağlantının neden kırıldığı hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Bilimsel değerlendirme ve verilerin değerlendirmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Kırılma Tipleri 2 tip sınıfta ele alınmıştır.

1. Tip : Birleşim yerinden (Tutkal hattından) kırılanlar
2. Tip : Hem odun hem de birleşim yerinden kırılanlar

Diyagonal çekme deneyinde görülen kırılma tipleri Şekil 3.20 – 3.27’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.20 Diyagonal çekme deneyinde tek lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



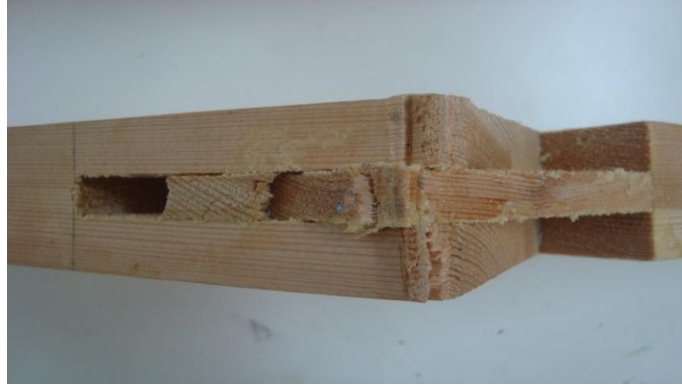
Şekil 3.21 Diyagonal çekme deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



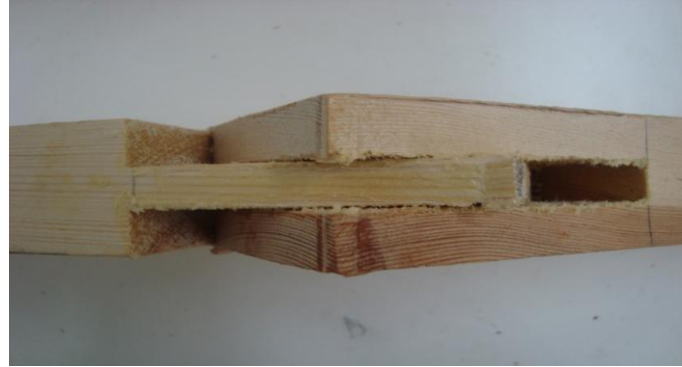
Şekil 3.22 Diyagonal çekme deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.23 Diyagonal çekme deneyinde asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



Şekil 3.24 Diyagonal çekme deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme türü kırılma tipi (2.tip).



Şekil 3.25 Diyagonal çekme deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



Şekil 3.26 Diyagonal çekme deneyinde gönyeburun kavelalı birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).



Şekil 3.27 Diyagonal çekme deneyinde bisküvili birleştirme türü kırılma tipi (1.tip).

3.3 BİRLEŞTİRME YERİ SERTLİK ANALİZİ

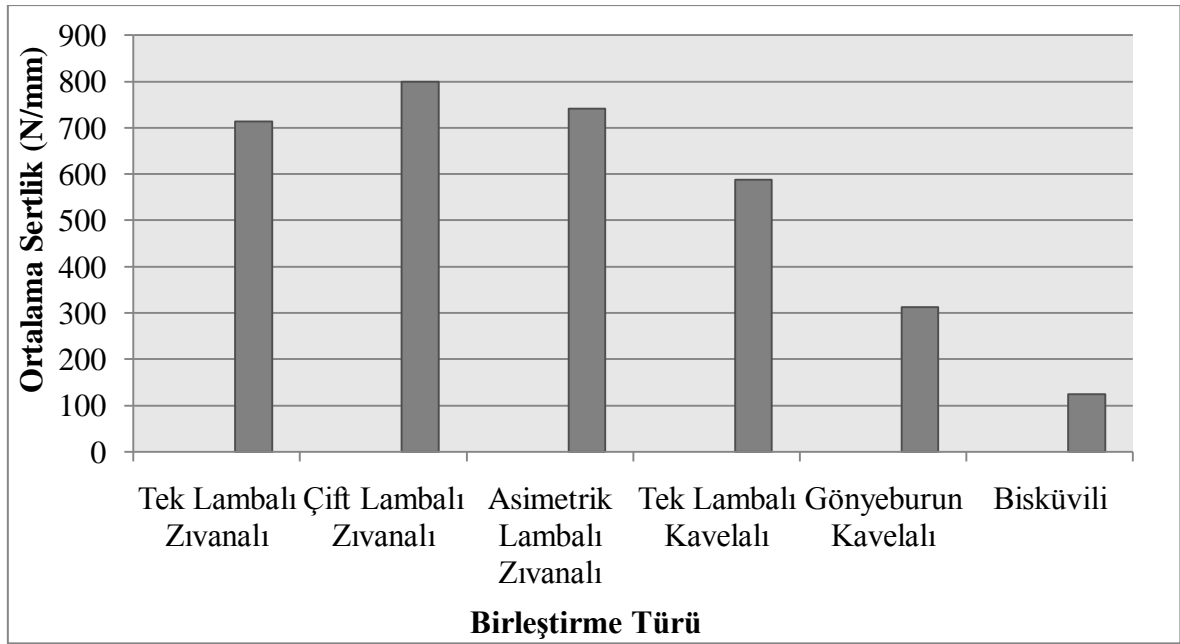
3.3.1 Basınç Yükü Altında Birleştirme Yeri Sertlik Analizi

Basınç deneyinde elde edilen ortalama sertlik değerleri Çizelge 3.7' de gösterilmiştir..

Çizelge 3.7 Diyagonal basınç deneyinde elde edilen ortalama sertlik değerleri.

Birleştirme Türü	Ortalama Sertlik (N/mm)
Tek Lambalı Zıvanalı	714,2
Çift Lambalı Zıvanalı	800
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	740,7
Tek Lambalı Kavelalı	588,2
Gönyeburun Kavelalı	312,5
Bisküvili	125

Birleştirme türlerinin basınç deneylerinde elde edilen ortalama sertlik değerleri Şekil 3.28’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.28 Diyagonal basınç deneyinde ortalama sertlik değerleri.

Diyagonal basınç deneylerinde elde edilen yük-deformasyon grafiklerinden hesaplanan sertlik değerine ilişkin olarak, en yüksek sertlik değeri çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri gösterirken, en düşük değerler bisküvili birleştirme deney örneklerinde gözlemlenmiştir. Çift lambalı zıvanalı deney örnekleri, bisküvili deney örneklerine göre % 88 oranında daha fazla sertlik değeri göstermiştir. Birleştirmelerin, basınç direnci ve basınç deneyi sertliği arasındaki ilişkiden de görüleceği üzere, birleştirmenin direnci arttıkça sertlik değeri de artar. Çift

lambalı zıvanalı ile bisküvili birleştirme arasındaki % 88 oranındaki basınç direnci farkı, aynı oranda sertlik değerine de yansımıştır.

Basınç deneyi birleştirme yeri sertlik değerlerine göre; en yüksek değeri çift lambalı zıvanalı birleştirme, sonra sırasıyla; asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme, gönyeburun kavelalı birleştirme, en düşük değeri ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir.

Birleştirme türlerinin basınç deneyi esnasında sertlik değerlerine ait basit varyans analizi Çizelge 3.8' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.8 Birleştirme türlerinin diyagonal basınç deneyi sertliğine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-değeri	P < %5
Gruplar Arasında	5	1821201,900	364240,380	463,737	0,000
Gruplar İçinde	24	18850,712	785,446		
Toplam	29	1840052,612			

Birleştirme türlerinin basınç direnci sertliği üzerine etkisi $P < 0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için elde edilen verilere Duncan Testi uygulanmıştır. Birleştirme türlerinin basınç direnci sertliği üzerine etkisine ait Duncan testi sonuçları ve birleştirme türleri arasındaki homojenlik analizi Çizelge 3.9' da gösterilmiştir.

