

**ÇERÇEVE KONSTRÜKSİYONLU MASİF MOBİLYA “T”
BİRLEŞTİRMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ**

HASAN ÖZGÜR İMİRZİ

93513

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANİSYON MERKEZİ**

Eylül 2000

ANKARA

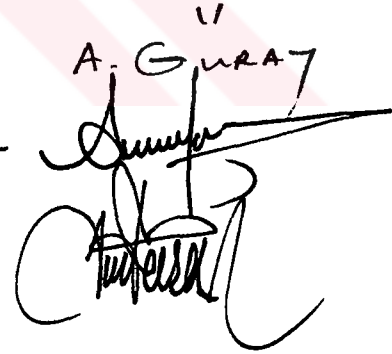
Hasan Özgür İMİRZİ tarafından hazırlanan ÇERÇEVE KONSTRÜKSİYONLU MOBİLYA "T" BİRLEŞTİRMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Doç. Dr. Hasan EFE
Tez Yöneticisi

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

Başkan : Doç. Dr. Arif GÜRAY
Üye : Doç. Dr. Abdullah SÖNMEZ
Üye : Doç. Dr. Hasan EFE
Üye :
Üye :

11
A. GÜRAY


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

B. Atasoy

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	v
SİMGELER	vi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
3. MATERYAL VE METOD	6
3.1. Ağaç Malzeme	6
3.1.1. Sarı çam	6
3.1.2. Kayın	6
3.1.3. Meşe	7
3.2. Kavela	7
3.3. Tutkal	9
3.3.1. Polivinilasetat tutkalı	9
3.4. Bağlantı Elemanları	9
3.4.1. Silindirik-eksantrik bağlantı elemanı	9
3.4.2. Vida bağlantı elemanı	10
3.5. Deney Örneklerinin Hazırlanması	11
3.5.1. Deneme deseni	11
3.5.2. Birleştirmeler	13
3.5.3. Kondisyonlama işlemleri	16
3.6. Deney Metodları ve Deney Düzenekleri	16
3.7. Deney Makinaları	16
3.8. Gerilme Analizleri	19

3.8.1.	Çekme gerilmeleri	19
3.8.1.1.	Zıvanalı tutkallı birleştirme	19
3.8.1.2.	Kavelalı tutkallı birleştirme	21
3.8.1.3.	Minifixli mekanik birleştirme	21
3.8.1.4.	Vidalı mekanik birleştirme	22
3.8.2.	Eğilme gerilmeleri	26
3.8.2.1.	Zıvanalı tutkallı birleştirme	26
3.8.2.2.	Kavelalı tutkallı birleştirme	27
3.8.2.3.	Minifixli mekanik birleştirme	27
3.8.2.4.	Vidalı mekanik birleştirme	28
3.9.	Mukavemet Hesabı	34
3.10.	İstatistik Metod	34
4.	BULGULAR	36
4.1.	Çekme Direnci	36
4.2.	Eğilme Direnci	40
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	44
KAYNAKLAR		45
EKLER		47
ÖZGEÇMİŞ		49

**ÇERÇEVE KONSTRÜKSİYONLU MASİF MOBİLYA “T”
BİRLEŞTİRMELERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ
(Yüksek Lisans Tezi)**

HASAN ÖZGÜR İMİRZİ

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül 2000**

ÖZET

Bu çalışmada, çerçeve konstrüksiyonlu masif mobilya üretiminde uygulanan “T” birleştirmelerden tutkallı (sabit) birleştirmeler ile tutkalsız (demonte) birleştirme örneklerinin çekme ve eğilme direnç özellikleri araştırılmıştır. Deney örnekleri sarıçam (*Pinus Sylvestris*), doğu kayını (*Fagus Orientalis Lipsky*) ve meşe (*Quercus Borealis Lipsky*) odunlarından hazırlanmıştır. Tutkallı (sabit) numunelerden zıvanalı ve kavelalı birleştirmelerde polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmış, tutkalsız (demonte) numunelerde ise birleştirme işlemi minifix ve vida elemanları ile sağlanmıştır. Üç farklı odun türü ve dört farklı birleştirme çeşidi kullanılarak oluşturulan 12 grup halinde, toplam 240 numune çekme ve eğilme deneyine tabi tutulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; demonte birleştirmeler sabit birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur. Odun türleri arasında başarı sırası ise doğu kayını, meşe ve sarıçam şeklinde bulunmuştur.

Bilim Kodu :5001013

Anahtar Kelimeler :Çerçeve konstrüksiyon, kavela ve zıvanalı birleştirmeler
vidalı ve minifixli birleştirmeler.

Sayfa Adedi :49

Tez Yöneticisi :Doç. Dr. Hasan EFE

**MECHANICAL PROPERTIES ON FRAME CONSTRUCTION OF MASSIVE
FURNITURE “T” JOINTS**

(Master of Science Thesis)

HASAN ÖZGÜR İMİRZİ

**GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

ABSTRACT

In this study, tensile and bending strength properties of glue joints (rijit) and without glue joint (demontable) samples which are one of “T” joint applied in massive furniture production with frame construction have been investigated. Test specimens have been prepared from the woods of yellow pine (*Pinus Sylvestris Lipsky*), beech (*Fagus Orientalis Lipsky*) and oak (*Quercus Borealis Lipsky*). In the joints with tenon-mortise and dowel, which are one of specimens with glue, polivinil acetad (PVAc) glue has been used, however in the specimens without glue (demontable) the process of joint has been provided with minifix and screw elements. Totaly 240 specimens, on condition that 12 groups which are obtained by using three different wood types and four different joint types, has been applied tensile and bending test. According to test results, that demontable joints are more successful than rijit joint has been found. It has been resulted that the order of success among wood types is beech, oak and yellow pine.

Science Code : 5001013

Key Words :Frame construction, dowel, mortise and tenon joints,
screw and minifix joint.

Page Number : 49

Adviser : Dr. Hasan EFE (Assc. Prof.)

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Doç.Dr. Hasan EFE'ye, ve Araştırma Görevlisi Ali KASAL'a teşekkürü bir borç bilirim.



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Ağaç malzemenin mekanik özellikleri	8
Çizelge 3.2. Deneylerde kullanılan deneme deseni	12
Çizelge 3.3. Deney sonuçları ile hesaplanan değerlerin	35
karşılaştırılması	
Çizelge 4.1. Çekme direnci (gerilmeleri) ortalama değerleri	36
Çizelge 4.2. Çekme direnci deneylerine ilişkin varyans analizi	36
Çizelge 4.3. Ağaç türüne göre çekme direnci ortalamalarının	
karşılaştırma sonuçları	37
Çizelge 4.4. Birleştirme çeşitlerine göre çekme direnci	
ortalamalarının karşılaştırma sonuçları	38
Çizelge 4.5. Ağaç türü birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin	
çekme direnci ortalamalarının karşılaştırma sonuçları	39
Çizelge 4.6. Eğilme direnci (gerilmeleri) ortalama değerleri	40
Çizelge 4.7. Eğilme direnci deneylerine ilişkin varyans analizi	40
Çizelge 4.8. Ağaç türüne göre eğilme direnci ortalamalarının	
karşılaştırma sonuçları	41
Çizelge 4.9. Birleştirme çeşitlerine göre eğilme direnci	
ortalamalarının karşılaştırma sonuçları	42
Çizelge 4.10. Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin	
eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırma sonuçları.....	43
Ek Çizelge 1. Çekme elemanlarına ait deney sonuçları	47
Ek Çizelge 2. Eğilme elemanlarına ait deney düzeneği	48

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Denemelerde kullanılan kavela örneği	7
Şekil 3.2. Minifix bağlantı elemanı	10
Şekil 3.3. Vida bağlantı elemanı	10
Şekil 3.4. Kavelalı birleştirme	13
Şekil 3.5. Zıvanalı birleştirme	13
Şekil 3.6. Minifixli birleştirme	14
Şekil 3.7. Vidalı birleştirme	14
Şekil 3.8. Çekme ve eğilme elemanlarını perspektif görünüşleri	15
Şekil 3.9. Çekme elemanları deney düzeneği	17
Şekil 3.10. Eğilme elemanları deney düzeneği	18
Şekil 3.11. Zıvanalı tutkallı birleştirme çekme elemanlarına ait örnek ...	20
Şekil 3.12. Kavelalı tutkallı birleştirme çekme elemanlarına ait örnek ...	23
Şekil 3.13. Minifixli mekanik birleştirme çekme elemanlarına ait örnek ..	24
Şekil 3.14. Vidalı mekanik birleştirme çekme elemanlarına ait örnek	25
Şekil 3.15. Zıvanalı tutkallı birleştirme eğilme elemanlarına ait örnek	30
Şekil 3.16. Kavelalı tutkallı birleştirme eğilme elemanlarına ait örnek	31
Şekil 3.17. Minifixli mekanik birleştirme eğilme elemanlarına ait örnek ..	32
Şekil 3.18. Vidalı mekanik birleştirme eğilme elemanlarına ait örnek ...	33
Şekil 4.1. Ağaç türüne göre çekme direnci ortalamaları	37
Şekil 4.2. Birleştirme çeşidine göre çekme direnci ortalamaları	38
Şekil 4.3. Ağaç türü birleştirme çeşidi ikili etkileşimine göre çekme direnci ortalamaları	39
Şekil 4.4. Ağaç türüne göre eğilme direnci ortalamaları	41
Şekil 4.5. Birleştirme çeşidine göre eğilme direnci ortalamaları	42
Şekil 4.6. Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine göre eğilme direnci ortalamaları	43

SİMGELER

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler, açıklamaları ile aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
F_{max}	Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri
n	Zıvana prizmatik kısmi yüzey sayısı
L	Zıvana boyu, mm
h	Zıvana genişliği, mm
D	Zıvana kalınlığı ve zıvana sırtları yarı çaplar toplamı, mm
A	Alan, mm ²
n	Kavela, soket-vida sayısı
D	Kavela, soket-vida çapı
L	Kavelanın karşı elemana giren aktif kısmının boyu
L	Soket-vida boyu
h_1	Zıvana yüksekliği, mm
h_2	Kayıt yüksekliği, mm
d_1	Kavela eksenleri arasındaki mesafe
d_2	Yüke çapraz konumdaki kavelanın merkezinden alt cumbaya olan uzaklığı
d_1	Vida eksenleri arasındaki mesafe
d_2	Yükün çapraz konumdaki vida ekseninden kayıt alt cumbasına olan uzaklığı
HG	Homojenlik grubu
$\bar{X}$	Aritmetik ortalama

1.GİRİŞ

İnsanın fizyolojik gereksinmelerini giderme aracı olarak kullanılan bir çok eşya gibi mobilyanın da tasarım, üretim ve kullanım boyutları bulunmaktadır. Yeni bir mobilya oluşturulmasında üç önemli tasarım alanı bulunmaktadır. Birincisi ve en önemlisi estetik tasarım, ikincisi fonksiyonel tasarım, üçüncüsü ise mühendislik tasarımıdır [1].

Estetik tasarım; alıcıların zevklerine hitap edecek, günün moda renk ve çizgilerinin etkisinde, mobilyada form, orantı, denge, ritim, doku ve benzerlerinin tasarlanmasını konu eden sanatsal bir faaliyet olup, daha çok insanın psikolojik ihtiyaçlarına yönelik çalışmaları içermektedir.

Fonksiyonel tasarım; tasarlanacak mobilyadan beklenecek işlemlerin tespiti ve belirlenen işlevlere göre mobilyanın planlanmasıdır.

Mühendislik tasarımı; kullanımda mobilyanın sağlamlığı, direnci ve muhtemel yüklere karşı davranışlarının hesaplanmasını konu edinmektedir [1].

Malzeme, ergonomi, üretim teknolojisi gibi konstrüksiyon tasarımı da mühendislik tasarımı alanının önemli bir ögesidir.

Mobilya elemanları ve/veya gruplarının birbirine bağlanması sorunlarına çözüm arayan konstrüksiyon tasarımında, rijit birleştirme sağlayan geleneksel bağlantı tekniklerine paralel olarak demonte birleştirme sağlayan alternatif bağlantı teknikleri de kullanılmaktadır.

Bu çalışmada kullanımı giderek artan tutkallı ve demonte bağlantı elemanları ile yapılan mobilya birleştirmelerinin direnç özellikleri araştırma konusu olarak seçilmiştir. Mobilya endüstrisinde yaygın kullanım alanı bulunan çam, kayın ve meşe odunları üzerinde yapılan denemelerde geleneksel birleştirme

tekniklerinden kavelalı ve zıvanalı birleştirmelerde karşılaştırma amacı ile aynı koşullarda test edilmiştir.

Böylece, geleneksel ve modern mobilya birleştirme tekniklerine ait sayısal verilerin denemeler sonunda elde edilerek ilgililerin yararına sunulması amaçlanmıştır.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Çerçeve tipi konstrüksiyonlarda uygulanan kavelalı tutkallı, zıvanalı tutkallı ve değişik tiplerde iki özel mekanik mobilya bağlantı malzemesi ile bunların kombinasyonundan oluşan bir bağlantı olmak üzere toplam beş tür birleştirme, statik yük altında denemelere alınmıştır. Çalışmanın amacı rijit birleştirme sağlayan geleneksel teknikler ile esnek birleştirme sağlayan alternatif bağlantıların davranış özelliklerine ait değerlerin karşılaştırılmasıdır. Deney sonuçlarına göre mekanik bağlantı elemanları ile yapılan alternatif birleştirmeler, geleneksel tutkallı birleştirmelere göre çok daha başarılı bulunmuşlardır [1].

Sandalye konstrüksiyon tasarımında kullanılan kavelalı, zıvanalı ve kavelalı zıvanalı birleştirmelerde, çekme ve eğilme testlerinin yapıldığı araştırmanın sonuçlarına göre, sandalyenin ön ve arka kayıtlarının, ayaklara kavelalı birleştirme ile, yan kayıtların ön ve arka ayaklara zıvanalı birleştirme ile bağlanmasının uygun olacağı bildirilmiştir [2].

