

**ÇERÇEVE KONSTRÜKSİYONLU MOBİLYA
BİRLEŞTİRMELERİNDE FARKLI TEKNİKLERİN MUKAVEMET
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Kubulay ÇAĞATAY

**DOKTORA TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MAYIS 2011
ANKARA**

Kubulay ÇAĞATAY tarafından hazırlanan “ÇERÇEVE KONSTRÜKSİYONLU MOBİLYA BİRLEŞTİRMELERİNDE FARKLI TEKNİKLERİN MUKAVEMET ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI” adlı bu tezin Doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Hasan EFE
Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ALTINOK
Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Hasan EFE
Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, G.Ü.

Prof. Dr. Yusuf Ziya ERDİL
Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, M.Ü.

Prof. Dr. Erol BURDURLU
Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, G.Ü.

Doç. Dr. Ali KASAL
Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, M.Ü.

Tarih: 06/05/2011

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

Prof. Dr. Bilal TOKLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

Kubulay ÇAĞATAY

**ÇERÇEVE KONSTRÜKSİYONLU MOBİLYA
BİRLEŞTİRMELERİNDE FARKLI TEKNİKLERİN MUKAVEMET
ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
(Doktora Tezi)**

Kubulay ÇAĞATAY

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Mayıs 2011

ÖZET

Bu çalışmada, farklı birleştirme teknikleri ve ağaç türleri üzerinde çerçeve tipi birleştirmelerinin boyuna çekme, diyagonal basınç, diyagonal çekme, T-tipi çekme ve T-tipi eğilme numunelerinin mukavemet özellikleri araştırılmıştır. Ağaç malzeme olarak, Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky), meşe (*Quercus borealis* Lipsky), kestane (*Castanea sativa*) ve ceviz (*Juglans regia*) odunları kullanılmıştır.

Denemelerde, öncelikle kullanılan ağaç malzemelerin gerekli bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Malzemelerin rutubet ve yoğunluk gibi fiziksel özellikleri, liflere paralel çekme, liflere paralel basınç, liflere paralel kesme, liflere dik eğilme ve elastikiyet modülü gibi mekanik özellikleri ilgili standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Ayrıca, malzemelerin liflere paralel ve dik yöndeki kavela tutma direnci ve vida tutma mukavemetleri de belirlenmiştir.

Deney örnekleri I-tipi, L-tipi ve T-tipi olmak üzere üç farklı formda hazırlanmıştır. Birleştirme çeşidi olarak; zıvanalı, kavelalı, vidalı, maksifiksli ve minifiksli birleştirmeler seçilmiştir. Tutkallı birleştirmelerde (zıvanalı, kavelalı) yapıştırıcı olarak polivinilasetat (PVA_c) ve poliüretan (Pu) tutkalı kullanılmıştır.

Deneyler sonucunda, tüm birleştirme elemanları ve tekniklerinde genellikle Doğu kayını ve ceviz diğer ağaç türlerine üstünlük sağlamışlardır. En düşük değerler ise kestane ve sarıçamda elde edilmiştir. Birleştirme tekniklerinden en iyi sonucu zıvanalı birleştirme verirken, en düşük sonuçlar maxifiks ve minifiksli birleştirmelerde elde edilmiştir. Tutkallı birleştirmelerde de polivinilasetat tutkalı, poliüretan tutkala göre, zıvanalı birleştirme kavelalı birleştirmeye göre çok daha iyi sonuçlar vermiştir. Gerinim ölçerler kullanılarak yapılan kavelalı birleştirmeli deney örneklerinde teorik olarak hesaplanan sonuçlara yaklaşılmış, zıvanalı birleştirme uygulanmış deney örneklerinde ise yaklaşılamamış olup hata katsayıları belirlenmiştir.