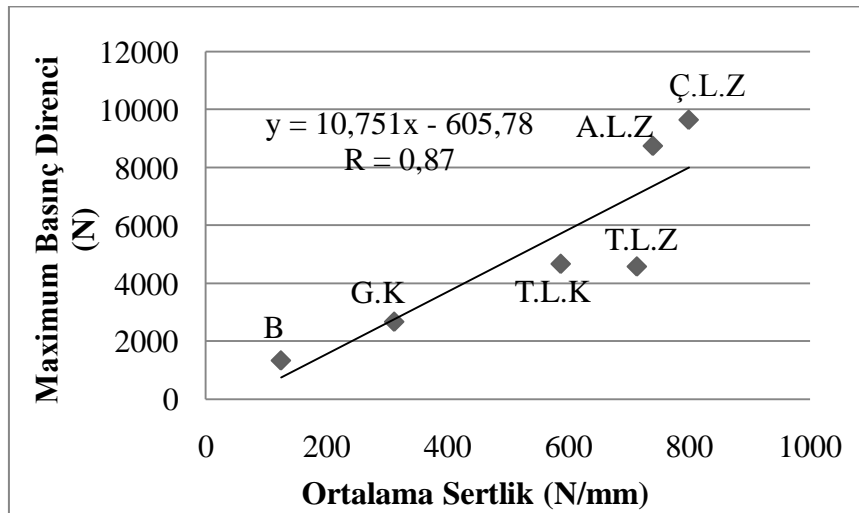
Çizelge 3.9 Birleştirme türlerinin diyagonal basınç deneyi sertliğine ait Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.

Birleştirme Türü	\bar{x}	HG
Bisküvili	1,2500E2	A
Gönyeburun Kavelalı	3,1250E2	B
Tek Lambalı Kavelalı	5,8820E2	C
Tek Lambalı Zıvanalı	7,1420E2	D
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	7,4066E2	D
Çift Lambalı Zıvanalı	8,0000E2	E

HG = Homojenlik Grubu

Hazırlanan birleştirme çeşitlerinin basınç direnci sertliğine ait Duncan Testi sonuçlarına göre, en düşük sertlik değerini bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir. En yüksek sertlik değerini çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri göstermiştir. Tek lambalı zıvanalı birleştirme sertlik değeri ile asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme değeri arasında homojenlik açısından bir fark yoktur.

Maksimum basınç dirençleri ve ortalama sertlik değerlerine ilişkin grafik Şekil 3.29 ' da gösterilmiştir.



Şekil 3.29 Maksimum diyagonal basınç direnci ve ortalama sertlik değerleri arasındaki ilişki.

- B : Bisküvili
G.K : Gönyeburun Kavelalı
T.L.K : Tek Lambalı Kavelalı
T.L.Z : Tek Lambalı Zıvanalı
A.L.Z : Asimetrik Lambalı Zıvanalı
Ç.L.Z : Çift Lambalı Zıvanalı

Serpme diyagramında, Korelasyon Katsayısının pozitif ($R=0,87$) çıkması, basınç direnci ve sertlik değişkenleri arasındaki ilişkinin doğru yönde ve yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Yani birleştirme türlerinin basınç direnci arttıkça sertlik değerlerinde de artış görülmektedir.

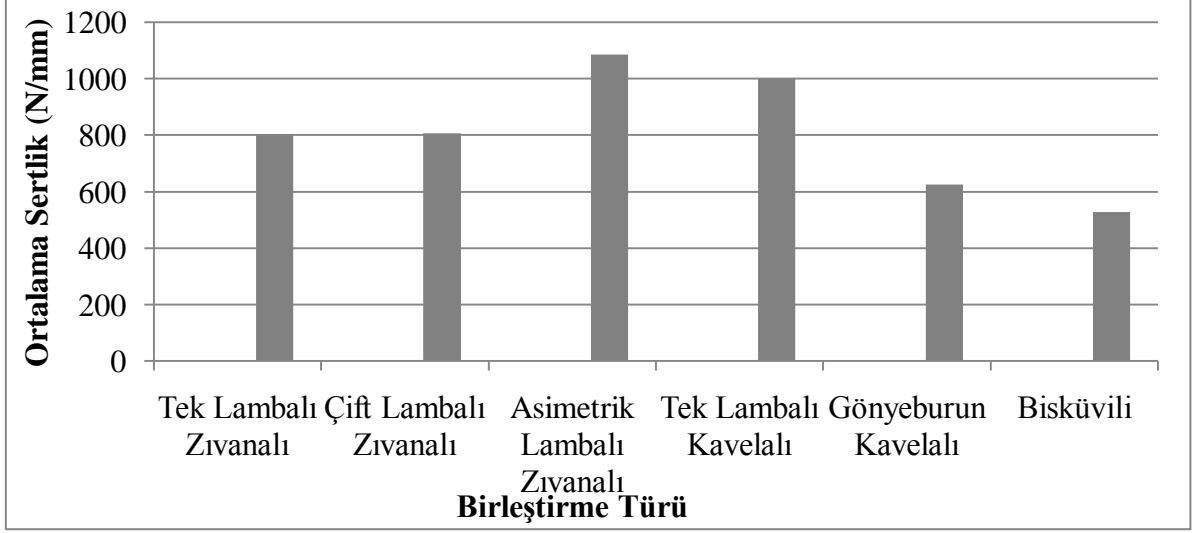
3.3.2 Çekme Yüğü Altında Birleştirme Yeri Sertlik Analizi

Deneylerde elde edilen ortalama sertlik değerleri Çizelge 3.10' da gösterilmiştir.

Çizelge 3.10 Diyagonal çekme deneylerinde elde edilen ortalama sertlik değerleri.

Birleştirme Türü	Ortalama Sertlik (N/mm)
Tek Lambalı Zıvanalı	800
Çift Lambalı Zıvanalı	806,4
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	1086,9
Tek Lambalı Kavelalı	1000
Gönyeburun Kavelalı	625
Bisküvili	526,3

Birleştirme türlerinin çekme deneylerinde elde edilen ortalama sertlik değerleri Şekil 3.30' da gösterilmiştir.



Şekil 3.30 Diyagonal çekme deneyinde ortalama sertlik değerleri.

Diyagonal çekme deneylerinde elde edilen yük-deformasyon grafiklerinden hesaplanan sertlik değerine ilişkin olarak, en yüksek sertlik değeri asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri gösterirken, en düşük değerler bisküvili birleştirme deney örneklerinde gözlemlenmiştir. Asimetrik lambalı zıvanalı deney örnekleri, bisküvili deney örneklerine göre % 52 oranında daha fazla sertlik değeri göstermiştir. Birleştirmelerin, çekme direnci ve sertlik değerleri arasındaki ilişkiden de görüleceği üzere, birleştirmenin direnci arttıkça sertlik değeri de artar. Asimetrik lambalı zıvanalı ile bisküvili birleştirme arasındaki % 89 oranındaki çekme direnci farkı, % 52 oranında sertlik değerine yansımıştır.

Çekme deneyi birleştirme yeri sertlik değerlerine göre; en yüksek değeri asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, sonra sırasıyla; tek lambalı kavelalı birleştirme, çift lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, gönyeburun kavelalı birleştirme, en düşük değeri ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir.

Birleştirme çeşitlerinde birleştirme yeri sertlik analizlerine göre; basınç yükü altında hesaplanan sertlik değerlerine karşı çekme yükü altında hesaplanan sertlik değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Birleştirme türlerinin basınç deneyi esnasında sertlik değerlerine ait basit varyans analizi Çizelge 3.11' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.11 Birleştirme türlerinin çekme yükü altında sertliğine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-değeri	P < %5
Gruplar Arasında	5	1137788,667	227557,733	29,232	0,000
Gruplar İçinde	24	186826,200	7784,425		
Toplam	29	1324614,867			

Birleştirme türlerinin çekme direnci sertliği üzerine etkisi $P < 0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için elde edilen verilere Duncan Testi uygulanmıştır. Birleştirme türlerinin basınç direnci sertliği üzerine etkisine ait Duncan testi sonuçları ve birleştirme türleri arasındaki homojenlik analizi Çizelge 3.12’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.12 Birleştirme türlerinin diyagonal çekme deneyi sertliği Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.