Çam, kayın ve meşe odunlarında farklı soket vidalarla yapılan denemelerde, mukavemet üzerinde, soket – vida boyunun doğru, çapının ters orantılı etkiye sahip olduğu, ayrıca öndelik çap oranı ve vida dış adımı ile dış yüksekliğinin de soket vida tutma mukavemeti üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir [3].

Ahşap levhaların soket vida tutma yeteneklerinin araştırıldığı çalışma sonuçlarına göre, ahşap levha türlerinin soket-vida tutma mukavemeti üzerinde, özgül ağırlığın doğru orantılı etkisi bulunmuştur. Soket-vida bakımından ise vida uygulama boyu, dış sayısı, dış yüksekliğinin doğru, dış adımı aralığının ters orantılı etkisi olduğu belirtilmiştir [4].

Tek kavelalı köşe birleştirme uygulanan yonga levhalarda çekme ve basma deneylerinin uygulandığı araştırma sonuçlarına göre, kavela çapı ve kavela boyu arttıkça direncinde arttığı tespit edilmiştir [5].

Kama dişli birleştirmenin diğerk birleştirme tekniklerine göre odun tasarrufu sağladığından hareketle, farklı ağaç ve tutkal türlerinin değışik ortamlarda denendiğı araştırmanın sonuçlarına göre; PVAc tutkalı kullanılarak birleştirilen ağaç malzemenin kapalı ortamlarda, üre formaldehit tutkalı ile birleştirilenlerin normal iklim şartlarında pencere vb. üretiminde, fenol formaldehit tutkalı ile yapılan birleştirmenin ise açık hava iklim koşullarında kullanılmasının uygun olacağı belirtilmiştir [6].

Mobilya endüstrisi'nde kullanılan ahşap malzemelerin vida tutma direncinin belirlenmesi amacıyla mobilya imalatında yaygın olarak kullanılan vidaların, denendiğı çalışmanın sonuçlarına göre vida tutma direnci bakımından en etkili malzemenin her iki yönde de kayın tabakalı levha olduğı, bunu sırasıyla werzalit, MDF ve yonga levhanın izlediğı belirtilmiştir [7].

Farklı odunlar üzerinde, değışik kavela tipleri ile yapılan deney sonuçlarına göre; kavela özelliklerinin birleştirmenin direncini diğerk birleştirme elamanlarından daha fazla etkileyeceğı kavelalar arası uzaklık ile kavela çap ve boyunun gerekenden fazla arttırılmasının direncin azalmasına neden olduğı belirtilmiştir [8].

Farklı ap ve boylarda, düz ve yivli gövdeli kayından hazırlanmış kavelaların, am, meşe ve kayın odunları üzerindeki çekme dirençlerini belirlemek amacıyla yapılan çalışma sonuçlarına göre, boy birleştirmelerde en iyi sonucun meşe odununda, 36 mm boyunda ve 8 mm çapındaki kavelalar ile elde edildiğı belirtilmiştir [9].

am, meşe ve kayın odunları üzerinde 8 farklı kavela tipinin çekme deneylerine tabi tutulduğı denemeler sonucunda en birleştirmelerde en iyi direnç kayın odununda, 36 mm boyunda ve 10 mm çapındaki kavelalarla sağlandığı belirtilmiştir [10].

Mobilya ereve konstrüksiyon uygulamalarında yaygın kullanım alanı olan "T"

birleştirmelerin çekme direnci ve rasyonel kavela tipini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, deney örnekleri sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus borealis* L.) odunlarından hazırlanmış ve birleştirmelerde polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır. Boyları 36 ve 48 mm, çapları 8 ve 10 mm, gövdeleri düz ve yivli olmak üzere kayın odunundan elde edilen kavelalar kullanılmıştır. Odun türleri arasında direnç sıralamasının meşe, kayın ve çam şeklinde olduğu, 36 mm boyundaki kavelalar 48 mm boyundaki kavelalara göre daha mukavemetli bulunduğu 36 mm boyundaki kavelalardan çapı 8 mm olanlar çamda, 10 mm olanlar ise kayın ve meşede daha başarılı olduğu belirtilmiştir [11].

Mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında uygulanan geleneksel ve alternatif birleştirmelerin mekanik özelliklerinin araştırıldığı çalışma sonuçlarına göre, dönüşümlü birleştirme sağlayan alternatif bağlantı elemanlarıyla yapılan birleştirmeler, geleneksel tutkallı birleştirmelere göre daha başarılı bulunduğu tespit edilmiştir [12].

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Ağaç Malzeme

Denemelerde ağaç malzeme olarak mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yerli ağaç türlerinden sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve meşe (*Quercus borealis* L.) odunları kullanılmıştır. Piyasadan “Rasgele Seçim” (Randomly Selected) yöntemi ile temin edilen keresteler havalandırılan ve direk güneş ışığı almayan bir ortamda aralarında göknar latalar konularak 1 sene süre ile istiflenmiştir. Daha sonra 20 ± 2 °C sıcaklık $\% 65 \pm 5$ bağıl nem şartlarındaki iklim odasında denge rutubetine ulaşmaya kadar ($\%12$) bekletilmişlerdir.

3.1.1. Sarı Çam

Sarıçam, çam odunun tercih edildiği mobilya türlerinde yoğun olarak kullanılır. Doğal renginde veya örtücü boya uygulanmış halde kapı ve pencere yapımında en fazla kullanılan ağaç çeşididir [13].

Lambri ve tavanların alt konstrüksiyonunda olumlu sonuç verir [14].

3.1.2. Kayın

Kayın odunu sert ve ağırdır, aşınmaya karşı önemli miktarda direnç gösterir. Üst yüzey işlemleri için elverişlidir. Bu özellikleri sebebiyle Türkiye Mobilya Endüstrisinde en yaygın kullanımı olan ağaç odunu kayındır. Ayrıca çeşitli dekorasyon elemanları, tabakalı ağaç malzeme, çeşitli deniz araçları, araba kasaları, marangoz tezgahı, ayakkabı kalıbı ve topuğu, maden direği ve emprenye edilmesi kaydıyla travers, oyuncak, çeşitli alet ve takım saplarının üretimi kayın odunun önemli kullanım yerleri olarak sayılabilir [13].

3.1.3. Meşe

Meşe odunu estetik değeri ve mukavemetli yapısından dolayı mobilya ve dekorasyon endüstrisinde beğeniyle kullanılır. Değişik hava şartlarına dayanıklı olması iç ve dış doğrama işlerinde, sürtünmeye karşı direnci parke üretiminde kullanımını artırmaktadır. Kaplama ve masif olarak her çeşit mobilyada kullanılır, ancak tanenli olmasının dezavantaj yaratmasına dikkat edilmelidir. Denemelerde kullanılan ağaç malzemenin mekanik özelliklerine ait değerler Çizelge 3.1'de verilmiştir [13].

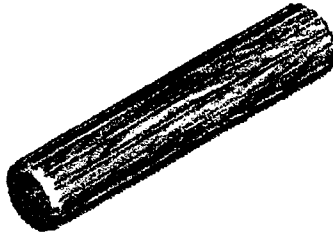
3.2. Kavela

İki mobilya elemanını birbirini bağlamaya yarayan tutkallı veya tutkalsız uygulanabilen ahşap malzemelerdir [1].

Kavelalı birleştirmelerde cumbaların arasında açıklık kalmaması için deliklerin herbirine bir miktar havşa açılmalıdır. Kavela boyları da iki tahtaya açılan karşılıklı delik derinlikleri toplamından bir milimetre kısa olmalı ve uçlarına pah kırılmalıdır [15].

Kavela uygulamada düz ya da yivli gövdeli, değişik çap ve boylarda kullanılabilir. Denemelerde piyasadan rassal olarak temin edilen, 8 mm çapında, 35 mm boyunda, yivli gövdeli TS 4539'da belirtilen özelliklerde kayın odunundan hazırlanan kavelalar kullanılmıştır [16].

Denemelerde kullanılan kavelaya ait bir örnek Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Kavela

Çizelge 3.1. Ağaç malzemenin mekanik özellikleri

Ağaç Türü	Fiziksel Özellikler		Mekanik Özellikler							
	Özgül Ağırlık (gr/cm ³)	Deformasyon (%)	Çekme Lif. Paralel (Kp/cm ²)	Çekme Lif. Dik (Kp/cm ²)	Yarılma Lif. Dik (Kp/cm ²)	Basınç Direnci (Kp/cm ²)	Makaslama Direnci (Kp/cm ²)	Eğilme Direnci (Kp/cm ²)	Elastik Modülü (Kp/cm ²)	Sertlik Brinell (Kp/cm ²)
Çam	0,65 0,80	12,3	1040	17,4	5,1	379	36	648	102x10 ³	2,3
Kayın	0,65 0,85	15,5	660	31,1	8,6	365	54	870	125x10 ³	3,4
Meşe	0,65 1,14	12,2	900	17,4	5,1	610	110	980	117x10 ³	6,4

3.3. Tutkal

Bu çalışmada uygulanan tutkallı birleştirmelerde, soğuk olarak kullanılması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz olması gibi özellikleri sebebiyle polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır.

3.3.1. Polivinilasetat tutkalı (PVAc)

PVAc yapıştırıcısı; vinil asetat monomerinin sulu ortamdaki polimerizasyonu ile elde edilen polivinilasetat ile bazı katkı maddeleri içeren sulu emülsiyonlardır [17].

Polivinilasetat tutkalının, 150 – 200 gr/m² hesabı ile, birleştirilecek yüzeylerden bir tanesine sürülmesi iyi bir birleştirme için yeterli olmaktadır. Ancak yapıştırıcının yapışma niteliğini kazanması için beklenen süre, bileşimi ile birleştirme ortamının sıcaklığına göre değişebilmekle birlikte, ortalama 5 – 15 dakikadır [6].

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

Presleme basıncı, iğne yapraklı ağaçlarda 2-3 kg/cm², geniş yapraklı ağaçlarda ise 5-6 kg/cm² 'dir [14].

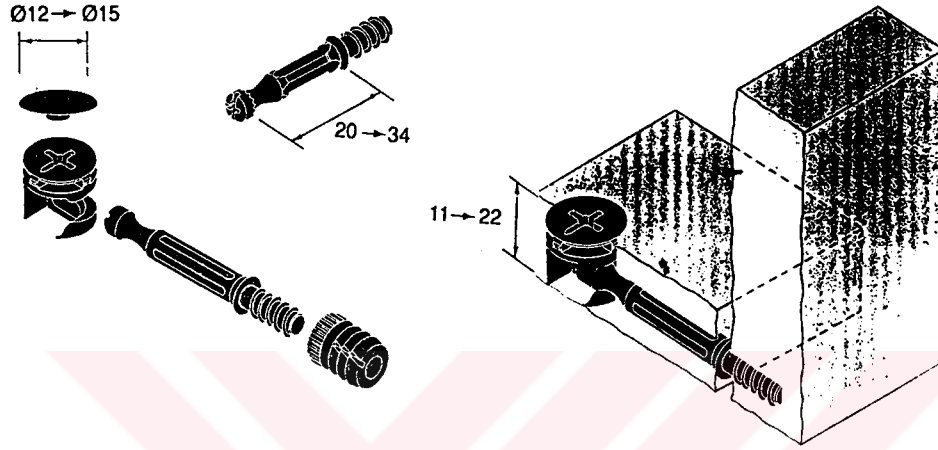
3.4. Bağlantı Elemanları

3.4.1. Silindirik-eksantrik bağlantı elemanı (minifix)

Merkezden kaçırılmış noktaların meydana getirdiği kavisli bir çizgiden oluşan

silindirik bir elemanın bir ucu vidalı diğer ucu özel form veya şekilli bir başka elemanı sıkması esasına göre çalışan galvanizli metal yada çeşitli alaşımlardan yapılan bağlantı gereçleridir [1].

Denemelerde kullanılan minifix'e ait bir örnek Şekil 3.2'de verilmiştir.

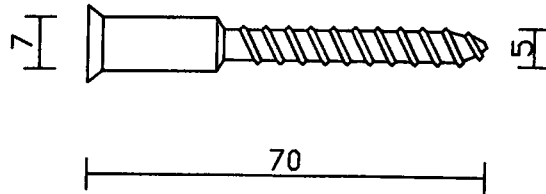


Şekil 3.2. Minifix bağlantı elemanı

3.4.2. Vida bağlantı elemanı

Vidalar, çelik, pirinç, bakır, bronz, kadmiyum, aliminyum gibi malzemelerden yapılan bağlayıcılardır. Spiral bağlama etkileri nedeniyle çivilere göre daha fazla direnç gösterirler [1].

Denemelerde kullanılan vidaya ait bir örnek Şekil 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.3 Vida bağlantı elemanı

3.5. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilya kavelalı "T" birleştirme denemeleri için TS 4539'da belirtilen esaslara uygun olarak 240 adet numune hazırlanmıştır [16].

Araştırmada ; Mobilya endüstrisinde uygulanan çerçeve konstrüksiyonlar "Yığın" çekme ve eğilme mukavemet elemanları ise "Örnekleme" grubu olarak kabul edilmişlerdir. "Örnekleme" alanının geniş olması nedeniyle kademeli rassal örnekleme yöntemi seçilmiştir.

Malzeme türlerini temsilen çam, kayın ve meşe odunu, PVA tutkalı ve iki özel bağlantı elemanı, birleştirme türlerini temsilen ise kavelalı, zıvanalı, minifixli ve vidalı birleştirmeler seçilmiştir.

Gerek malzeme gerekse birleştirme türlerinin seçiminde uygulamadaki gerçeklerin temsili esas alınmış olup, malzemeler Ankara-Siteler piyasasından rastgele seçim (Randomly selected) yöntemi ile seçilmiştir.