Araştırma sonucunda yapılan deneylerin mobilya mühendisliğinin önemli kademelerini oluşturduğu düşünülerek, deneyler sonucunda elde edilen verilerin kullanım esnasında doğabilecek mukavemet zaaflarının önceden görülmesine yardımcı olacağı ve böylece kullanımı esnasında uğrayacağı hasarlar hakkında fikir verebileceği anlaşılmıştır. Araştırmadan elde edilen sayısal veriler ile ileriki çalışmalarda, ağaç malzemelerin çeşitli birleştirme teknikleriyle ve değişik mukavemet elemanlarında denenmesi, daha sonra da üretilen 1/1 ölçekli prototipler üzerinde performans deneylerinin yapılması önerilebilir. Bu tür bilimsel ve sistemli yaklaşımlar sayesinde uygun malzemelerin uygun alanlarda kullanımı teknik açıdan standartların yükselmesine, ekonomik bakımdan malzeme ve işçilik tasarrufu ile rekabetçi yapıda ilgili işletmelere üstünlük sağlayacağı ifade edilebilir.

Bilim Kodu : 5001013
Anahtar Kelimeler : Mobilya köşe birleştirmeleri, birleştirme teknikleri, mukavemet özellikleri, performans testleri, gerinim ölçer
Sayfa Adeti : 217
Tez Yöneticisi : Prof. Doç. Dr. Hasan EFE

**COMPARISON OF THE STRENGTH PROPERTIES OF DIFFERENT
JOINT TECHNIQUES OF FRAME CONSTRUCTION FURNITURE**

(PhD. Thesis)

Kubulay ÇAĞATAY

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

May 2011

ABSTRACT

In this study, on different joining techniques and wood species, longitudinal tension, diagonal compression, diagonal tension, the T-type bending and tensile strength properties of specimens of the frame-type joints were investigated. As wood material, beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Scots pine (*Pinus sylvestris* Lipsky), oak (*Quercus borealis* Lipsky), chestnut (*Castanea sativa*) and walnut (*Juglans regia*) wood were used.

At the experiments, first of all, some required physical and mechanical properties of wood materials used were determined. The physical properties of materials such as moisture content and density, and mechanical properties such as longitudinal tension, longitudinal compression, shear parallel to grain, tangential bending to grain and modulus of elasticity were determined in accordance with the relevant standards. In addition, the dowel holding strength and screw holding properties of the wood materials through parallel and perpendicular directions to the grain were also determined.

Test specimens were prepared in three different forms as the I-type, L-type and T-type. As a joining type, mortise and tenon, dowel, screw, and minifix, maksifix joining were utilized. At glued joints (grooved, dowel), as adhesive, polyvinylacetate (PVAc) and polyurethane (PU) glue was used.

As a result of the tests, at all joining elements and techniques, beech and walnut usually scored over other wood species. The lowest values were obtained from the chestnut and scots pine. The best results of joining techniques were obtained from mortise and tenon joints, while the lowest results were obtained from maxifix and minifix joints. At glued joints, polyvinylacetate glue rather than polyurethane glue and grooved joints rather than dowel yielded better results. At the dowel joint test specimens which were made by using Strain gauges, close results to the results calculated theoretically are obtained, on the other hand, at the test specimens mortise and tenon joint applied, the results are not close, thus coefficients of error were identified.

As a result of the study, as it is thought that tests done are the important stages of the furniture engineering, it is understood that the data obtained through the results of the experiments will help to see in advance the resistance weaknesses during usage and can give an idea about the damages it may have during usage. With the numerical data obtained through the research, testing the wood materials with different joint techniques and at various strength elements and after that, doing performance tests on the 1 / 1 scale prototypes produced can be suggested for the further studies. Through this kind of scientific and systematic approaches, it can be claimed that the usage of the appropriate materials at appropriate areas will help the rise of the standards technically and with the saving of commodity and labor economically will provide superiority to the concerning enterprises.