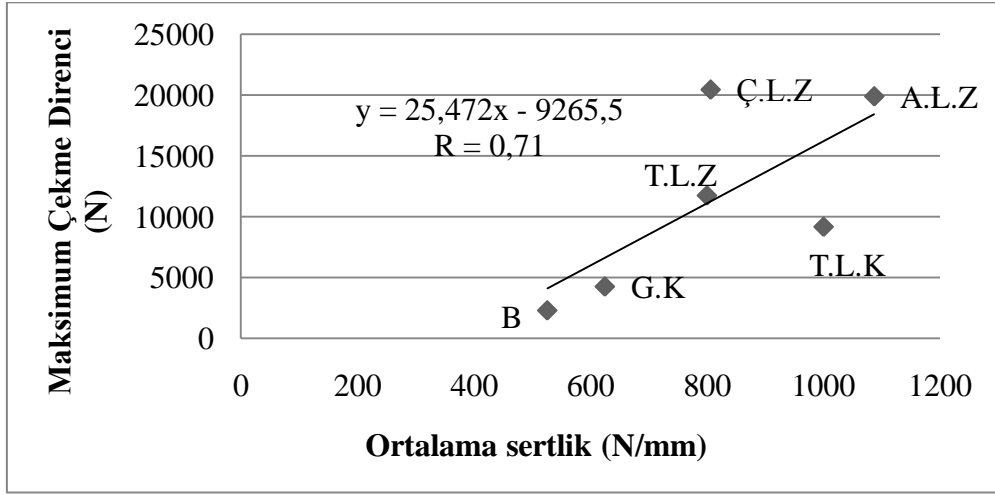
Birleştirme Türü	\bar{x}	HG
Bisküvili	5,2630E2	A
Gönyeburun Kavelalı	6,2500E2	A
Tek Lambalı Zıvanalı	8,0000E2	B
Çift Lambalı Zıvanalı	8,0640E2	B
Tek Lambalı Kavelalı	1,0000E3	C
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	1,0869E3	C

HG = Homojenlik Grubu

Hazırlanan birleştirme çeşitlerinin çekme direnci sertliğine ait Duncan Testi sonuçlarına göre, en düşük sertlik değerini bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir. En yüksek sertlik değerini ise asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri göstermiştir. Tek lambalı kavelalı birleştirme örnekleri de yüksek sertlik değeri göstererek asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri ile aynı grup içerisinde yer almışlardır. Ayrıca tek lambalı zıvanalı birleştirme sertlik değeri ile çift lambalı zıvanalı birleştirme sertlik değeri ve bisküvili birleştirme sertlik

değeri ile gönyeburun kavelalı birleştirme sertlik değeri arasında homojenlik açısından bir fark yoktur.

Maksimum çekme dirençleri ve ortalama sertlik değerlerine ilişkin grafik Şekil 3.31’ de gösterilmiştir.



Şekil 3.31 Maksimum diyagonal çekme direnci ve ortalama sertlik değerleri arasındaki ilişki.

- B : Bisküvili
- G.K : Gönyeburun Kavelalı
- T.L.K : Tek Lambalı Kavelalı
- T.L.Z : Tek Lambalı Zıvanalı
- A.L.Z : Asimetrik Lambalı Zıvanalı
- Ç.L.Z : Çift Lambalı Zıvanalı

Serpme diyagramında, Korelasyon Katsayısının pozitif ($R=0,71$) çıkması, çekme direnci ve sertlik değişkenleri arasındaki ilişkinin doğru yönde ve yüksek derecede olduğunu göstermektedir. Yani birleştirme türlerinin çekme direnci arttıkça sertlik değerlerinde de artış görülmektedir.

Basınç direnci ve sertlik değerleri arasındaki korelasyon katsayısı (0,87), çekme direnci ve sertlik değerleri arasındaki korelasyon katsayısından (0,71) daha güçlü saptanmıştır.

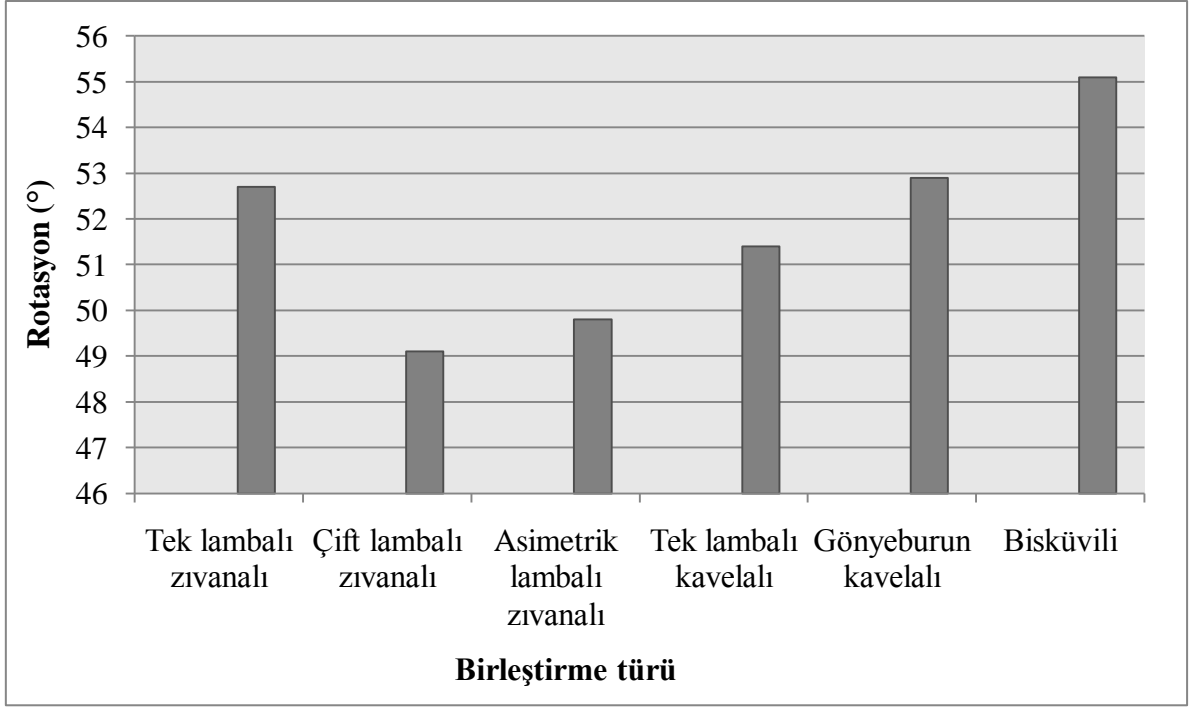
3.4 DİYAGONAL BASINÇ DİRENCİ DENEYİNDE BİRLEŞTİRME YERİ ROTASYON ANALİZİ

Basınç deneyinde elde edilen ortalama rotasyon değerleri Çizelge 3.13' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.13 Diyagonal basınç deneyinde hesaplanan ortalama rotasyon değerleri.

Birleştirme Türü	Ortalama Rotasyon (°)
Tek Lambalı Zıvanalı	52,7
Çift Lambalı Zıvanalı	49,1
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	49,8
Tek Lambalı Kavelalı	51,4
Gönyeburun Kavelalı	52,9
Bisküvili	55,1

Birleştirme türlerinin basınç deneyinde elde edilen rotasyon değerleri Şekil 3.32' de gösterilmiştir.



Şekil 3.32 Diyagonal basınç deneyinde hesaplanan rotasyon değerleri.

Basınç deneyi esnasında uygulanan yüke karşılık birleşme yerinde meydana gelen rotasyon (dönme) miktarları karşılaştırıldığında, bisküvili birleştirme örnekleri en yüksek rotasyon değerini gösterirken, en düşük rotasyon değeri çift lambalı zıvanalı birleştirme örneklerinde gözlemlenmiştir.

Basınç deneyinde birleştirme yeri rotasyon analizi değerlerine göre; en yüksek değer bisküvili birleştirme, sonra sırasıyla gönyeburun kavelalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme, asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, en düşük değer ise çift lambalı zıvanalı birleştirme örneklerinde hesaplanmıştır.

Basınç deneyi esnasında hesaplanan rotasyon değerlerine ait basit varyans analizi Çizelge 3.14' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.14 Diyagonal basınç direnci deneyinde birleştirme yeri rotasyon değerlerine ait basit varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Serbestlik derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	F-değeri	P < %5
Gruplar Arasında	5	135,500	27,100	6,242	0,001
Gruplar İçinde	24	104,200	4,342		
Toplam	29	239,700			

Birleştirme türlerinin basınç direnci rotasyonu üzerine etkisi $P < 0,05$ hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için elde edilen verilere Duncan Testi uygulanmıştır. Birleştirme türlerinin basınç direnci rotasyon değeri üzerine etkisine ait Duncan testi sonuçları ve birleştirme türlerinin homojenlik analizi Çizelge 3.15' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.15 Birleştirme türlerinin diyagonal basınç direnci deneyinde birleştirme yeri rotasyon değerlerine ait Duncan testi sonuçları ve homojenlik testi.