3.5.1. Deneme deseni

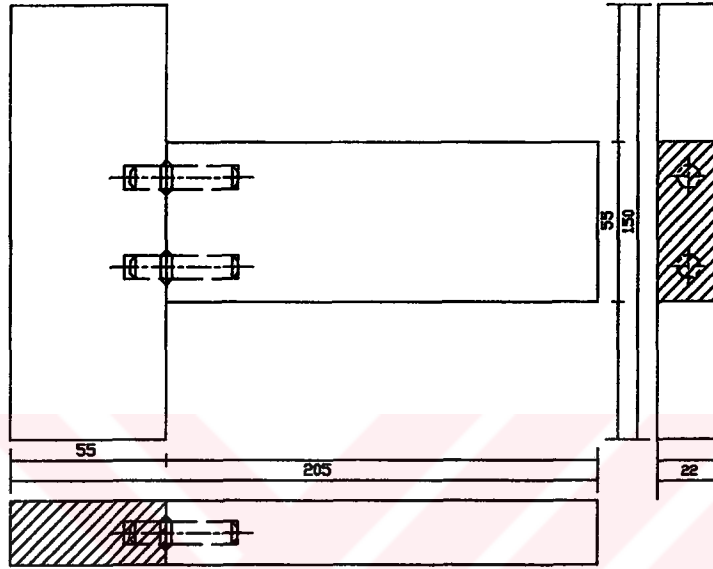
Araştırmada "Eşit Yinelemeli Rassal Deneme Deseni " yöntemi kullanılmış olup, oluşturulan deneme deseni Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Deneylerde kullanılan deneme deseni

Yükleme Yöntemi	Ağaç Türü	Birleştirme Çeşidi	Adedi
Çekme	Çam	Zivana	10
		Kavela	10
		Minifix	10
		Vida	10
	Kayın	Zivana	10
		Kavela	10
		Minifix	10
		Vida	10
	Meşe	Zivana	10
		Kavela	10
		Minifix	10
		Vida	10
Eğilme	Çam	Zivana	10
		Kavela	10
		Minifix	10
		Vida	10
	Kayın	Zivana	10
		Kavela	10
		Minifix	10
		Vida	10
	Meşe	Zivana	10
		Kavela	10
		Minifix	10
		Vida	10
Toplam Numune Sayısı			240

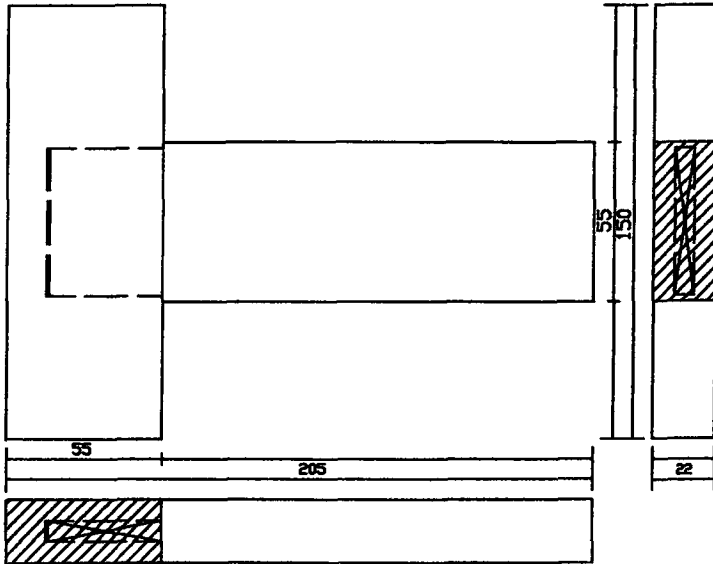
3.5.2. Birleştirmeler

Denemelerde kullanılan kavelalı birleştirme numunelerine ait bir örnek şekil 3.4'de verilmiştir.



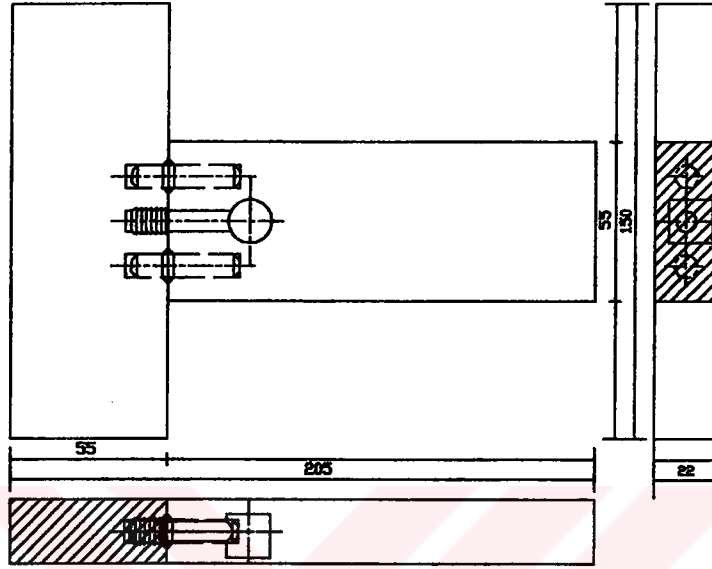
şekil 3.4. Kavelalı birleştirme

Denemelerde kullanılan zıvanalı birleştirme numunelerine ait bir örnek şekil 3.5'de verilmiştir.



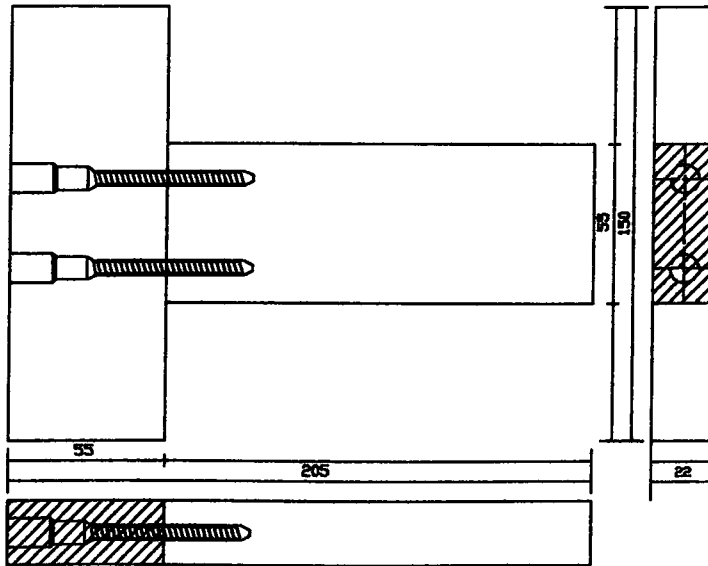
şekil 3.5. Zıvanalı birleştirme

Denemelerde kullanılan minifixli birleştirme numunelerine ait bir örnek Şekil 3.6'da verilmiştir.



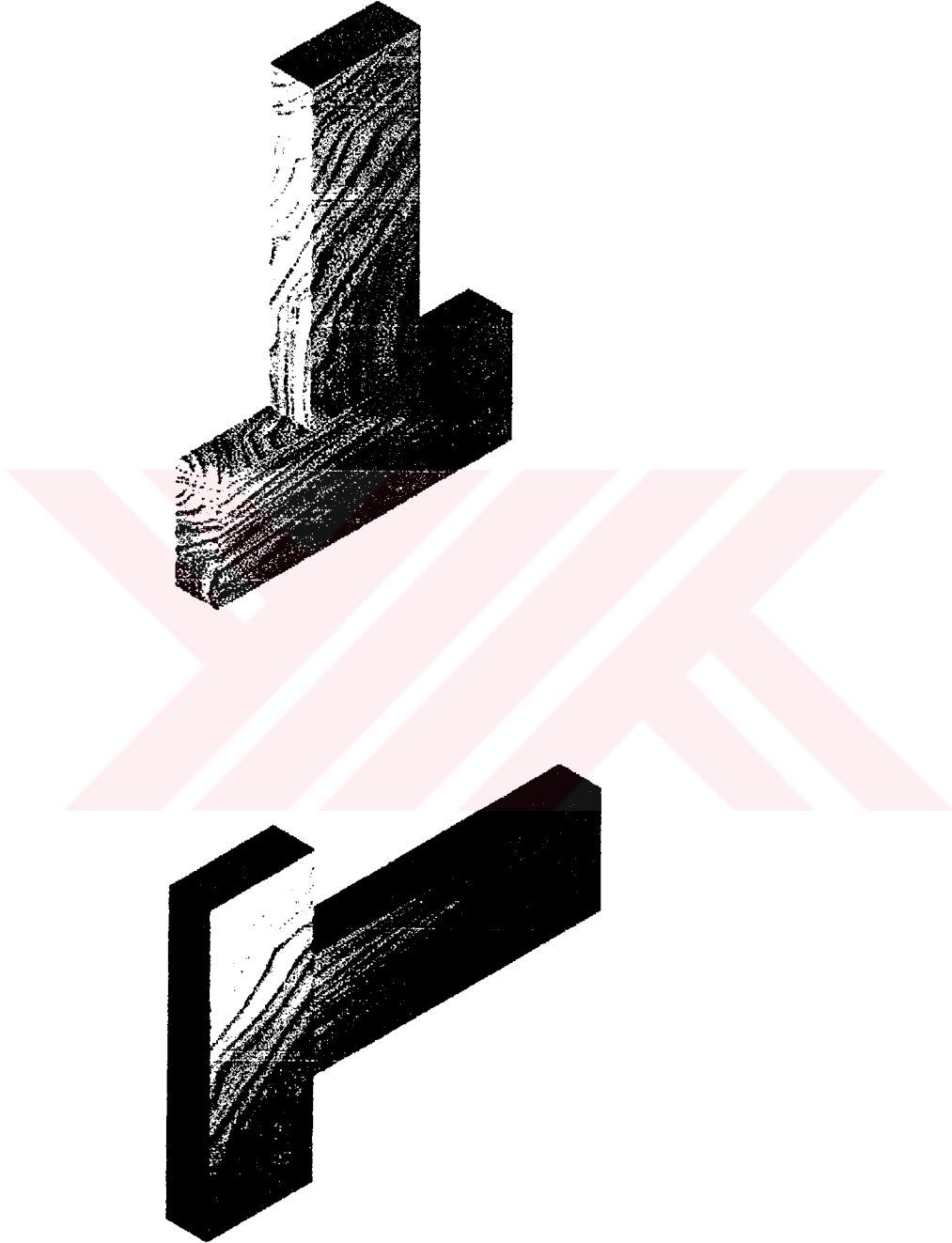
Şekil 3.6. Minifixli birleştirme

Denemelerde kullanılan vidalı birleştirme numunelerine ait bir örnek Şekil 3.7'de verilmiştir.



Şekil 3.7. Vidalı birleştirme

Çekme ve eğilme deney örneklerine ait perspektif resimler Şekil 3.8'de verilmiştir.



Şekil 3.8. Çekme ve eğilme elemanlarının perspektif görüşleri

3.5.3. Kondisyonlama işlemleri

Deney örnekleri, deney öncesi kondisyonlama işlemine tabi tutulmuştur. Bu maksatla 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem ortamında bir ay süre ile bekletilmiştir. Son altı saat aralık ile yapılan ölçümlerde değişmez ağırlığa ulaştıkları belirlendikten sonra gruplar halinde denemelere alınmışlardır. Ağırlık ölçümleri 0.001 gr duyarlıklı analitik terazi ile yapılmıştır. Bu işlem için ISO 6237 ve TS 2471 'de belirtilen esaslara uyulmuştur [18, 19].

3.6. Deney Metodları ve Deney Düzenekleri

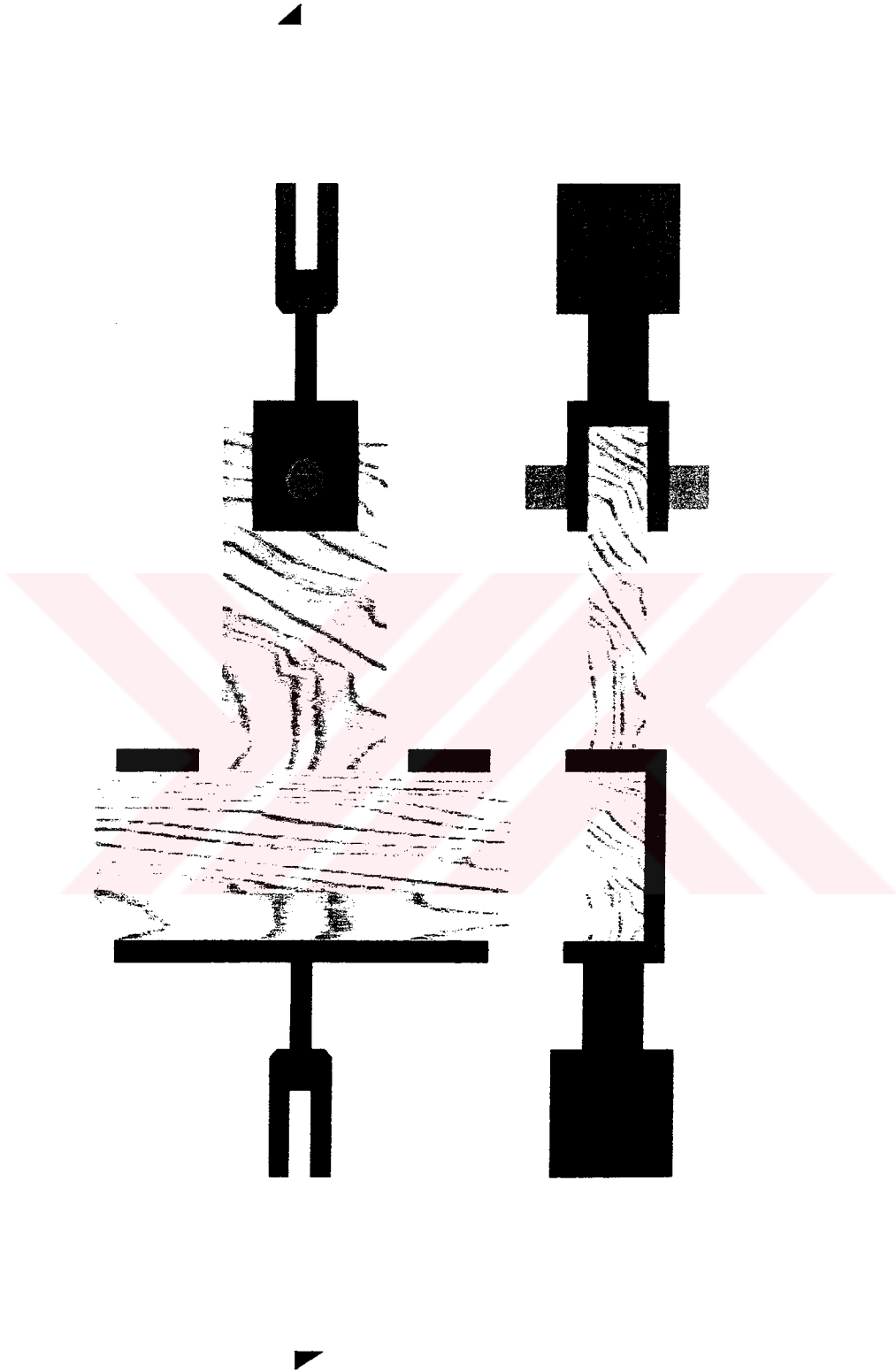
Deneylerde, mobilya konstrüksiyonu ve endüstriyel kullanım yerleri dikkate alınarak ASTM-D 1037, BSI 6948'de belirtilen esaslara uyulmuştur [20, 21].