Science Code	: 500.1.013
Key Words	: Furniture corner joint, joint techniques, stress characteristics, performance test, strain gauge
Page Number	: 217
Advise	: Prof.Dr. Hasan EFE

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren Danışman hocam Prof. Dr. Hasan EFE' ye, tez izleme komitesindeki hocalarım Prof. Dr. Mustafa ALTINOK ve Prof.Dr.Yusuf Ziya ERDİL'e, kıymetli tecrübelerinden faydalandığım hocam Prof.Dr.Erol BURDURLU, Doç.Dr.Ali KASAL; Doç.Dr.Kemal YILDIRIM'a tezin yazılması ve dispozisyonunun oluşturulmasında yardımlarını gördüğüm Mehmet ERGİN, Dr. H.İsmail KESİK ve Mehmet SOYSAL ve Sinan SÜRCÜ'ye, yine tecrübelerini benimle paylaşan Dr. Hasan Özgür İMİRZİ, Dr. Ali Rıza ASLAN' a; deney numunelerinin hazırlanması esnasında yardımlarını benden esirgemeyen Mehmet YETER, M. Halil AKÇİMEN, Osman ÜNLÜ, Ali KABAKCI, M.Ali AKSU, Aziz YORULMAZ, Kudret KIRMIZIGÜL ve Yadigar KARACA' ya, deney aparatlarının yapımı esnasında yardımlarını benden esirgemeyen Yıldırım KIRICI, Semih MUTLUGELDİ, Mustafa PARLAK ve Mehmet ERDEM' e, G.Ü.T.E.F Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi akademik personel, idari personel ve öğrencilerine, İncirli Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi idari personel, öğretmen ve öğrencilerine ve manevi desteğini her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşim Birgül ÇAĞATAY, kızım Berfin Deniz ÇAĞATAY, oğlum Hüseyin Berk ÇAĞATAY, Gülşen ERGİN, Gamze BILDIRÇIN ve Barış BILDIRÇIN' a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xix
RESİMLERİN LİSTESİ	xxiii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xxiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Gerinim (Strain)	6
2.1.1. Çapraz-yanal gerinim (poisson oranı) :	7
2.2.2. Statik, statik-dinamik arası, dinamik gerinim	8
2.2.3. Gerinim ölçer (strain gauge)	9
3. LİTERATÜR ÖZETİ	20
4. MALZEME VE YÖNTEM	31
4.1. Ağaç Malzeme	31
4.2. Tutkallar	31
4.3. Kavela	32
4.4. Bağlantı Elemanları (vida, minifiks, maksifiks)	32
4.5. Gerinim Ölçer	33
4.6. Yöntem	34

Sayfa

4.6.1. Deneylerde kullanılan ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi.....	34
4.7. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	42
4.7.1. I-tipi birleştirme elemanları.....	43
4.7.2. L-tipi birleştirme elemanları.....	47
4.7.3. T-tipi birleştirme elemanları.....	52
4.8. Birleştirme Elemanlarının Mekanik Deneyleri	58
4.8.1. I- tipi birleştirme elemanlarının boyuna çekme mukavemeti.....	59
4.8.2. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki moment kapasiteleri ve elastikiyetleri	60
4.8.3. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basınç yükü altındaki moment kapasiteleri ve elastikiyetleri	62
4.8.4. T –tipi birleştirme elemanlarının çekme mukavemeti.....	64
4.8.5. T –tipi birleştirme elemanlarının momenti kapasitesi ve elastikiyeti	65
4.8.6. Verilerin değerlendirmesi.....	71
5. BULGULAR.....	72
5.1. Ağaç Malzemelerin Deneylerle Belirlenen Fiziksel ve Mekanik Özellikleri.....	72
5.1.1. Rutubet	72
5.1.2. Yoğunluk.....	72
5.1.3. Liflere paralel çekme direnci.....	75
5.1.4. Liflere paralel basınç direnci.....	77
5.1.5. Liflere paralel kesme direnci.....	79
5.1.6. Liflere dik eğilme direnci.....	81