Birleştirme Türü	\bar{x}	HG
Çift Lambalı Zıvanalı	491,000	A
Asimetrik Lambalı Zıvanalı	498,000	A
Tek Lambalı Kavelalı	514,000	AB
Tek Lambalı Zıvanalı	527,000	BC
Gönyeburun Kavelalı	529,000	BC
Bisküvili	555,000	C

HG = Homojenlik Grubu

Hazırlanan birleştirme çeşitlerinin basınç direnci rotasyonuna ait Duncan Testi sonuçlarına göre, en düşük rotasyon değerini çift lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri göstermiştir. Asimetrik lambalı birleştirme deney örnekleri de düşük rotasyon değeri göstererek çift lambalı zıvanalı birleştirme deney örnekleri ile aynı grup içerisinde yer almışlardır. En yüksek rotasyon değerini ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir. Ayrıca tek lambalı

birleştirme rotasyon değeri ile gönyeburun kavelalı birleştirme rotasyon değeri arasında homojenlik açısından bir fark yoktur.

Genel olarak, birleştirmelerin sertlik değerleri azaldıkça rotasyon değerleri artış göstermiştir.

BÖLÜM 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

Sarıçam ve poliüreatan tutkalı kullanılarak oluşturulan köşe birleştirme konstrüksiyonlarında uygulanan tek lambalı, çift lambalı, asimetrik lambalı zıvanalı, tek lambalı kavelalı, gönyeburun kavelalı ve bisküvili birleştirme tekniklerinin basınç ve çekme deneylerinin sonuçlarına göre; basınç dirençlerine karşı çekme dirençleri daha iyi performans göstermiştir.

Birleştirme çeşidinde diyagonal basınç deneyleri sonucuna göre; en iyi direnci çift lambalı zıvanalı birleştirme, sonra sırasıyla; asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, gönyeburun kavelalı birleştirme, en zayıf direnci ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir.

Diyagonal basınç deneylerinde çift lambalı zıvanalı birleştirme ile asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme ile tek lambalı zıvanalı birleştirme ve gönyeburun kavelalı birleştirme ile bisküvili birleştirme arasında homojenlik açısından bir fark yoktur.

Birleştirme çeşidinde diyagonal çekme deneyleri sonucuna göre; en iyi direnci çift lambalı zıvanalı birleştirme, sonra sırasıyla; asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme, gönyeburun kavelalı birleştirme, en zayıf direnci ise bisküvili birleştirme örnekleri göstermiştir.

Diyagonal çekme deneylerinde çift lambalı zıvanalı birleştirme ile asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme ve gönyeburun kavelalı birleştirme ile bisküvili birleştirme arasında homojenlik açısından bir fark yoktur.

Diyagonal çekme deneylerinde tek lambalı zıvanalı birleştirme örnekleri, tek lambalı kavelalı birleştirme örneklerinden daha yüksek direnç göstermişlerdir.

Birleştirme eşitlerinde birleştirme yeri sertlik analizlerine göre; basınç deneylerinde hesaplanan sertlik değerlerine karşı çekme deneylerinde hesaplanan sertlik değerleri daha yüksek bulunmuştur.

Basınç deneyi birleştirme yeri sertlik değerlerine göre; en yüksek değeri çift lambalı zıvanalı birleştirme, sonra sırasıyla; asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme, gönyeburun kavelalı birleştirme, en düşük değeri ise bisküvili birleştirme örneklere göstermiştir. Basınç deneyinde hesaplanan sertlik değerlerinde asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme ile tek lambalı zıvanalı birleştirme arasında homojenlik açısından bir fark yoktur.

Çekme deneyi birleştirme yeri sertlik değerlerine göre; en yüksek değeri asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, sonra sırasıyla; tek lambalı kavelalı birleştirme, çift lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, gönyeburun kavelalı birleştirme, en düşük değeri ise bisküvili birleştirme örneklere göstermiştir.

Çekme deneyinde hesaplanan sertlik değerlerinde asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme ile tek lambalı kavelalı birleştirme, çift lambalı zıvanalı birleştirme ile tek lambalı zıvanalı birleştirme ve gönyeburun kavelalı birleştirme ile bisküvili birleştirme arasında homojenlik açısından bir fark yoktur.

Yapılan deneylerden görülmüştür ki, birleştirmelerin sertlik değerleri arttıkça rotasyon değerleri azalmaktadır ve birleştirmelerin direnci arttıkça rotasyon değerleri azalmaktadır.

Basınç deneyinde birleştirme yeri rotasyon analizi değerlerine göre; en yüksek değer bisküvili birleştirme, sonra sırasıyla; gönyeburun kavelalı birleştirme, tek lambalı zıvanalı birleştirme, tek lambalı kavelalı birleştirme, asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme, en düşük değer ise çift lambalı zıvanalı birleştirme örneklere hesaplanmıştır.

Basınç deneyi rotasyon analizinde gönyeburun kavelalı birleştirme ile tek lambalı zıvanalı birleştirme ve asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme ile çift lambalı zıvanalı birleştirme arasında homojenlik açısından bir fark yoktur.

Sonuç olarak, sarıçam odunu, poliüretan tutkalı ve çift lambalı zıvanalı birleştirme türü kombinasyonunun çerçeve köşe birleştirme konstrüksiyonlarında kullanımı optimum direnç özelliklerinin sağlanması açısından uygundur. Çift lambalı zıvanalı birleştirme türü ile asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme türü arasında direnç açısından çok fazla fark olmadığından, asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme türünün de kullanımı uygundur. İşçilik açısından düşünüldüğünde, çift lambalı zıvanalı birleştirme, asimetrik lambalı zıvanalı birleştirmeye kıyasla daha az işçilik gerektirdiğinden, en uygun birleştirme çeşidi çift lambalı zıvanalı birleştirme olarak belirtilebilir.

Bisküvili birleştirmelerin, poliüretan tutkalı yerine D_2 ve D_3 tutkalları kullanılarak diyagonal basınç ve diyagonal çekme deneylerine tabi tutulması, bisküvili birleştirmelerin direnç özellikleri hakkında daha farklı bilgi edilmesine yardımcı olabilir.

İşçilik, maliyet ve direnç özellikleri açısından kıyaslandığında, çerçeve köşe birleştirmelerde gönyeburun kavelalı birleştirmelerin, bisküvili birleştirmelere göre kullanıma daha uygun olduğu görülmektedir.

Gelecekteki çalışmalarda, birleştirmelerin yapımında sarıçam odunu yerine, kavak, kestane, kayın, meşe gibi türler kullanılarak türler arasındaki direnç farkı araştırılabilir.