Çekme ve eğilme deneylerinde kuvvetin birleşme yüzeyine dik tesir etmesine özen gösterilmiştir. Çekme deney düzeneği Şekil 3.9'da, eğilme deney düzeneği Şekil 3.10'da verilmiştir.

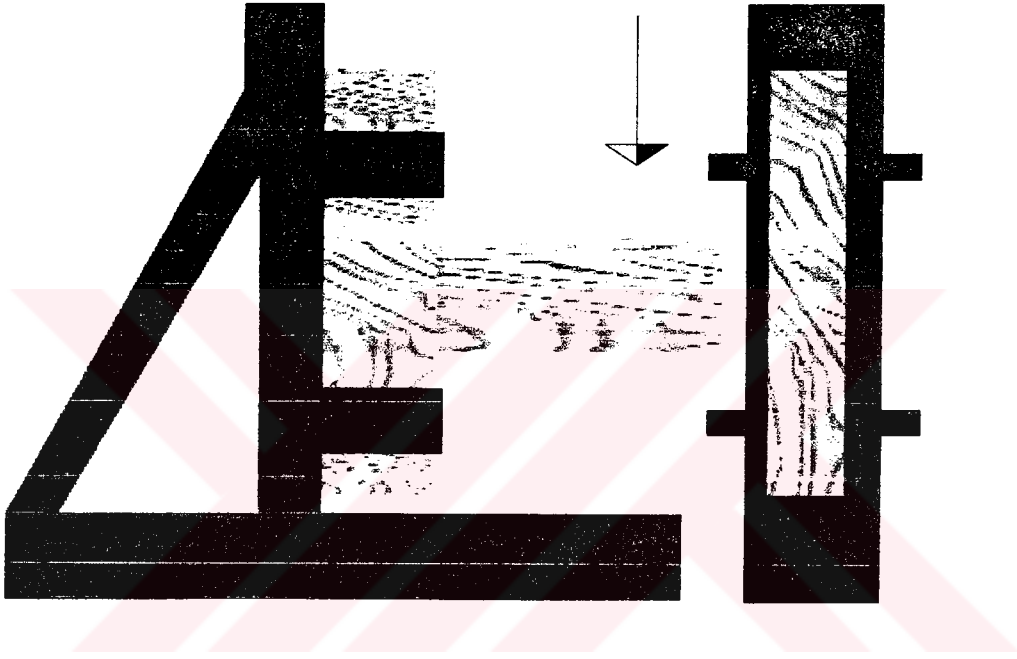
3.7. Deney Makinaları

Deneylerde, 4 tonluk "Üniversal Test" makinesi ile 3 tonluk "Basınç" makinesi kullanılmıştır. Denemelerde kullanılan kalıplara ve standartlara uyularak çekme elemanları üniversal test makinesinde, eğilme elemanları ise basınç makinesinde deneye tabi tutulmuşlardır.

Üniversal test makinesinin basınç kolonu dakikada 2 mm'lik bir yol alacak şekilde ayarlanmış ve denemeler tedricen artan statik yükleme ile yapılmış olup, ISO 6237' de belirtilen esaslara uyulmuştur [18].



Şekil 3.9. Çekme elemanları deney düzeneği



Şekil 3.10. Eğilme elemanları deney düzeneği

3.8. Gerilme Analizleri

Çekme ve eğilme deneylerine ait gerilme analizleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. Buna göre;

3.8.1. Çekme gerilmeleri

Denemelerde elde edilen maksimum yük (F_{max}) değerleri, her bir birleştirmenin mukavemet alanları (A)'na bölünmek suretiyle gerilme (σ) değerleri hesaplanmıştır.

3.8.1.1. Zıvanalı tutkallı birleştirme

Zıvanalı tutkallı birleştirmelerde çekme gerilmeleri;

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{F_{max}}{n.(L.h) + \pi.D.L} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır [1].}$$

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{\text{Maksimum yük}}{\text{Mukavemet alanı}} = \frac{F_{max}}{A} \text{ N/mm}^2$$

Burada :

F_{max} : Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N.mm)

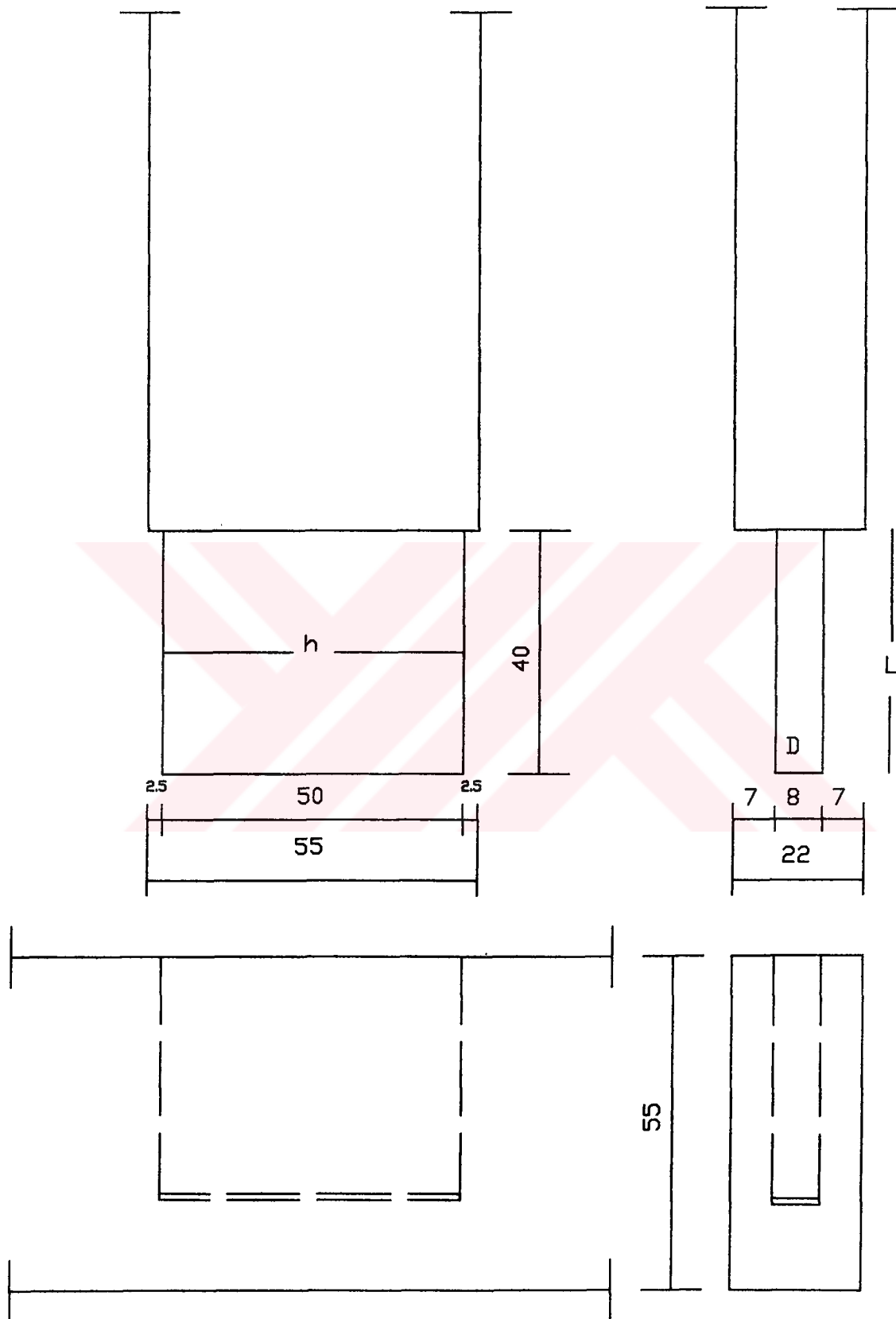
n : Zıvana prizmatik kısmi yüzey sayısı

L : Zıvana boyu (mm)

h : Zıvana genişliği (mm)

D : Zıvana kalınlığı ve zıvana sırtları yarı çaplar toplamı (mm)

Zıvanalı tutkallı birleştirme çekme mukavemet elemanlarına ait bir örnek Şekil 3.11'de verilmiştir.



Şekil 3.11. Zıvanalı tutkalı birleştirme çekme elemanlarına ait örnek(boyutlar mm)

3.8.1.2. Kavelalı tutkallı birleştirme

Kavelalı tutkallı birleştirmede çekme gerilmeleri;

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{F_{\max}}{n \cdot \pi \cdot D \cdot L} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır [1].}$$

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{\text{Maksimum yük}}{\text{Mukavemet alanı}} \quad \sigma = \frac{F_{\max}}{A} \text{ N/mm}^2$$

Burada;

$F_{\max}$:Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N.mm)

n :Kavela sayısı

D :Kavela çapı (mm)

L :Kavelanın karşı elemana giren aktif kısmının boyu (mm)

Kavelalı tutkallı birleştirme çekme mukavemet elemanlarına ait bir örnek Şekil 3.12'de verilmiştir.

3.8.1.3. Minifixli mekanik birleştirme

Minifixli mekanik birleştirmelerde çekme gerilmeleri,;

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{F_{\max}}{n \cdot (\pi \cdot D \cdot L)} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır [1].}$$

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{\text{Maksimum yük}}{\text{Mukavemet Alanı}} \quad \sigma = \frac{F_{\max}}{A} \text{ N/mm}^2$$

Burada;

F_{max} :Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N.mm)

n :Soket-vida sayısı

D :Soket-vida çapı (mm)

L :Soket-vida boyu (mm)

Minifixli mekanik birleştirme çekme mukavemet elemanlarına ait bir örnek Şekil 3.13'de verilmiştir.

3.8.1.4. Vidalı mekanik birleştirme

Vidalı mekanik birleştirmelerde çekme gerilmeleri;

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{F_{max}}{n \cdot (\pi \cdot D \cdot L)} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır [1].}$$

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{\text{Maksimum yük}}{\text{Mukavemet alanı}} = \frac{F_{max}}{A} \text{ N/mm}^2$$

Burada;