Sayfa

5.1.7. Liflere dik eğilmede elastikiyet modülü.....	83
5.1.8. Kavela tutma direnci	85
5.1.9. Vida tutma mukavemeti	94
5.2. Birleştirme Elemanlarının Uygulanan Mekanik Deney Sonuçları.....	98
5.2.1. I-tipi birleştirme elemanlarının boyuna çekme mukavemeti.....	98
5.2.2. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki moment kapasiteleri	104
5.2.3. L tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basınç yükü altındaki moment kapasiteleri	111
5.2.4. L birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyeti	118
5.2.5. L birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyeti	124
5.2.6. T-tipi birleştirme elemanlarında çekme mukavemeti.....	130
5.2.7. T –tipi birleştirme elemanlarının moment kapasitesi	136
5.2.8. T birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyeti	143
5.2.9. T-tipi birleştirme elemanlarının birleşme yerlerinde eğilme yükü altında oluşan gerilmeler.....	149
6. SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	154
KAYNAKLAR	161
EKLER.....	167
EK-1 Araştırma konusu olan deneme desenleri toplu tablosu	168
EK-2 Deney verileri	169
Ek- 3 Numune resimleri	209
ÖZGEÇMİŞ	216

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Direnç değişimleri.....	16
Çizelge 4.1. I-tipi boyuna çekme deneylerinde kullanılan deneme deseni	59
Çizelge 4.2. Diyagonal çekme deneylerinde kullanılan deneme deseni	60
Çizelge 4.3. Diyagonal basınç deneylerinde kullanılan deneme deseni	63
Çizelge 4.4. T-tipi birleştirmede çekme deneylerinde kullanılan deneme deseni	65
Çizelge 4.5. T-tipi birleştirme elamanlarının eğilme deneylerinde kullanılan deneme deseni	66
Çizelge 5.1. Ağaç malzemelerin rutubetlerine ilişkin bazı istatistiksel veriler	72
Çizelge 5.2. Ağaç türüne göre yaklaşık % 8 rutubetteki yoğunluklara ilişkin bazı istatistiksel veriler	72
Çizelge 5.3. Ağaç türünün yaklaşık % 8 rutubet derecesi yoğunluk değerlerine etkisine ilişkin varyans analizi	73
Çizelge 5.4. Ağaç türüne göre yaklaşık % 8rutubet derecesi yoğunluk ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	73
Çizelge 5.5. Ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluklarına ilişkin bazı istatistiksel veriler	74
Çizelge 5.6. Ağaç türünün tam kuru yoğunluğa etkisine ilişkin varyans analizi.....	74
Çizelge 5.7. Ağaç türüne göre tam kuru yoğunluk ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	74
Çizelge 5.8. Ağaç malzemelerin çekme direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler	75
Çizelge 5.9. Ağaç türünün çekme direnci etkisine ilişkin varyans analizi.....	76
Çizelge 5.10. Ağaç türüne göre çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	77

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.11. Ağaç malzemelerinin basınç direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler	77
Çizelge 5.12. Ağaç türünün basınç direnci etkisine ilişkin varyans analizi	78
Çizelge 5.13. Ağaç türüne göre basınç direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	79
Çizelge 5.14. Ağaç malzemelerinin kesme direncine ilişkin istatistiksel veriler	79
Çizelge 5.15. Ağaç türünün kesme direncine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları	80
Çizelge 5.16. Ağaç türüne göre kesme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	81
Çizelge 5.17. Deney malzemelerinin eğilme direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler	81
Çizelge 5.18. Ağaç türünün eğilme direnci etkisine ilişkin varyans analizi	82
Çizelge 5.19. Ağaç türüne göre eğilme direnci değerlerine ilişkin ortalama farklılık analizi	83
Çizelge 5.20. Ağaç malzemelerin eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin bazı istatistiksel veriler	83
Çizelge 5.21. Ağaç türünün elastiklik modülü değerlerine ilişkin varyans analizi	84
Çizelge 5.22. Ağaç türüne göre elastikiyet modülü ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	85
Çizelge 5.23. Ağaç türüne göre teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler	86
Çizelge 5.24. Ağaç ve tutkal türünün teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci etkilerine ilişkin varyans analizi	87
Çizelge 5.25. Ağaç türüne göre teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	88