Ayrıca, bu çalışmada kullanılmayan yabancı çıtalı birleştirmelerin, bisküvili ve gönyeburun kavelalı birleştirmeler ile olan direnç ilişkilerinin araştırılması gelecekteki çalışmalar için önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Altınok M, Söğütlü C, Döngel N ve Doruk Ş** (2009) Tek ve çift zıvanalı ahşap doğrama köşe birleştirmelerinde diyagonal çekme performansının belirlenmesi. *Politeknik Dergisi*, 12 (2): 107-112.
- Altınok M, Taş H H ve Çimen M** (2008) Effects of combined usage of traditional glue joint methods in box construction on strength of furniture. Faculty of Technology, *Materials and Design*, 10 (2): 86-93.
- Arslan M, Subaşı S ve Altuntaş C** (2006) Ahşap pencere kanatlarında birleşim yerleri mekanik özellikleri. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 21 (2): 265-273.
- Berkel A** (1970) *Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İ.Ü Orman Fakültesi, İstanbul, s.612.
- Bozkurt A Y** (1992) *Odun Anatomisi*, İ.Ü Orman Fak., Yay. No:415, s.213.
- Cai L ve Wang F** (1993) Influence of the stiffness of corner joint on case furniture deflection. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 51: 406-408.
- Can Ö ve Önal M** (2007) İç anadolu bölgesinde yetişmiş birinci sınıf sarıçam kerestesi ile yapılan pencere köşe birleşimine ait basınç dayanımlarının karşılaştırılması üzerine araştırma. *Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 25 (3): 283-296.
- Çelikel Ü** (2006) Ahşap Bisküvit Tipi Yabancı Çıtalı Mobilya Köşe Birleştirmelerinin Direnç Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, s.63.
- Diler H** (2001) Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerde Vida Çapının Çekme Ve Basınç Dirençlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Mobilya, G.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, s.72.
- Dupont W** (1963) Rationalization of glued joints in the wood-working industry. Department of Forestry Products Laboratory, *Furniture Design and Manufacturing Magazine*, 35 (3): 36-45.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Eckelman C A** (1968) Furniture Frame Analysis and Design. Ph. D. Thesis, Purdue University, West Lafayette, 10-16, Indiana, 62pp.
- Efe H** (1994) Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel Ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri. Doktora Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Anabilim Dalı, Trabzon, s.252.
- Efe H** (2000) Kutu konstrüksiyonlu mobilya köşe birleştirmelerinde rasyonel kavela tasarımı. *G.Ü.T.E.F Politeknik Dergisi*, 3 (4): 67-72.
- Efe H ve Kasal A** (2000) Kutu konstrüksiyonlu sabit ve demonte mobilya köşe birleştirmelerde çekme dayanımı. *G.Ü Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (8): 61-74.
- Efe H ve Kasal A** (2000) Tabla tipi kavelalı köşe birleştirmelerde tutkal çeşidinin çekme dayanımına etkileri. *G.Ü.T.E.F Politeknik Dergisi*, 3 (4): 67-72.
- Englesson T** (1973) Summary of the investigations of several particleboards in the swedish forest products research laboratory. Unnumbered Publication, Swedish Forest Products Laboratory, (3): 35-38, Stockholm.
- Feirer J L** (1963) Advanced woodwork and furniture making. Chas. Bennett, Peoria Illinois, *Furniture Design and Manufacturing Magazine*, 35 (3): 96-98.
- Giray N** (1994) *Sarıçam*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi, Yayın No:4, s:57.
- Gökdemir A ve Yıldız K** (2001) Farklı kerestelerle PVA tutkalı ile yapılan birleştirmelerde basınç altında çekme deneyi üzerine bir çalışma. *Niğde Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5 (1): 51-61.
- Hanson S, Ring C, Encantada M, Staving M, Zamora D, Guess T ve Emerson J** (1995) Testing of plate (biscuit) joinery and adhesive for aplicability in constructing architectural products. *International SAMPE Technical Conference Proceedings*, 27: 125-134.
- Ibid** (1966) Compressed Tenon-Parts II, *Furniture Design and Manufacturing Magazine*, 38 (12): 23-28.
- Ibid** (1966) Compressed Tenon-Parts III, *Furniture Design and Manufacturing Magazine*, 38 (12): 29-35

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Ishii M ve H Miyajima** (1981) Comparison of performance of wooden chair joints. *Res. Bulletin of the College of Experimental Forests, Hokkaido University*, 38 (21): 121-138.
- Jang S** (1995) Mechanical characteristics of dowel joints under cyclic loads. *Mogiac Granghak-Journal of the Korcan Wood Science and Tecnolog*, 12 (4): 91-97.
- Kirby I J and Kelsey J** (1996) *Making Joints*, Rodale Press. Inc., 46pp.
- Kurtoğlu A** (1988) Kapı ve pencere endüstrisinde kullanılan ağaç türleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13 (1): 13-22.
- Miyajima H ve T Sato** (1977) Comprasion of performance among dowel joints, mortise and tenon joints, and finger joints, as corner joints. *Res. Bulletin of College of Experimental Forests, Hokkaido Univ.*, 34 (2): 275-286.
- Örs Y** (1987) *Kama Dişli Birleştirmeli Masif Ağaç Malzemedede Mekanik Özellikler*. Yardımcı Ders Kitabı, K.T.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:11, s.107.
- Örs Y, Atar M ve Özçifçi A** (1997) Bonding strength of Pvac and based on polyurethane adhesives in some wood materials treated with umpregnation. *Journal of Agriculture and Forestry*, 15 (4): 45-52.
- Örs Y ve Efe H** (1998) Mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında bağlantı elemanlarının mekanik davranış özellikleri. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 21-27.
- Örs Y ve Keskin H** (2001) *Ağaç Malzeme Bilgisi*, KOSGEB, T.C. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, s.520.
- Özçifçi A** (1995) Yonga Levha ile Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerine Ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, s.222.
- Richards D B** (1962) High-strength corner joints for wood. *Forest Products Journal*, 9: 413-418.
- Sayıl B** (1996) Ahşap Doğrama Köşe Birleşimlerinin Rijitliğini Arttırma Yolları Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, s.183.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Tankut A N** (1997) Effect of Some Factors On The Strength of Furniture Corner Joints Constructed With Wood Biscuits. Master of Science Degree, State University of New York College of Environmental Science and Forestry Syracuse, New York, 210pp.
- Tankut N** (2007) The effect of adhesive type and bond line thickness on the strength of mortise and tenon joints. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 27: 493-498.
- Tankut A N ve Tankut N** (2004) Effect of some factors on the strength of furniture corner joints constructed with wood bisküits. *TÜBİTAK Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 28: 301-309.
- Tankut A N ve Tankut N** (2009) Evaluation the effects of edge banding type and thickness on the strength of corner joints in case-type furniture. *Materials and Design*, 32: 45-56.
- Tekin A** (2000) Bazı Ağaç Türlerinde Temel Makineler İle Açılmış Zıvanaların Diyagonal Basınç Ve Çekme Dirençlerinin Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, s.96.
- Tokgöz H** (1998) Türkiye’de Kapı Üretiminin Problemleri Ve Çözümleri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, s.102.
- Tokgöz H, Kap T ve Özgan E** (2005) Farklı ağaç türleri ve zıvanalı birleştirme biçimleriyle oluşturulan çerçeve konstrüksiyonlu doğramalarda diyagonal yük analizi. *Teknoloji*, 8 (4): 363-376.
- TSE 1264** İğne Yapraklı Doğramalık Kereste (Kapı ve Pencere İçin), I. Baskı, Kalite Matbaası, Ankara, s.18.
- Türk M** (2007) Plastik ve Ahşap Esaslı Kompozit Bisküvilerle Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Bazı Direnç Özelliklerinin Araştırılması. Bilim Uzmanlığı Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Zonguldak, s.55.
- URL-1** (2006) Product Overview, <http://www.lamello.com/english>.
- URL-2** (2011) <http://www.würth.com.tr/ürünler>.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Verbindungstechnik (2005) *The Lamello Wood Joining System*, Training Course. CH –4416, Lamello AG, Bubendorf, 86pp.

Willard R (1966) Compressed Tenon Parts I. *Furniture Design and Manufacturing Magazine*, 38 (11): 43-54.

Yaltırık F (1993) *Dendroloji 1 Ders Kitabı*, İ.Ü. Orman Fak.,Yay. No:386, s.168.

Yıldız K ve Çavuş M (2008) Kapı köşe birleşimlerinde çekme dayanımı ile kereste türü arasındaki ilişkinin analizi. *Yapı Teknolojisi Elektronik Dergisi*, 2: 63-70.

Zhang H ve Eckelman C A (1993) The bending moment resistance of single dowel corner joints in case construction. *Forest Product Journal*, 43 (6): 19-24

Zorlu İ (2003) *Ağaç İşleri Konstrüksiyon Bilgisi Temel Ders Kitabı*, M.E.B, İstanbul, s. 61.