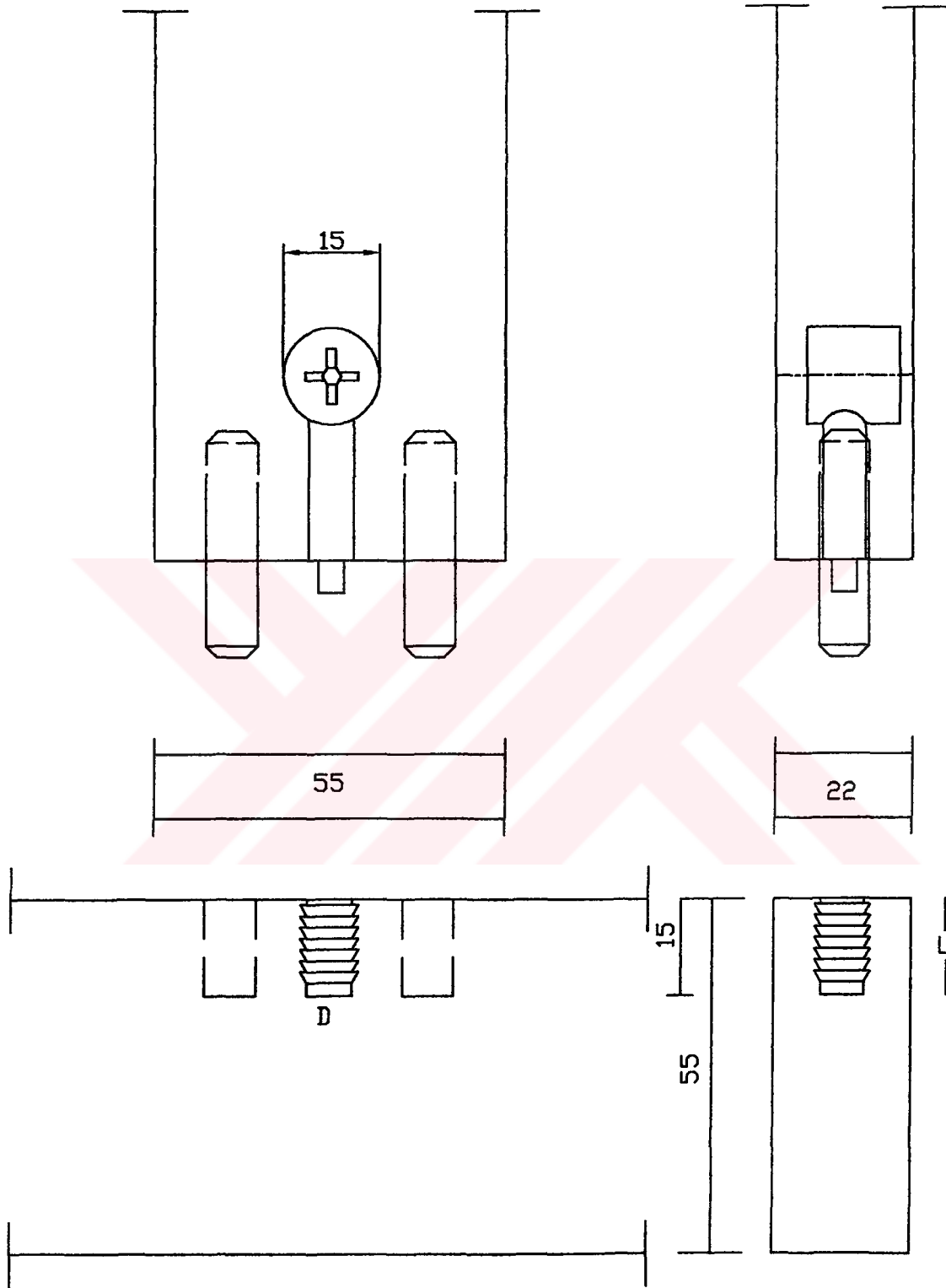
F_{max} :Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N.mm)

n :Soket-vida sayısı

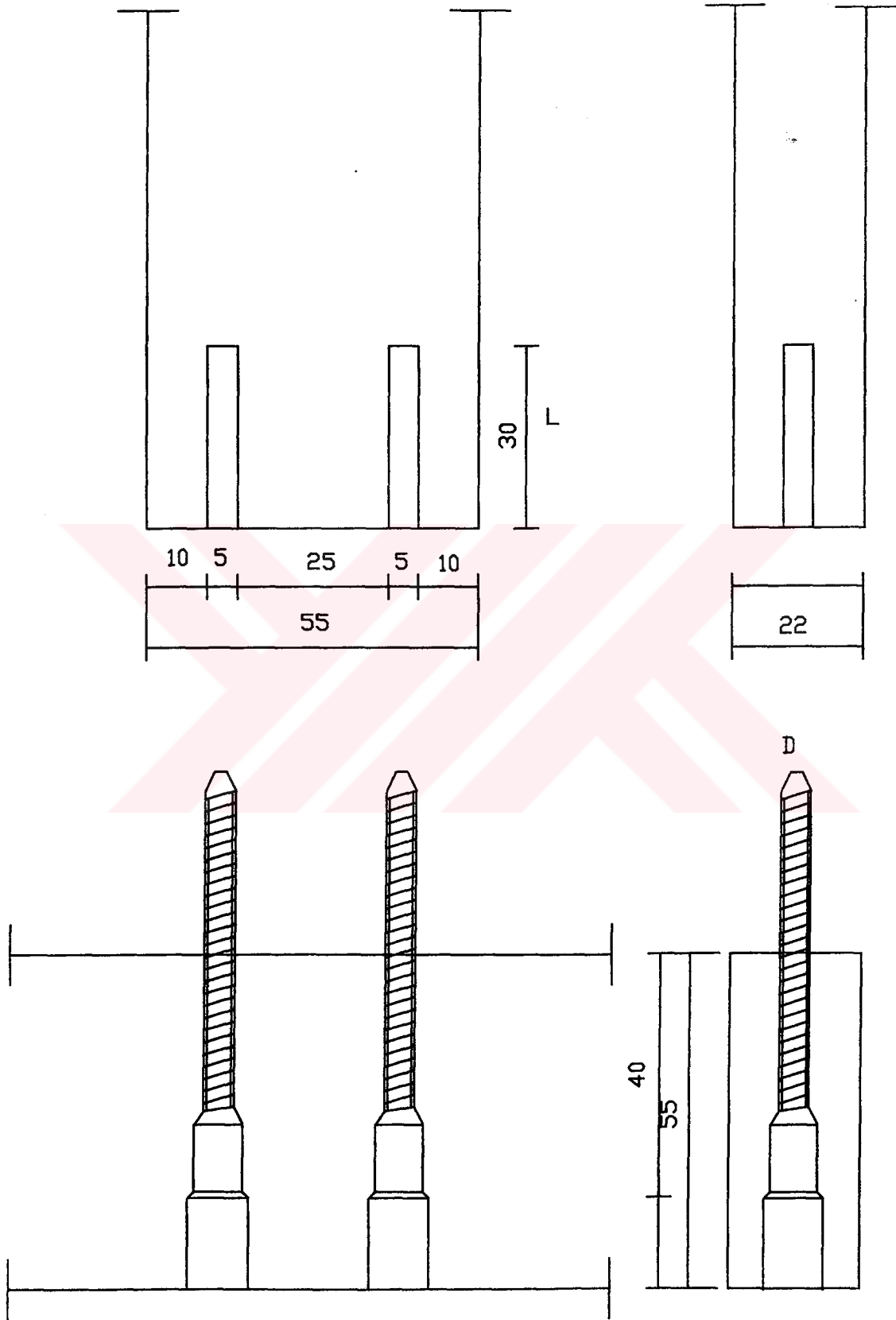
D :Soket-vida çapı (mm)

L : Soket-vida boyu (mm)

Vidalı mekanik birleştirme çekme mukavemet elemanlarına ait bir örnek Şekil 3.14'de verilmiştir.



Şekil 3.13. Minifixli mekanik birleştirme çekme elemanlarına ait örnek



Şekil 3.14. Vidalı mekanik birleştirme çekme elemanlarına ait örnek

3.8.2. Eğilme gerilmeleri

Eğilme gerilmelerinin analizi büyük oranda çekme elemanlarında yapılan işlemlerin tekrarını içermektedir. Eğilme hesaplarında, önce verilenlere göre çekme gerilmeleri hesaplanmakta, bulunan değerler ilgili birleştirmelerin iç moment kollarına bölünmektedir [1].

Birleştirme elemanlarında yer değiştirme, kuvvetin etkidiği üst kısmında daha fazla açıklık şeklinde oluşmaktadır. Mekanik birleştirmelerde yer değiştirme miktarları tutkallı birleştirmelere göre daha küçük olmaktadır. Birleştirmenin esnekliği açısından bu durum uygulamada bir avantajdır [1].

3.8.2.1. Zıvanalı tutkallı birleştirme

Zıvanalı tutkallı birleştirmelerde eğilme gerilmeleri;

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{\frac{F_{\max}}{n \cdot (L \cdot h) + \pi \cdot D \cdot L}}{d} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır [1].}$$

Burada :

$F_{\max}$: Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N.mm)

n : Zıvana prizmatik kısmi yüzey sayısı

L : Zıvana boyu (mm)

h : Zıvana yüksekliği (genişliği) (mm)

D : Zıvana kalınlığı ve zıvana sırtları yarı çaplar toplamı (mm)

d : $0,24h_1 + 0,57h_2$

h_1 : Zıvana yüksekliği (genişliği)(mm)

h_2 : Kayıt yüksekliği (genişliği)(mm)

Zıvanalı tutkallı birleştirme eğilme mukavemet elemanlarına ait örnek Şekil 3.15'de verilmiştir.

3.8.2.2. Kavelalı tutkallı birleştirme

Kavelalı tutkallı birleştirmede eğilme gerilmeleri;

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{F_{\max}}{\frac{n \cdot \pi \cdot D \cdot L}{d}} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır [1].}$$

Burada;

$F_{\max}$:Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N.mm)

n :Kavela sayısı

D :Kavela çapı (mm)

L :Kavelanın karşı elemana giren aktif kısmının boyu (mm)

d : $\frac{d_1 + d_2}{2}$ (mm)

d_1 :Kavela eksenleri arasındaki mesafe (mm)

d_2 :Yüke çapraz konumdaki kavelanın merkezinden alt cumbaya uzaklığı(mm)

Kavelalı tutkallı birleştirme eğilme mukavemet elemanlarına ait bir örnek Şekil 3.16'da verilmiştir.

3.8.2.3. Minifixli mekanik birleştirme

Minifixli mekanik birleştirmelerde eğilme gerilmeleri;

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{F_{\max}}{\frac{n \cdot (\pi \cdot D \cdot L)}{d}} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır [1].}$$

Burada;

F_{max} :Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N.mm)

n :Soket-vida sayısı

D :Soket-vida çapı (mm)

L : Soket-vida boyu (mm)

d : $\frac{d_1+d_2}{2}$ (mm)

d_1 : Minifix eksenleri arasındaki mesafe (mm).

d_2 : Yükün çapraz köşesindeki minifix ekseninden kayıt alt cumbasına olan uzaklık (mm).

Minifixli mekanik birleştirme eğilme mukavemet elemanlarına ait bir örnek Şekil 3.17'de verilmiştir.

3.8.2.4. Vidalı mekanik birleştirme

Vidalı mekanik birleştirmelerde eğilme gerilmeleri;

$$\text{Gerilme } (\sigma) = \frac{F_{max}}{\frac{n \cdot (\pi \cdot D \cdot L)}{d}} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden yararlanılmıştır [1].}$$

Burada;

F_{max} :Defleksiyon anında göstergeden okunan maksimum yük değeri (N.mm)

n :Vida sayısı

D :Vida çapı (mm)

L :Vidanın karşı elemana giren aktif kısmının boyu (mm)

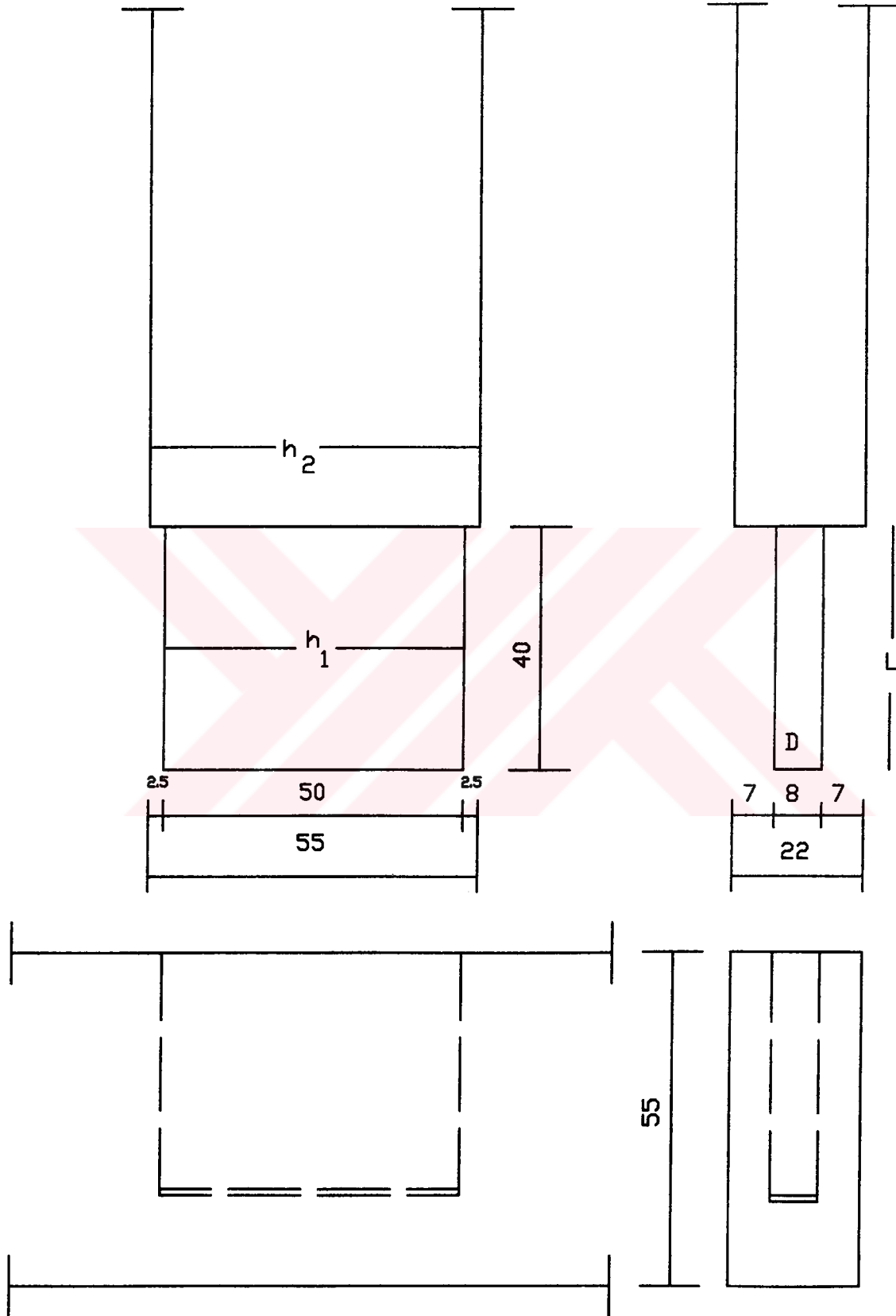
d : $\frac{d_1+d_2}{2}$ (mm)

d1 : Vidanın eksenleri arasındaki mesafe (mm).