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.26. Tutkal türüne göre teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	88
Çizelge 5.27. Ağaç ve tutkal türüne göre teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	89
Çizelge 5.28. Ağaç türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direncine ilişkin istatistiksel veriler.....	90
Çizelge 5.29. Ağaç ve tutkal türünün liflere paralel kavela çekme direnci etkilerine ilişkin varyans analizi	91
Çizelge 5.30. Ağaç türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	92
Çizelge 5.31. Tutkalların türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direnci ortalama değerlerine ilişkin homojenlik testi	92
Çizelge 5.32. Ağaç ve tutkal türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	93
Çizelge 5.33. Ağaç türüne göre vida tutma mukavemetine ilişkin istatistiksel veriler	94
Çizelge 5.34. Ağaç ve yüzey türünün vida tutma mukavemeti değerlerine ilişkin varyans analizi	95
Çizelge 5.35. Ağaç türüne göre vida tutma mukavemeti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	96
Çizelge 5.36. Yüzey türüne göre vida tutma mukavemeti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	96
Çizelge 5.37. Ağaç ve yüzey türüne göre vida tutma mukavemeti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	97
Çizelge 5.38. Birleştirme tekniklerinin eksenel çekme kuvvetine ilişkin bazı istatistiksel veriler	99
Çizelge 5.39. Ağaç türü ve birleştirme tekniğine göre eksenel çekme kuvveti değerlerine ilişkin varyans analizi	100

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.40. Ağaç türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	101
Çizelge 5.41. Birleştirme tekniği türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	102
Çizelge 5.42. Ağaç ve birleştirme tekniği ikili etkileşimlerine göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	103
Çizelge 5.43. Ağaç ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin istatistiksel veriler	106
Çizelge 5.44. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi	107
Çizelge 5.45. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	108
Çizelge 5.46. Birleştirme tekniği türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	109
Çizelge 5.47. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	110
Çizelge 5.48. Ağaç türü ve birleştirme tekniği momentine ilişkin istatistiksel veriler	113
Çizelge 5.49. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi	114
Çizelge 5.50. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	115
Çizelge 5.51. Birleştirme tekniğine göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	116
Çizelge 5.52. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	117
Çizelge 5.53. Birleştirme tekniklerinin elastikiyetine ilişkin bazı istatistiksel veriler	119

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.54. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi	120
Çizelge 5.55. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	121
Çizelge 5.56. Birleştirme tekniği türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	122
Çizelge 5.57. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	123
Çizelge 5.58. Birleştirme teknikleri elastikiyet değerlerine ilişkin istatistiksel veriler	125
Çizelge 5.59. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi	126
Çizelge 5.60. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	127
Çizelge 5.61. Birleştirme tekniği türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	128
Çizelge 5.62. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	129
Çizelge 5.63. Birleştirme teknikleri eksenel çekme kuvveti değerlerine ilişkin istatistiksel veriler	131
Çizelge 5.64. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi	132
Çizelge 5.65. Ağaç türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	133
Çizelge 5.66. Birleştirme tekniği türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	134
Çizelge 5.67. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	135

Çizelge	Sayfa
Çizelge 5.68. Birleştirme teknikleri ve ağaç türünün moment değerlerine ilişkin istatistiksel veriler	138
Çizelge 5.69. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi	139
Çizelge 5.70. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	140
Çizelge 5.71. Birleştirme tekniği türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	141
Çizelge 5.72. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	142
Çizelge 5.73. Birleştirme teknikleri elastikiyet değerlerine ilişkin istatistiksel veriler	144
Çizelge 5.74. Ağaç malzemelerin birleştirme tekniği ortalama elastikiyet değerlerine ilişkin varyans analizi	145
Çizelge 5.75. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre elastikiyet ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	146
Çizelge 5.76. Birleştirme tekniği türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi	147
Çizelge 5.77. Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi.....	148
Çizelge 5.78. Polivinilasetat ile yapıştırılmış kavelalı birleştirmenin, gerinimleri, deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri ve yüzde farklarına ilişkin değerler	150
Çizelge 5.79. Poliüretan ile yapıştırılmış kavelalı birleştirmenin, gerinimleri, deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri ve yüzde farklarına ilişkin değerler	151