ÖZGEÇMİŞ

Alper KAYA 1986 yılında Zonguldak' da doğdu. İlk öğrenimini ve orta öğrenimini aynı şehirde tamamladıktan sonra lise öğrenimini Zonguldak Atatürk Anadolu Lisesinde tamamladı. Üniversite öğrenimi için 2005 yılında Zonguldak Karaman Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği bölümüne başladı. 2009 yılında Bartın Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği Odun Mekaniği ve Teknolojisi anabilim dalında yüksek lisans programına başladı.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : 19 Mayıs mahallesi eski Ereğli yolu
caddesi No:52/B Kozlu/Zonguldak

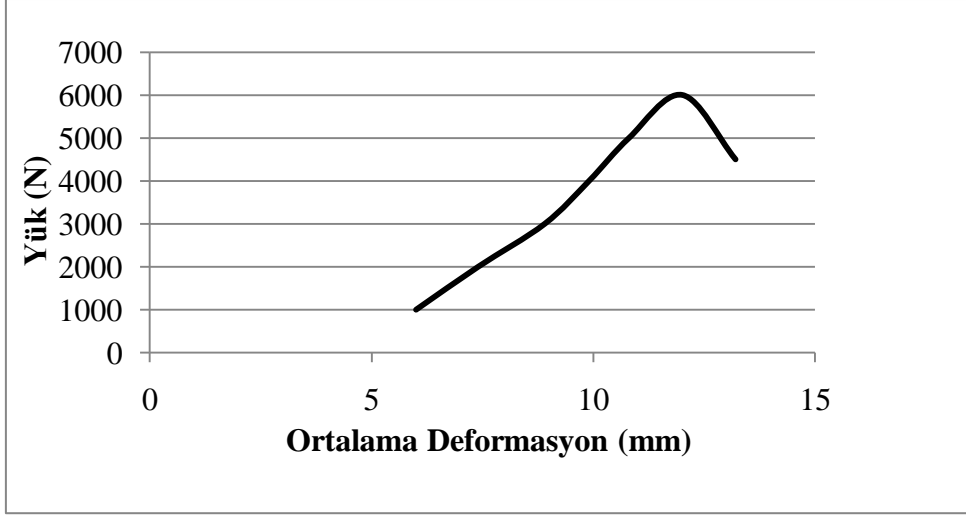
Tel : (0372) 2662960

Cep : 05465296317

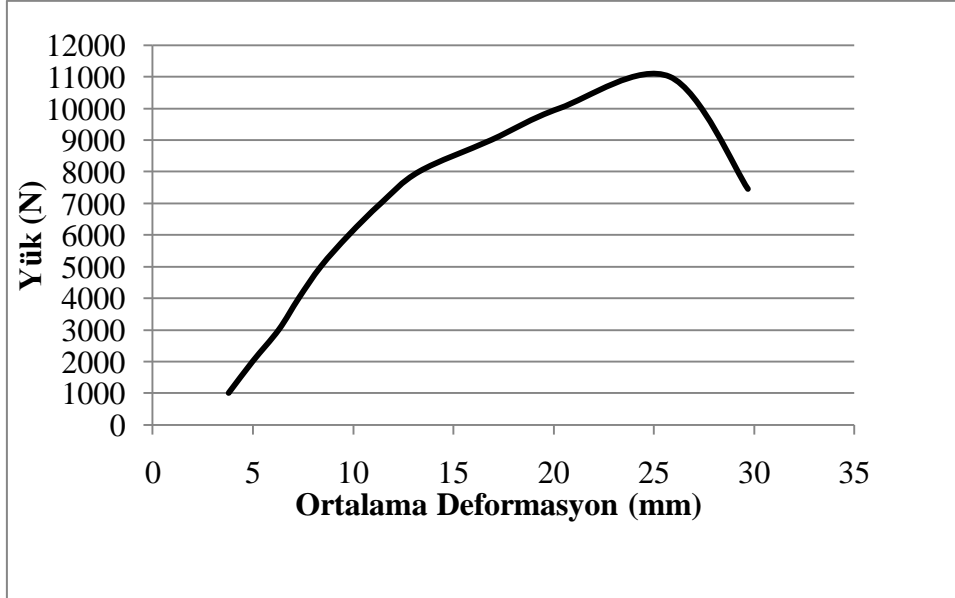
E- posta : alper_kaya_67@hotmail.com

EK AÇIKLAMALAR A

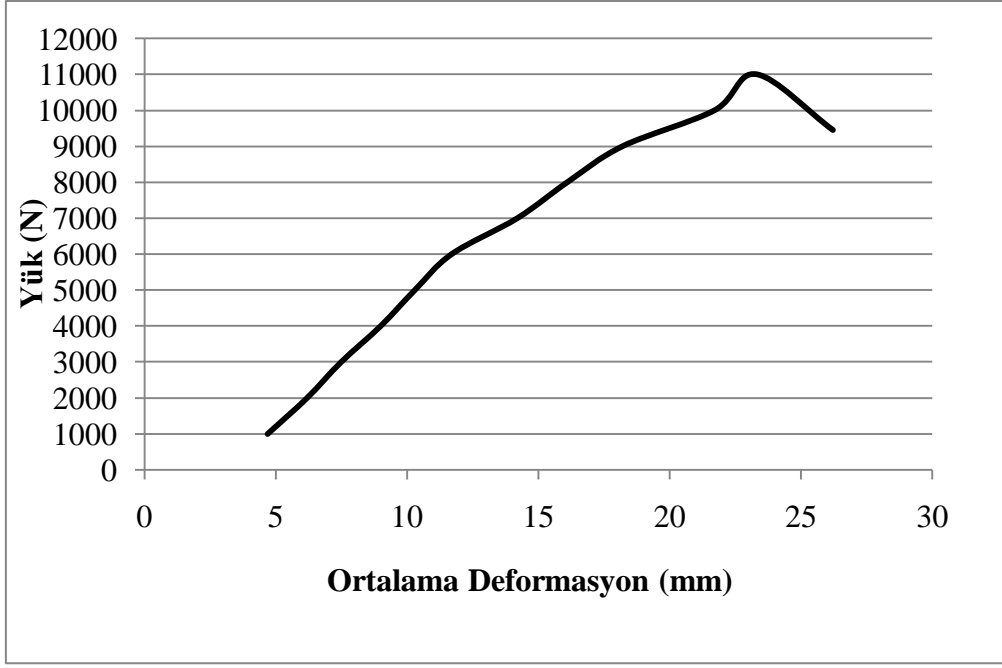
BASINÇ DENEYİ YÜK-DEFORMASYON GRAFİKLERİ



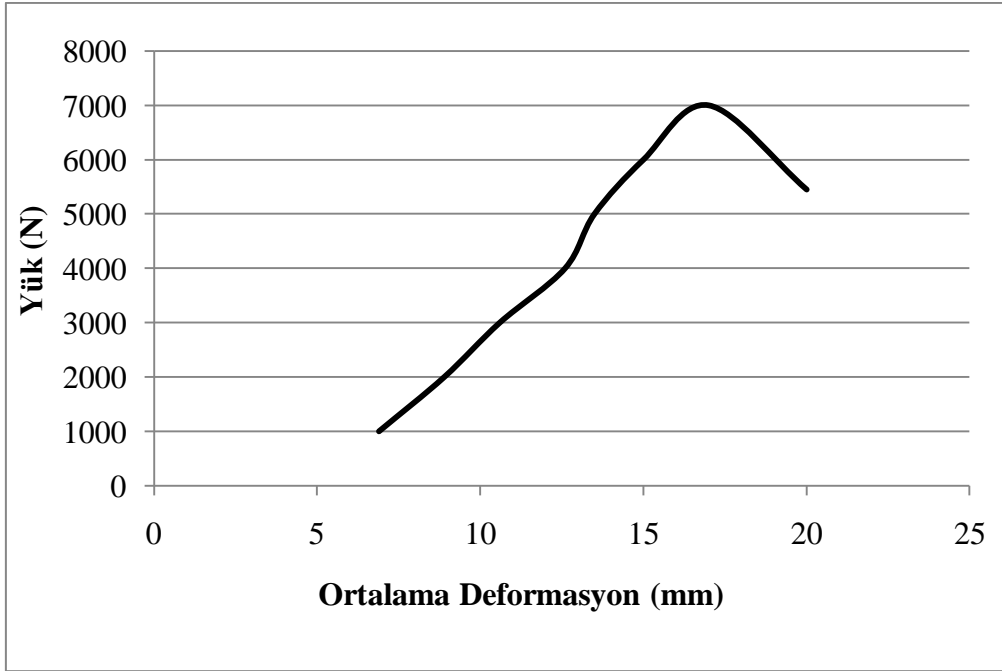
Basınç deneyi tek lambalı zıvanalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