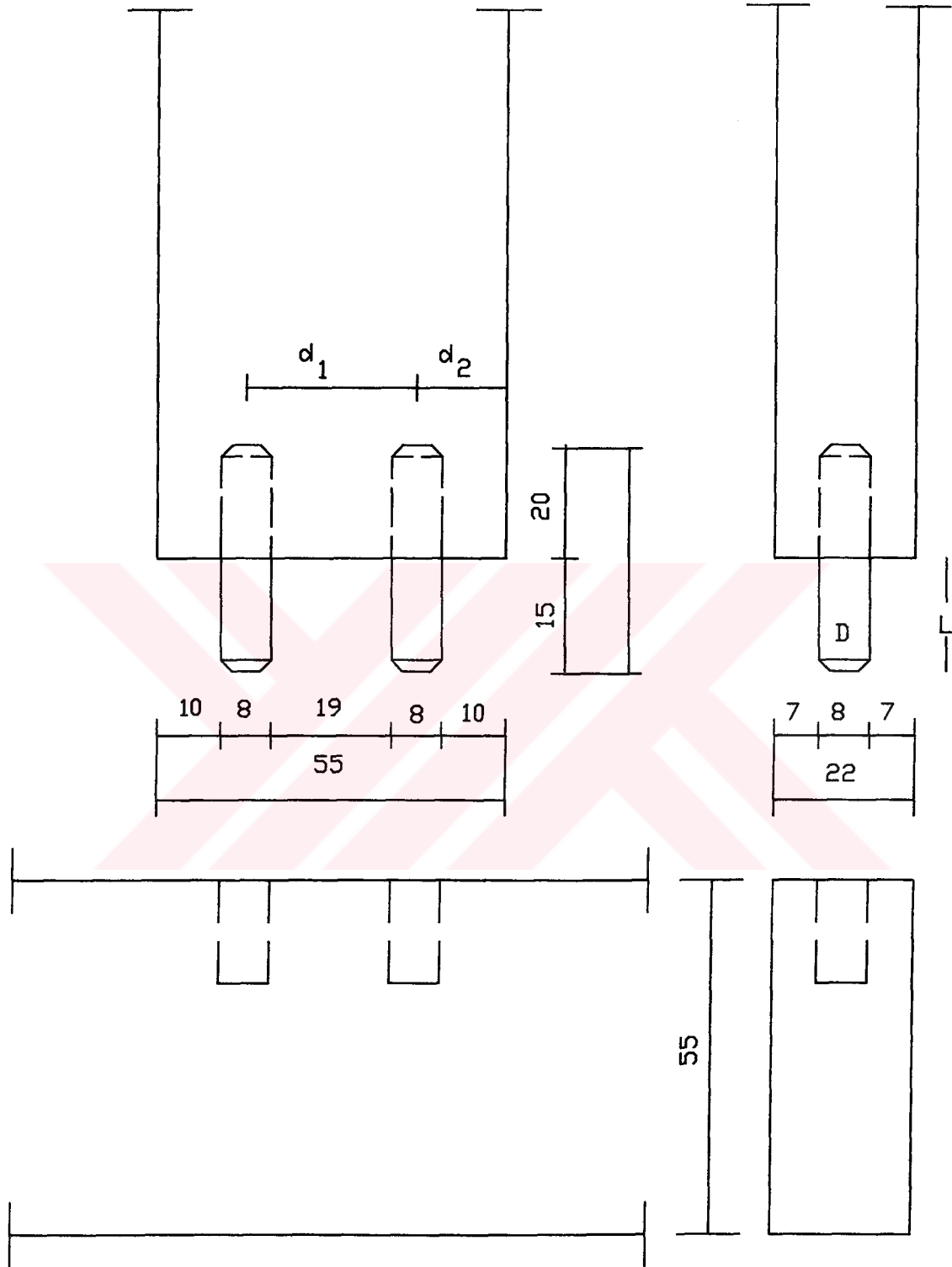
d2 : Yükn çapraz köşesindeki vida ekseninden kayıt alt cumbasına olan uzaklık (mm).

Vidalı mekanik birleştirme eğilme mukavemet elemanlarına ait bir örnek Şekil 3.18'de verilmiştir.

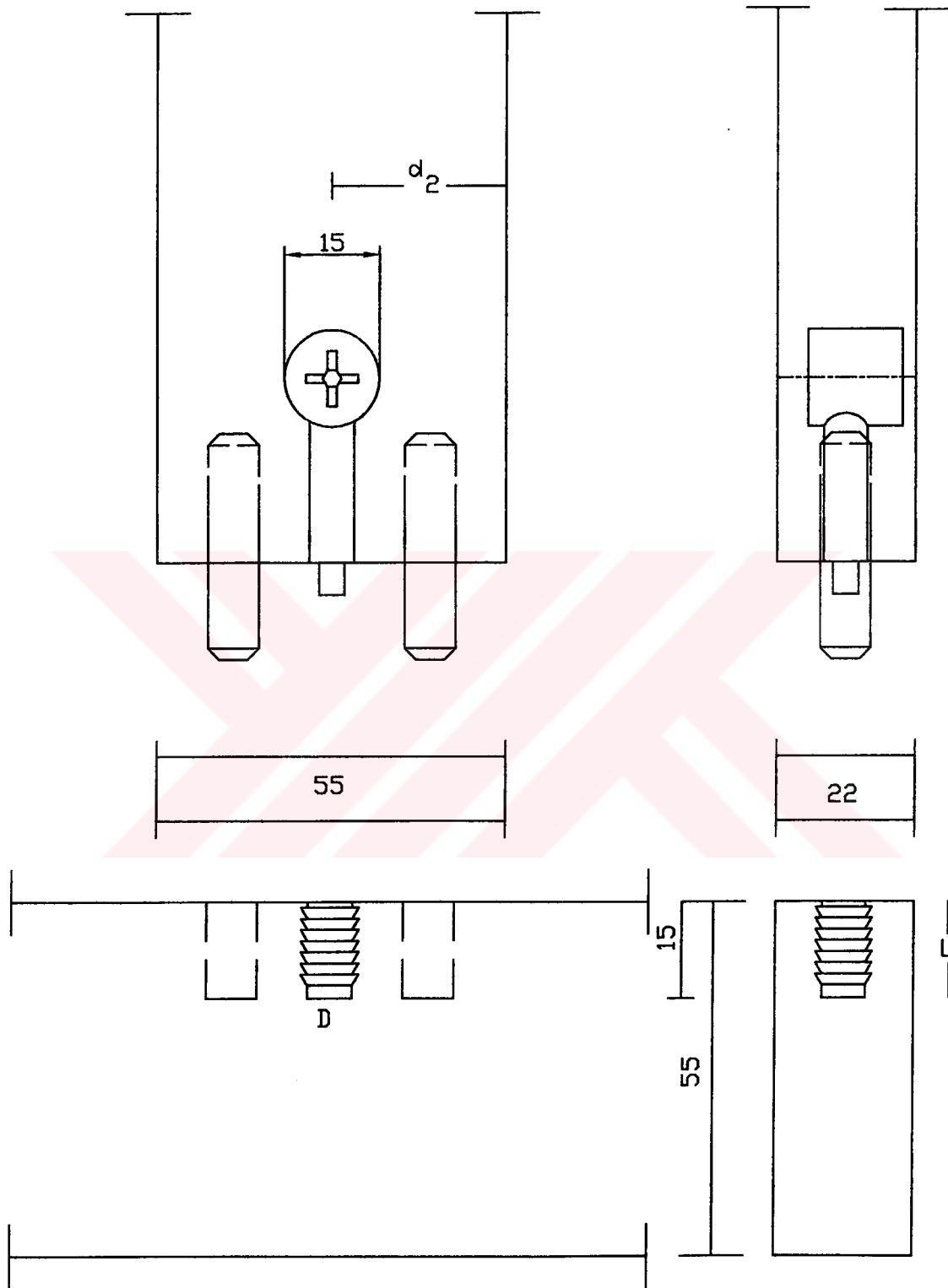




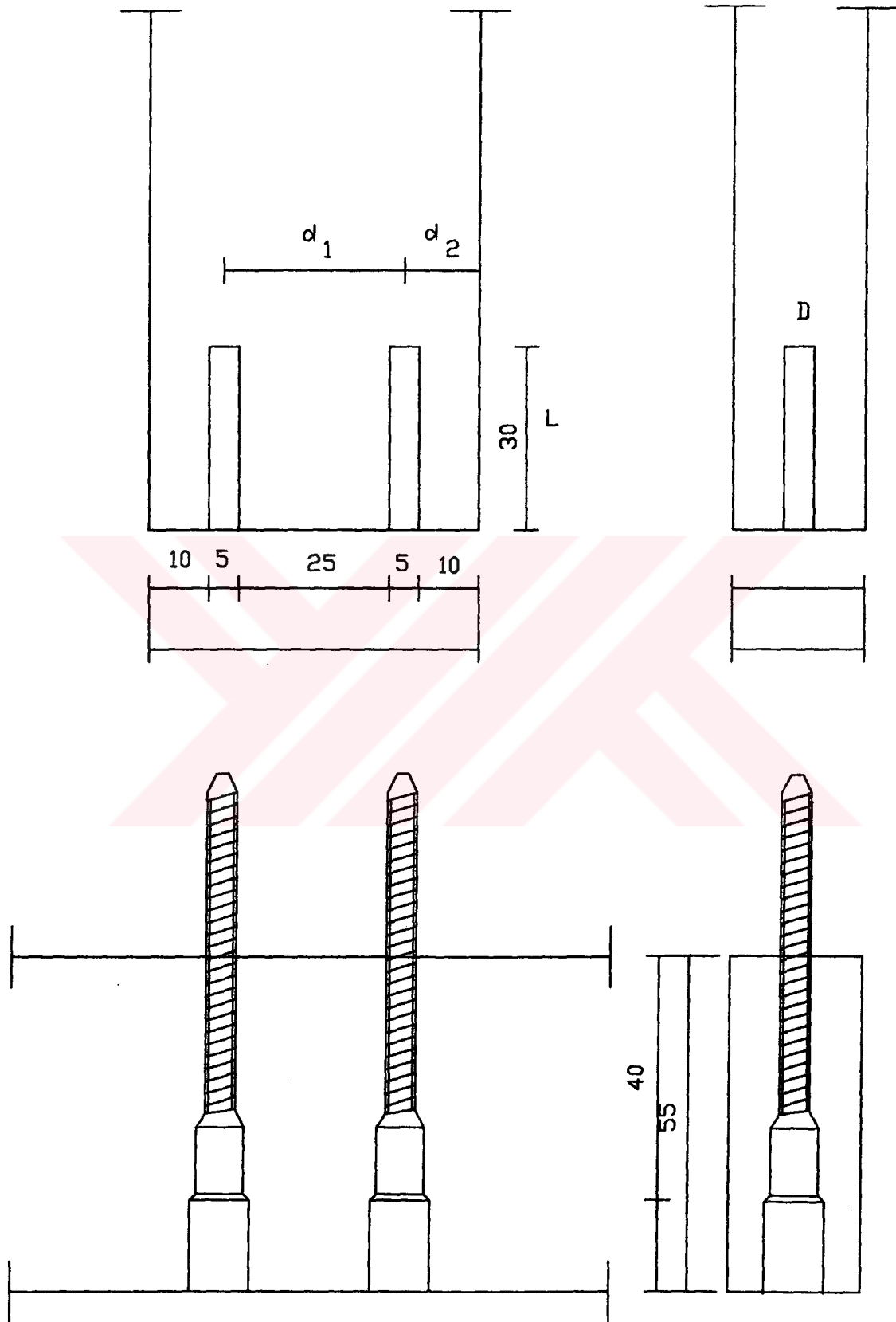
Şekil 3.15. Zıvanalı tutkallı birleştirme eğilme elemanlarına ait örnek



Şekil 3.16. Kavelalı birleştirme eğilme elemanlarına ait örnek



Şekil 3.17. Minifixli mekanik birleştirme eğilme elemanlarına ait örnek



Şekil 3.18. Vidalı mekanik birleştirme eğilme elemanlarına ait örnek

3.9. Mukavemet Hesabı

Çekme elemanları teorik mukavemet değerleri beyaz tutkal kullanılarak gerçekleştirilen kavelalı ve zıvanalı birleştirmelerde, 5 N/mm^2 alınmıştır. Mekanik birleştirmelerde ise (minifixli, vidalı) 7 N/mm^2 alınmıştır. Söz konusu değerlerin mukavemet alanları ile çarpımından her bir birleştirme için teorik mukavemeti hesaplanmıştır [1].

Eğilme mukavemetinin hesaplanmasında çekme hesabındaki işlemler tekrar edilmektedir. Ancak iç moment kolu gerilmede çarpan, mukavemet hesabında ise bölen olarak hesaba katılmıştır. Mukavemet hesaplarında çekmede olduğu gibi işlemler yürütülmüş, bulunan değerler iç moment kolunun $1/2$ veya $1/3$ 'üne bölünmüştür [1].

Literatürde teorik hesapların deneylerden daha küçük çıkması tercih edilmektedir. Çünkü deneylerde mukavemete etkili faktörler tam olarak analiz edilememektedir [1].

Çekme ve eğilme deneyi sonuçları ile hesaplanan değerlerin karşılaştırılması Çizelge 3.2'de verilmiştir.

3.10. İstatistik Metod

Deneme gruplarına ait her birleştirme tipinin çekme ve eğilme direncine etkisi çoklu varyans analizi ile belirlenmiş, farklılıkların (%5'e göre) anlamlı çıkması halinde, bu farklılıkların birleştirme tipleri arasındaki önemi için LSD testi kullanılmıştır.

Çizelge 3.3. Deney sonuçları ile hesaplanan değerlerin karşılaştırılması

Yükleme Yöntemi	Ağaç Türü	Deney Sonucu $F_{max(n)}$	Muk Alanı $A(mm)$	Gerilme $(\sigma)_{Ort.}$ (N/mm^2)	Emn. Gerilme. (N/mm^2)	İç moment Kolu(d)	Hesap Muk (N/mm)	Fark Deney-sonuç
Çekme	Çam	9663	4364,8	2,214	0,738	-	21824	+116
		7140	753,6	9,475	3,158	-	3768	-47
		2700	376,8	7,166	2,388	-	2638	-2
		6180	942	6,561	2,187	-	6594	+7
	Kayın	13971	4364,8	3,201	1,067	-	21824	+56
		8146	753,6	10,810	3,603	-	3768	-54
		3474	376,8	9,222	3,074	-	2638	-24
		12594	942	13,370	4,456	-	6594	-48
	Meşe	11392	4364,8	2,610	0,87	-	21824	+92
		7120	753,6	9,448	3,149	-	3768	-47
		3685	376,8	9,720	3,26	-	2638	-28
		10785	942	11,450	3,816	-	6594	-39
Eğilme	Çam	1892	4364,8	0,010	0,003	43,35	1007	-47
		664	753,6	0,043	0,014	20,5	368	-46
		352	376,8	0,068	0,022	13,75	384	+9
		780	942	0,039	0,013	21,25	621	-20
	Kayın	3216	4364,8	0,017	0,005	43,35	1007	-69
		942	753,6	0,061	0,020	20,5	368	-61
		471	376,8	0,091	0,030	13,75	384	-18
		2101	942	0,105	0,035	21,25	621	-70
	Meşe	2081	4364,8	0,011	0,003	43,35	1007	-95
		818	753,6	0,053	0,017	20,5	368	-55
		533	376,8	0,103	0,034	13,75	384	-28
		1841	942	0,092	0,030	21,25	621	-66

4. BULGULAR

1. Çekme Direnci

Denemelerde elde edilen çekme direnci (gerilme) değerlerine ait ortalamalar Çizelge 4.1'de, çekme direnci denemelerinde her bir numune için elde edilen değerler ise Ek Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Çekme direnci (gerilmeleri) ortalama değerleri N/mm²

Birleştirme Çeşidi	Ağaç Türü		
	Çam	Kayın	Meşe
Zivana (Tutkallı)	2,214	3,201	2,610
Kavela (Tutkallı)	9,475	10,810	9,448
Minifix (Tutkalsız)	7,166	9,222	9,780
Vida (Tutkalsız)	6,561	13,370	11,450

“Çekme Direnci” deneylerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. “Çekme Direnci” deneylerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F Değeri	Hata İhtimali	Sonuç
Ağaç Türü	2	165,087	82,544	98,6123	0,0000	*
Bir. Çeşidi	3	1157,081	385,694	460,7765	0,0000	*
AğaçxBir ç.	6	136,435	22,739	27,1658	0,0000	*
Hata	108	90,402	0,837	-	-	-
Toplam	119	1549,005	-	-	-	-

* % 5'e göre anlamlı

Faktörlerden, ağaç türü, birleştirme çeşidi ve bunların ikili etkileşimlerinin çekme direncine göre etkileri %5 hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Ağaç türünün, birleştirmelerin çekme dirençlerine etkilerine ilişkin ortalamaların LSD kritik değeri 0,4055 için karşılaştırması Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Ağaç malzeme türüne göre çekme direnci ortalamalarının karşılaştırma sonuçları

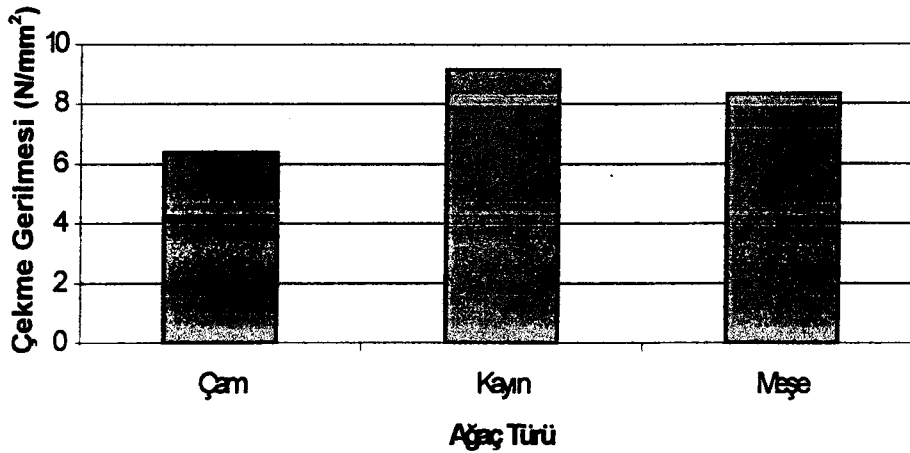
Ağaç Türü	Çekme Gerilme Değeri (N/ mm ²)	
	$\bar{X}$	HG
Çam	6,354	C
Kayın	9,150	A
Meşe	8,322	B

LSD $\pm$ 0,4055

$\bar{X}$: Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik Grubu

Buna göre kayın örneği daha başarılı bulunmuştur. Malzeme türüne göre çekme direnci ortalamalarına ilişkin histogramı Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Ağaç malzeme türüne göre çekme direnci ortalamaları

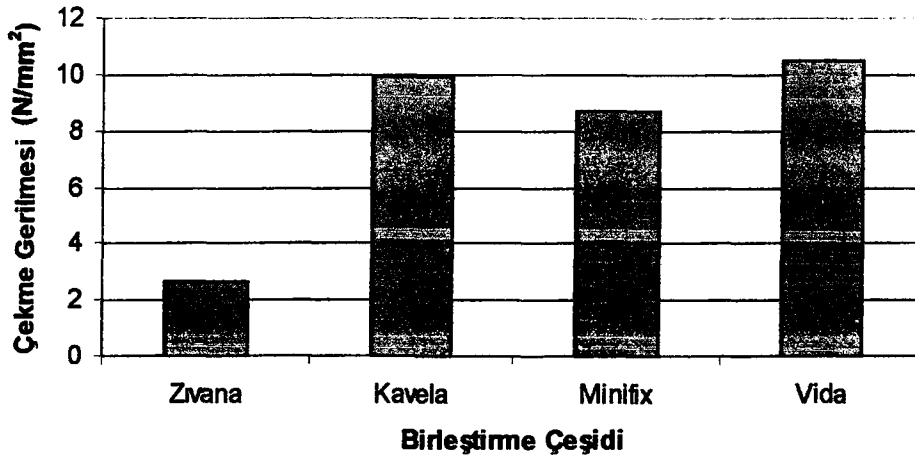
Birleştirme çeşitlerinin çekme direnci üzerindeki etkilerine ilişkin ortalamaların LSD kritik değeri 0,4682 için karşılaştırılması Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Birleştirme çeşitlerine göre çekme direnci ortalamalarının karşılaştırma sonuçları

Birleştirme Çeşidi	Çekme Gerilme Değeri(N/ mm ²)	
	$\bar{X}$	HG
Zivana	2,675	D
Kavela	9,910	B
Minifix	8,723	C
Vida	10,460	A

LSD $\pm$ 0,4682

Birleştirme çeşitlerinden sırasıyla; en yüksek çekme direnci vidalı çerçeve birleştirmede en düşük değer ise zıvanalı çerçeve birleştirmede elde edilmiştir. Birleştirme çeşidine göre çekme direnci ortalamalarına ilişkin histogramı Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Birleştirme çeşidine göre çekme direnci ortalamaları

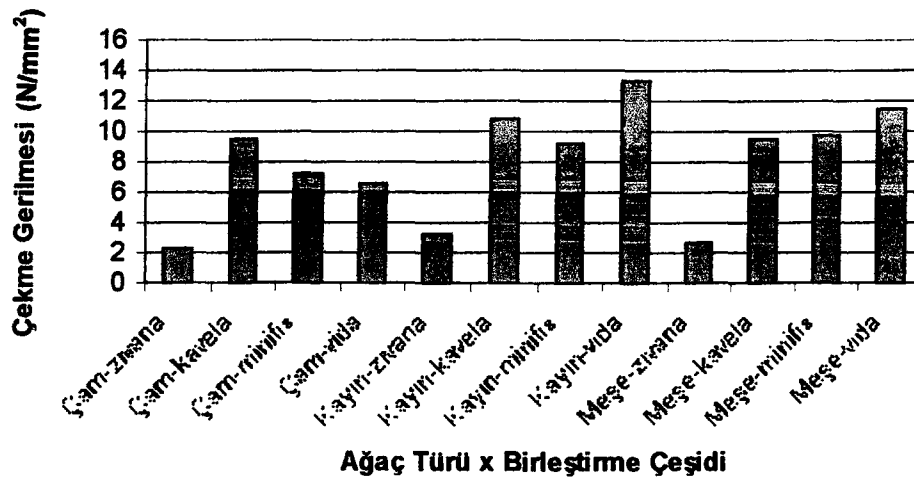
Ağaç malzeme türü ve birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin çekme direnci sonuçlarının LSD kritik değeri 0,8110 için karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.5'de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin çekme direnci ortalamalarının karşılaştırma sonuçları

Birleştirme Çeşidi	Ağaç Türü					
	Çam		Kayın		Meşe	
	$\bar{X}$	HG	$\bar{X}$	HG	$\bar{X}$	HG
Zivana	2,214	F	3,201	E	2,610	EF
Kavela	9,475	C	10,81	B	9,448	C
Minifix	7,166	D	9,222	C	9,780	C
Vida	6,561	D	13,370	A	11,45	B

$LSD \pm 0,8110$

Malzeme türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimi sonuçlarına göre en iyi direnci, kayınxvida birleştirme etkileşimi vermiştir. En zayıf değer ise çamxzivana etkileşimi ile yapılan birleştirmelerde elde edilmiştir. Ağaç türü birleştirme çeşidi etkileşimine göre çekme direnci ortalamalarına ilişkin histogramı Şekil 4.3'de verilmiştir.



Şekil 4.3. Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine göre çekme direnci ortalamaları

4.2. Eğilme Direnci

Denemelerde elde edilen eğilme direnci (gerilme) ait ortalamalar Çizelge 4.6'da, eğilme direnci denemelerinde her bir numune için elde edilen değerler ise Ek Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Eğilme direnci (gerilmeleri) ortalama değerleri (N/mm²)

Birleştirme Çeşidi	Ağaç Türü		
	Çam	Kayın	Meşe
Zivana	0,010	0,017	0,011
Kavela	0,043	0,061	0,053
Minifix	0,068	0,091	0,103
Vida	0,039	0,105	0,092

"Eğilme Direnci" deneylerine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. "Eğilme Direnci" deneylerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F değeri	Hata İhtimali	Sonuç
Ağaç Türü	2	0,020	0,010	75,4955	0,0000	*
BirÇeşidi	3	0,101	0,034	257,1424	0,0000	*
Ağaç Türü Bir Çeş	6	0,014	0,002	17,3340	0,0000	*
Hata	108	0,014	0,000	-	-	-
Toplam	119	0,148	-	-	-	-

* % 5'e göre anlamlı

Faktörlerden, ağaç türü, birleştirme çeşidi ve bunların ikili etkileşimlerinin eğilme direncine göre etkileri %5 hata payı ile istatistiksel anlamda önemli bulunmuştur.

Ağaç (malzeme) türünün birleştirmelerinin eğilme dirençlerine etkilerine ilişkin ortalamaların LSD kritik değeri 0,01402 için karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Ağaç malzeme türüne göre eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırma sonuçları

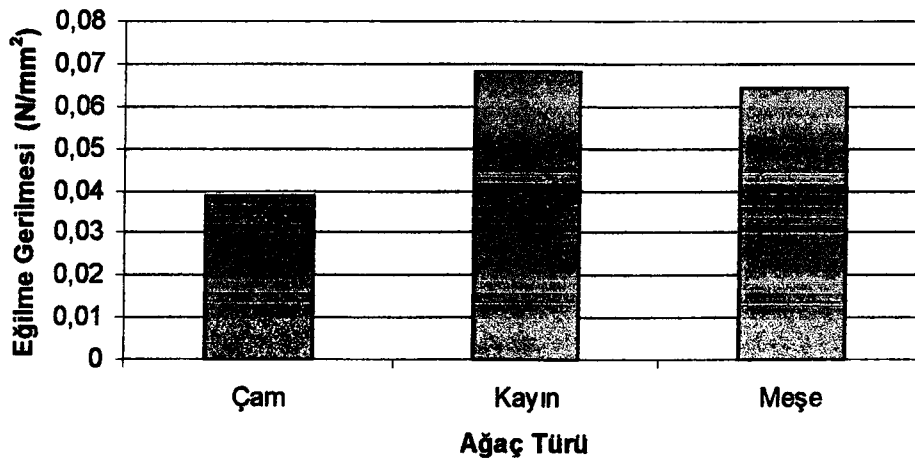
Ağaç Türü	Eğilme Gerilme Değeri (N/ mm ²)	
	$\bar{X}$	HG
Çam	0,039	B
Kayın	0,068	A
Meşe	0,064	A

LSD $\pm$ 0,01402

$\bar{X}$: Aritmetik Ortalama

HG: Homojenlik Grubu

Bu sonuçlara göre; Kayın ve meşe örnekleri çam örneklere göre daha başarılı bulunmuştur. Malzeme türüne göre eğilme direnci ortalamalarına ilişkin histogramları Şekil 4.4'de verilmiştir.