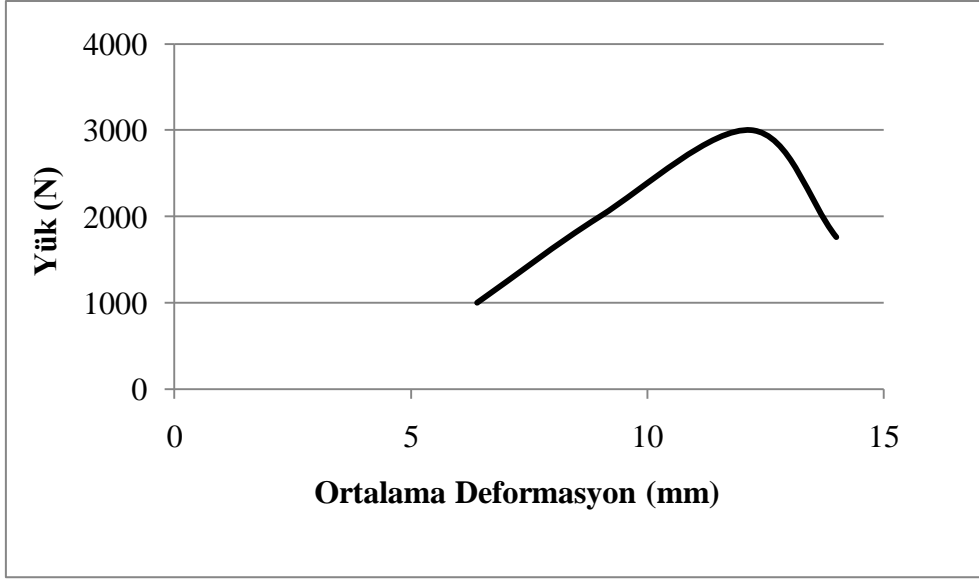
Basınç deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



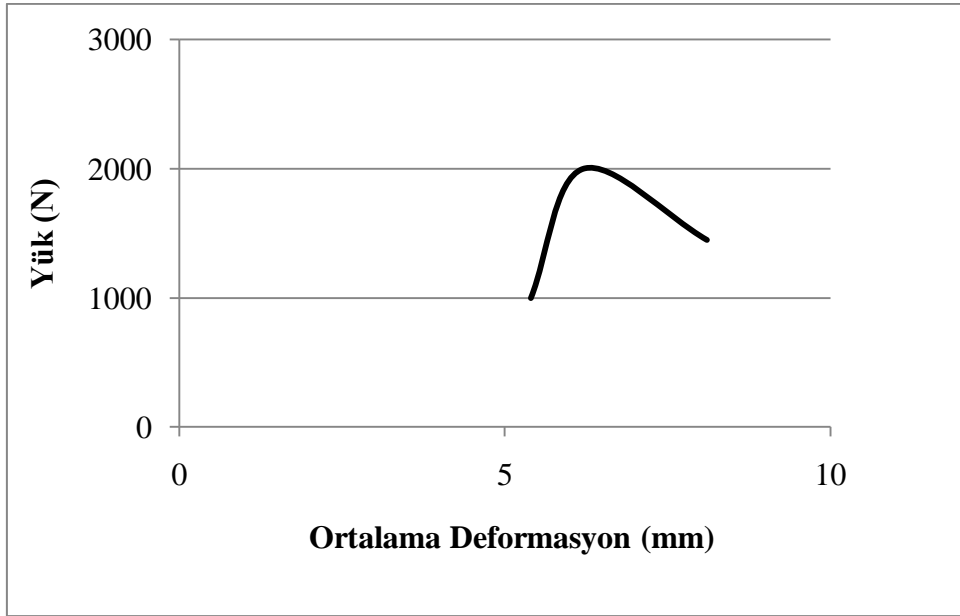
Basınç deneyinde asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



Basınç deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



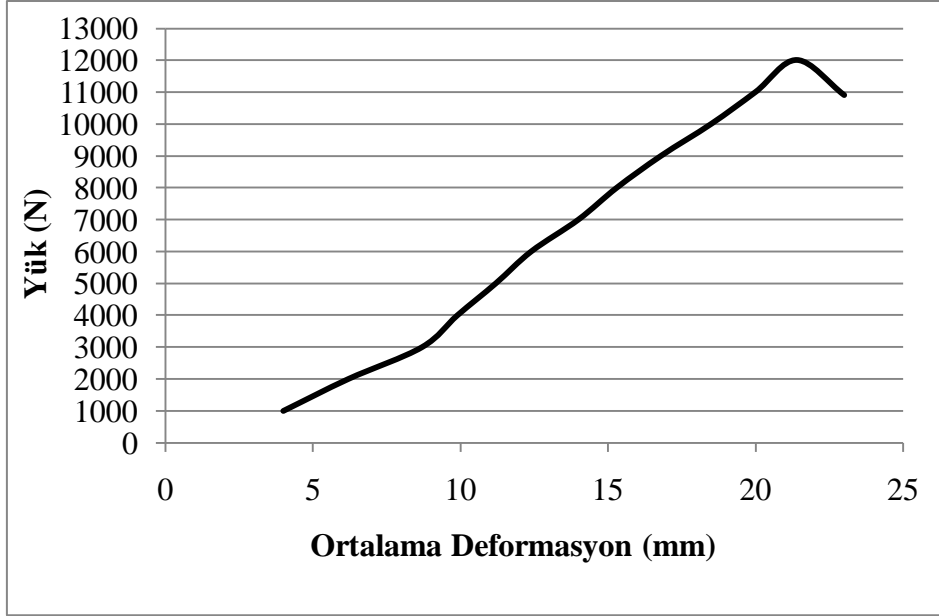
Basınç deneyinde gönyeburun kavelalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



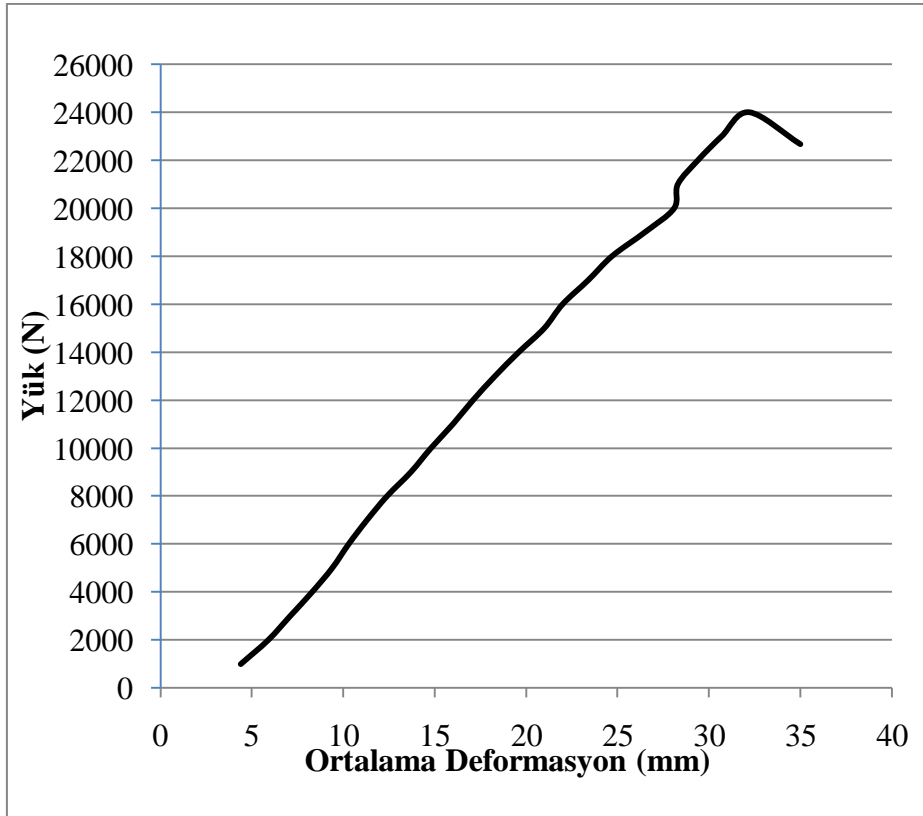
Basınç deneyinde bisküvili birleştirme yük-deformasyon grafiği.

EK AÇIKLAMALAR B

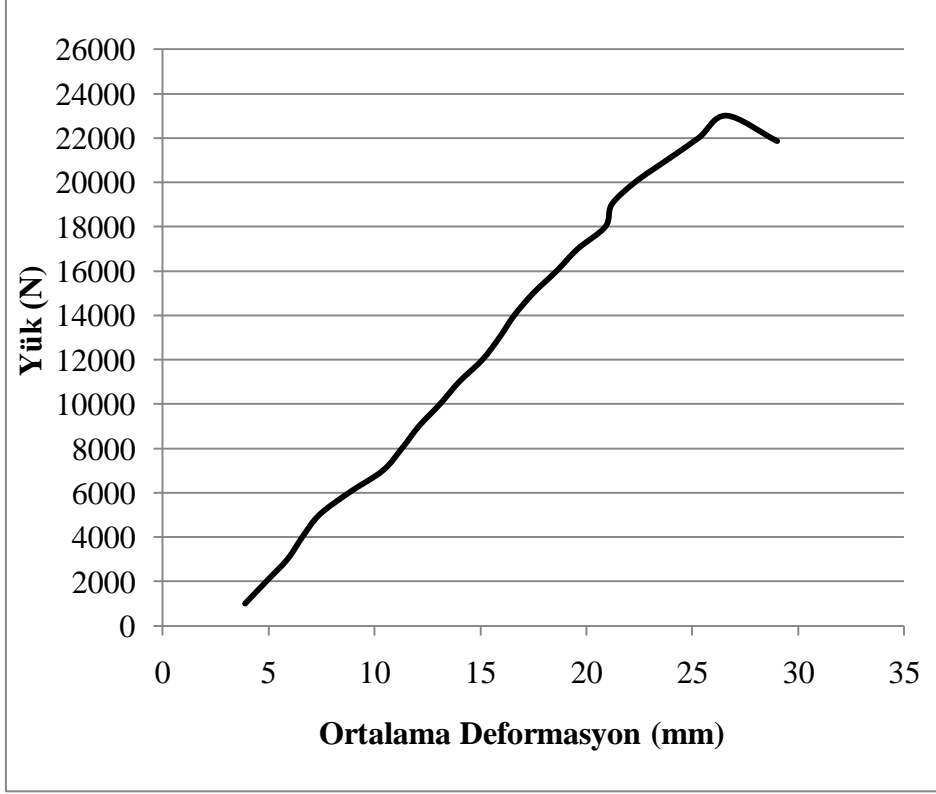
ÇEKME DENEYİ YÜK-DEFORMASYON GRAFİKLERİ



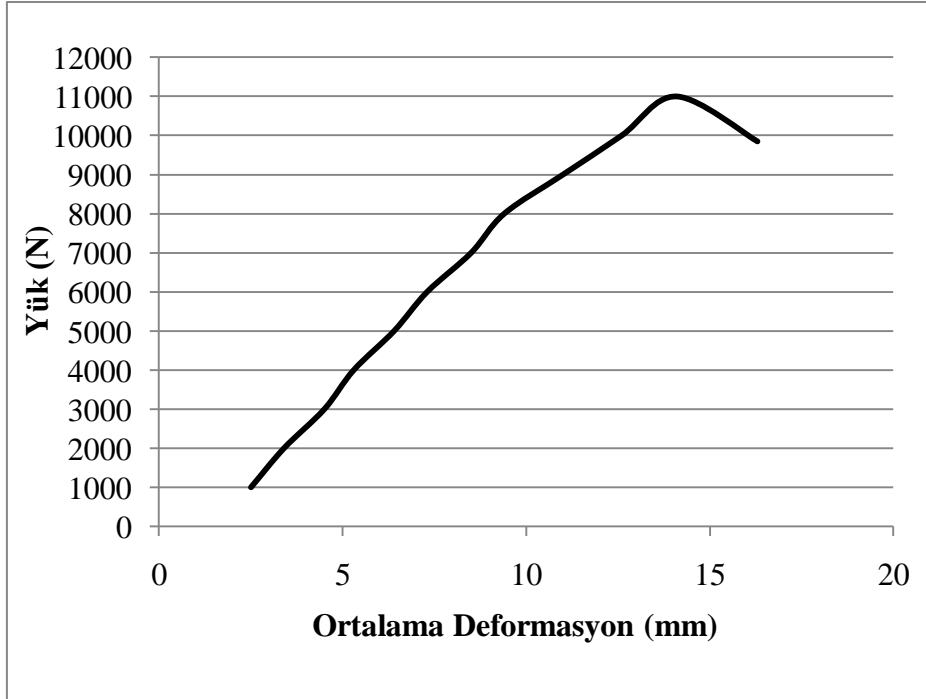
Çekme deneyinde tek lambalı zıvanalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



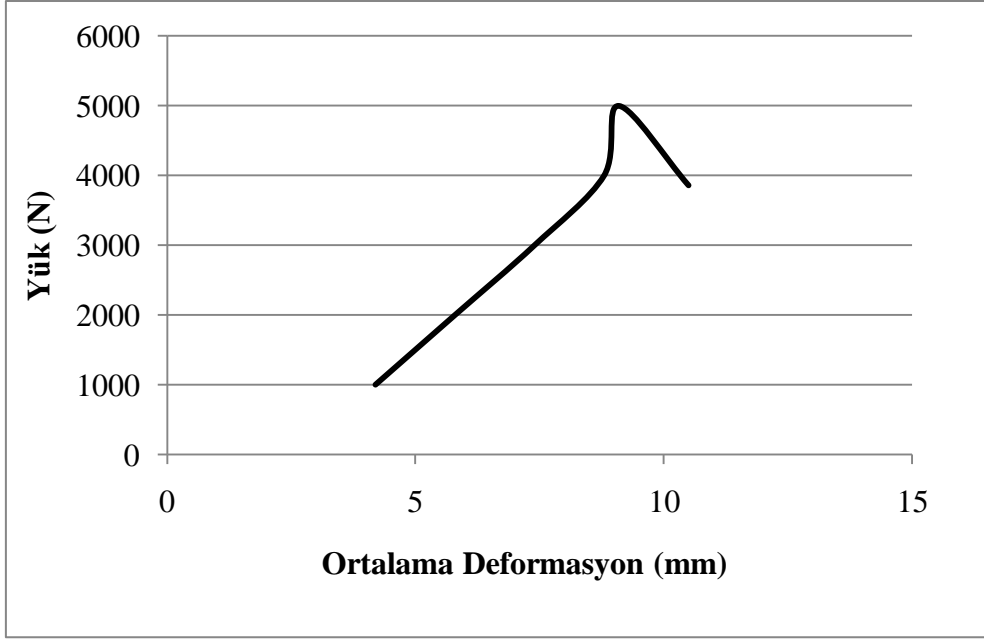
Çekme deneyinde çift lambalı zıvanalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



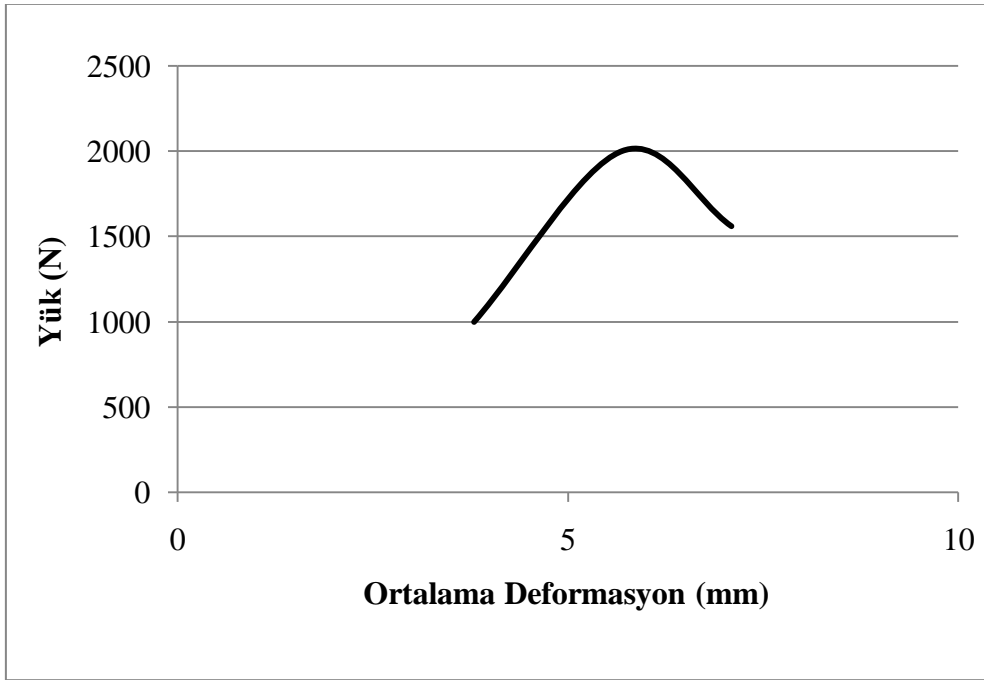
Çekme deneyinde asimetrik lambalı zıvanalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



Çekme deneyinde tek lambalı kavelalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



Çekme deneyinde gönyeburun kavelalı birleştirme yük-deformasyon grafiği.



Çekme deneyinde bisküvili birleştirme yük-deformasyon grafiği.