Şekil 4.4. Ağaç malzeme türüne göre eğilme direnci ortalamaları

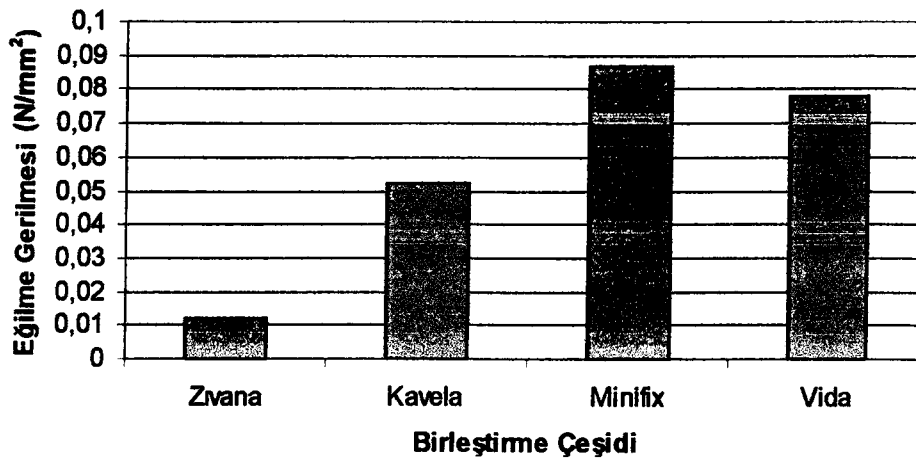
Birleştirme çeşitlerinin eğilme direnci üzerindeki etkilerine ilişkin ortalamalarının LSD kritik değeri 0,01618 için karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Birleştirme çeşitlerine göre eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırma sonuçları

Birleştirme Çeşidi	Eğilme Gerilme Değeri(N/ mm ²)	
	$\bar{X}$	HG
Zivana	0,012	C
Kavela	0,052	B
Minifix	0,087	A
Vida	0,078	A

LSD $\pm$ 0,01618

Birleştirme çeşitlerinden sırasıyla; vida ve minifixli çerçeve birleştirme en yüksek eğilme direnci vermiştir. En zayıf eğilme direnci ise zıvanalı çerçeve birleştirmede elde edilmiştir. Kavelalı çerçeve birleştirme eğilme direnci, vida ve minifixli birleştirmeden sonra gelmiştir. Birleştirme çeşidine göre eğilme direnci ortalamalarına ilişkin histogramları Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. Birleştirme çeşidine göre eğilme direnci ortalamaları

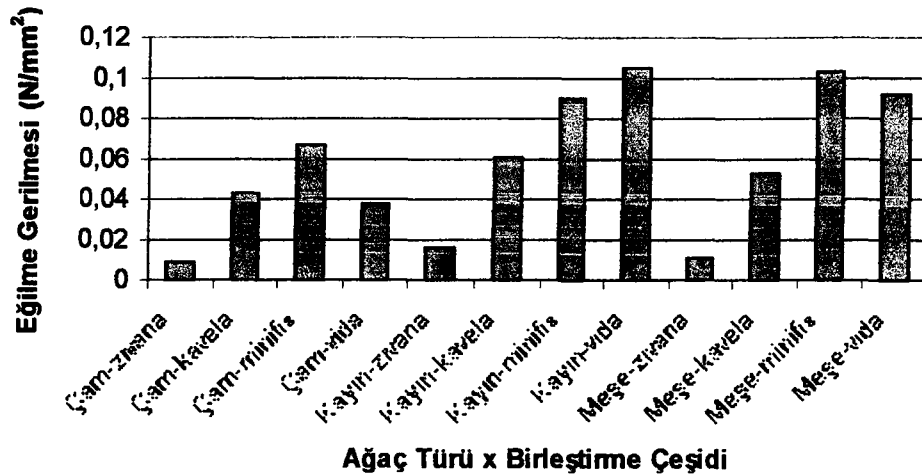
Ağaç malzeme türü ve birleştirme çeşidi ikili etkileşimlerine ilişkin eğilme direnci sonuçlarının LSD kritik değeri 0,02803 için karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine ilişkin eğilme direnci ortalamalarının karşılaştırma sonuçları

Birleştirme Çeşidi	Ağaç Türü					
	Çam		Kayın		Meşe	
	$\bar{X}$	HG	$\bar{X}$	HG	$\bar{X}$	HG
Zivana	0,009	G	0,016	EFG	0,011	FG
Kavela	0,043	CDE	0,061	CD	0,053	CD
Minifix	0,067	BC	0,090	AB	0,103	A
Vida	0,038	DEF	0,105	A	0,092	AB

LSD $\pm$ 0,02803

Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimi sonuçlarına göre en iyi direnci minifix x meşe ve kayın x vida etkileşimli birleştirmeler vermiştir. En zayıf eğilme direnci ise çam x zivana etkileşimli birleştirmelerde elde edilmiştir. Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine göre çekme direnci ortalamalarına ilişkin histogramları Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine göre eğilme direnci ortalamaları

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çerçeve konstrüksiyonlu masif mobilya "T" birleştirmelerinde uygulanan kavelalı, zıvanalı, minifixli ve vidalı birleştirme tekniklerinin, çam, kayın ve meşe ağaçları ile çekme ve eğilme deneylerinin sonuçlarına göre; çekmeye ve eğilmeye çalışan kuvvetlere karşı sırasıyla kayın, meşe ve çam malzemede daha başarılı bulunmuştur.

Çekme ve eğilme denemeleri sonucuna göre, tutkalsız (demonte) çerçeve birleştirmeler, tutkallı (sabit) çerçeve birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur.

Birleştirme çeşidine göre, çekmede en iyi direnç vidalı çerçeve birleştirmede elde edilmiştir. İkinci derecede yüksek direnç ise kavelalı çerçeve birleştirmede bulunmuştur. Eğilmede en iyi direnci minifixli çerçeve birleştirme vermiştir. İkinci derecede yüksek direnci ise vidalı çerçeve birleştirmede elde edilmiştir.

Ağaç türüne göre; çekmede ve eğilmede en yüksek direnci kayın malzeme vermiştir. İkinci derecede yüksek direnç meşe malzemede elde edilmiştir.

Ağaç türü, birleştirme çeşidi ikili etkileşimine göre en yüksek çekme ve eğilme direncini kayın örneklerde vidalı çerçeve birleştirmeler vermiştir. En zayıf direnç ise çam örneklerde zıvanalı çerçeve birleştirmede elde edilmiştir.

Deney sonuçlarına göre; çekmeye ve eğilmeye çalışan kuvvetler karşısında belirli birleştirme çeşitleri benzer mekanik davranış göstermişlerdir. Malzeme türleri üzerinde de aynı benzer davranışlar söz konusudur.

Bu durumda birleştirmelerin direnci üzerinde ana etkenin birleştirme çeşidi olduğu gözlenmektedir. Vidalı (tutkalsız) birleştirmenin açık farkla gerek malzeme gerekse yükler üzerinde etkin olmasının nedeni, zorlanmanın tutkal

yapışma alanı yerine doğrudan malzeme kitlesinde olması, ayrıca uzun çubuktan oluşan bu birleştirme elemanın birleştirmenin döndürme kuvvetini pozitif yönde etkilemesi olarak açıklanabilir. Bilindiği gibi kuvvet kolunun uzaması, kuvvetin etkisini artırmaktadır.

Sonuç olarak tutkalsız (demonte) birleştirmelerin tutkallı birleştirmelere göre daha başarılı olduğu söylenebilir.

Bu alanda farklı malzemeler üzerinde değişik birleştirme tekniklerinin denenmesi, sektöre sayısal veri tabanı oluşturmak açısından faydalı olacaktır.



KAYNAKLAR

1. Efe, H., 1994, Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, **Doktora Tezi**, Trabzon.
2. Küreli, İ., 1988, Sandalyelerde Kullanılan Önemli Ahşap Birleştirmelerin Mekanik Özellikleri, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Ankara.
3. Özen, R., Efe, H., 1992, Mobilya Endüstrisinde Bağlantı Elemanı Olarak Kullanılan Soket – Vidanın Mukavemet Özellikleri, **Orenko 92 Orman Ürünleri Kongresi**, K.T.Ü. Bildiriler Kitabı, Cilt II, 35-55.
4. Efe, H., 1992 Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket-Vida Tutma Yetenekleri **ORENKO 93. 2. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi** 6-9 Ekim 1993 Bildiri Metinleri S:319-339 K.T.Ü Orman Fakültesi, Trabzon.
5. Zhang H.L.,Eckelman C.A. The Bending Moment Resistance of SingleDowel Corner Joints in Case Construction **Forest Products Journal** Vol:43, No:6, P9, 19-24 1993, USA
6. Örs, Y., 1987, Kama Dişli Birleştirmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler, **K.T.Ü. Orman Fakültesi**, 112 – 11, Trabzon.
7. Doğanay,S., 1995, Mobilya Endüstrisi'nde Kullanılan Ahşap Malzemenin Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Ankara
8. Jang, S., Mechanical Characteristics of Dowel Joints Under Cyclic Loads, **Mogjae Ganghak-Journal of the Korean Wood Science and Technolog** 1995, 91-97.
9. Efe, H., 1998, Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Boy Birleştirmelerinde Farklı Kavela Türlerinin Mekanik Davranış Özellikleri, **Journal of Polytechnic**, Vol: 1, No: 1-2, s. 65 – 74.
10. Efe, H., 1998, Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya En Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı, **Fen Bilimleri Dergisi**.
11. Efe, H., 1998, Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya "T" Birleştirmelerinin Mekanik Davranış Özellikleri, **Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi**.

12. Örs, Y., Efe, H., Mobilya-Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri, 1996 **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 22 (1998) 21-27.
13. Efe, H., 1992, Mobilya Endüstrisi'nde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket-Vida Tutma Yetenekleri, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, **Yüksek Lisans Tezi**, Ankara.
14. Şanıvar, N., Zorlu, İ., **Ağaç işleri gereç bilgisi** 72-82
15. Zorlu, İ. **Ağaç işleri konstrüksiyon bilgisi temel ders kitabı** s:12
16. TS. 4539, Ahşap Birleştirmeler – Kavelalı Birleştirme Kuralları, **T.S.E.**, Ankara
17. TS. 3891, 1983, Yapıştırıcılar – P:V.A. Esaslı Emülsiyon, Terimler, Tanımlar, **T.S.E.** Ankara.
18. **ISO 6237/DIS 1987** Adhesives-Wood to Adhesive Bonds Determination of Shear Strength by Tensile Loading
19. TS 2471, 1976 Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarının Tayini, **TSE**, Ankara
20. **ASTM – D – 1037**, 1991, Çivi ve Vida Tutma Test Metotları, Philadelphia.
21. **BSI 6948**, 1989, Mechanically Fastened Joints in Timber and Wood-Based materials.

Ek Çizelge 1. Çekme elemanlarına ait deney sonuçları

Ağaç Türü	Birleştirme Çeşidi	Çekme Gerilme Değeri N /mm ²									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Çam	Zivana	1,947	1,832	1,832	2,543	2,107	2,772	2,806	1,947	2,061	2,291
	Kavela	9,952	9,421	9,421	9,686	9,421	9,288	9,686	9,421	9,156	9,288
	Minifix	9,554	6,369	6,900	7,298	7,829	6,634	6,767	7,032	7,298	5,971
	Vida	7,324	7,961	4,777	6,900	6,369	5,732	6,475	6,475	7,112	6,475
	Zivana	3,482	3,253	3,619	3,001	3,001	3,734	2,703	3,104	3,104	3,001
Kayın	Kavela	11,942	12,208	9,686	9,686	11,013	8,957	11,013	10,748	10,217	12,606
	Minifix	9,686	9,686	7,298	10,084	9,421	10,483	9,023	9,819	8,757	7,961
	Vida	12,738	12,951	13,906	13,269	13,375	13,428	13,800	14,755	12,738	12,738
	Zivana	2,565	1,924	2,611	2,680	1,947	2,061	2,634	2,863	3,207	3,596
	Kavela	9,686	7,961	11,677	8,094	10,217	9,686	9,421	9,819	9,952	7,961
Meşe	Minifix	13,269	9,554	11,013	9,288	8,757	8,227	8,625	9,288	9,288	10,483
	Vida	12,154	11,677	11,677	12,154	9,447	10,721	11,040	12,526	10,191	13,322

Ek Çizelge 2. Eğilme elemanlarına ait deney sonuçları

Ağaç Türü	Birleştirme Çeşidi	Eğilme Gerilme Değeri N /mm ²									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Çam	Zivana	0,010	0,009	0,010	0,009	0,006	0,009	0,010	0,008	0,010,	0,010
	Kavela	0,035	0,048	0,045	0,045	0,042	0,045	0,042	0,042	0,042	0,042
	Minifix	0,067	0,077	0,048	0,096	0,048	0,096	0,067	0,048	0,038	0,086
	Vida	0,037	0,029	0,064	0,032	0,027	0,037	0,037	0,052	0,032	0,034
Kayın	Zivana	0,021	0,020	0,019	0,019	0,014	0,019	0,014	0,012	0,014	0,012
	Kavela	0,058	0,061	0,051	0,061	0,071	0,064	0,067	0,061	0,061	0,055
	Minifix	0,077	0,086	0,086	0,106	0,096	0,106	0,115	0,086	0,067	0,077
	Vida	0,119	0,117	0,079	0,104	0,124	0,089	0,102	0,089	0,104	0,117
Meşe	Zivana	0,009	0,012	0,014	0,010	0,009	0,015	0,007	0,012	0,011	0,011
	Kavela	0,038	0,061	0,055	0,061	0,055	0,048	0,048	0,055	0,051	0,055
	Minifix	0,115	0,125	0,115	0,077	0,086	0,115	0,115	0,106	0,086	0,086
	Vida	0,097	0,082	0,077	0,102	0,107	0,089	0,084	0,109	0,087	0,082

ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Mersin’de doğdu. Sırasıyla, Denizli Merkez Efendi İlkokulunu 1989, Denizli Pamukkale Ortaokulunu 1991, Mersin Merkez Teknik ve Endüstri Meslek lisesini 1994, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümünü 1998, bitirdi. Tekirdağ Hayrabolu Ergun Korkmaz Endüstri Meslek Lisesinde (1998-1999) Bir yıl Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği yaptıktan sonra Ankara Sincan Fatih Teknik ve Endüstri Meslek Lisesine Atandı. Halen bu okulda Mobilya ve Dekorasyon Öğretmeni olarak çalışmaktadır.