Çizelge**Sayfa**

Çizelge 5.80. Polivinilasetat ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmenin, gerinimleri, deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri, yüzde farkları ve hata katsayılarına ilişkin değerler	152
Çizelge 5.81. Poliüretan ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmenin, gerinimleri, deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri, yüzde farkları ve hata katsayılarına ilişkin değerler	153

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Gerinim ve Gerilim	6
Şekil 2.2. Gerinim tanımı	7
Şekil 2.3. Çapraz-yanal strain (poisson oranı)	7
Şekil 2.4. Statik gerinim	8
Şekil 2.5. Dinamik gerinim	9
Şekil 2.6. Statik-dinamik arası gerinim	9
Şekil 2.7. Gerinin ölçer	10
Şekil 2.8. Tel halindeki gerinim ölçer	10
Şekil 2.9. Folye halindeki gerinim ölçer	11
Şekil 2.10. Rozet halindeki gerinim ölçer	12
Şekil 2.11. Yüksek sıcaklığa uygun gerinim ölçer	12
Şekil 2.12. Yarı iletken gerinim ölçer	13
Şekil 2.13. Gerinim ölçerin yapıştırılması ve yerleştirilmesi	14
Şekil 2.14. Wheatstone köprüsü	17
Şekil 4.1. Deneylerde kullanılan kavela boyutları (ölçüler mm)	32
Şekil 4.2. Kullanılan 5 x 70 vida örneği	32
Şekil 4.3. Deney numunelerinde kullanılan minifiks bağlantı elemanı	33
Şekil 4.4. Deney numunelerinde kullanılan maksifiks bağlantı elemanı	33
Şekil 4.5. Masif ağaç malzeme için çekme deneyi örnekleri (ölçüler mm'dir)	36
Şekil 4.6. Eğilme direnci deneyi düzeneği	40
Şekil 4.7. I-tipi deney örneği (ölçüler mm)	43

Şekil	Sayfa
Şekil 4.8. Kavelalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm).....	44
Şekil 4.9. Zıvanalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm).....	45
Şekil 4.10. Minifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)	46
Şekil 4.11. Maksifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)	47
Şekil 4.12. L-tipi deney örneği (ölçüler mm).....	47
Şekil 4.13. Kavelalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm).....	48
Şekil 4.14. Zıvanalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm).....	49
Şekil 4.15. Minifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)	50
Şekil 4.16. Maksifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)	51
Şekil 4.17. Vidalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)	52
Şekil 4.18. T-tipi çekmede deney örneği (ölçüler mm)	52
Şekil 4.19. T-tipi elemanların moment kapasitesi deney örneği (ölçüler mm)	53
Şekil 4.20. Kavelalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm).....	54
Şekil 4.21. Zıvanalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm).....	55
Şekil 4.22. Minifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)	56
Şekil 4.23. Maksifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)	57
Şekil 4.24. Vidalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)	58
Şekil 4.25. Diyagonal çekme yükü altındaki yer değiştirme biçimi (rotasyon).....	62
Şekil 4.26. Diyagonal basma yükü altındaki yer değiştirme biçimi (rotasyon).....	64
Şekil 4.27. T-tipi birleştirme elemanlarının yük altındaki yer değiştirme biçimi (rotasyon).....	67
Şekil 4.28. Gerinim ölçer yapıştırılmış zıvanalı birleştirme	68

Şekil	Sayfa
Şekil 4.29. Gerinim ölçer yapıştırılmış kavelalı birleştirme	68
Şekil 5.1. Çekme direnci ortalama değerleri	76
Şekil 5.2. Basınç direnci ortalama değerleri	78
Şekil 5.3. Kesme direnci ortalama değerleri	80
Şekil 5.4. Eğilme direnci ortalama değerleri.....	82
Şekil 5.5. Elastikiyet modülü ortalama değerleri	84
Şekil 5.6. Liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerleri	87
Şekil 5.7. Ağaç türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direnci ortalama değerleri	91
Şekil 5.8. Ağaç türüne göre radyal ve teğet yüzeyde liflere dik enine kesit yüzeyde liflere paralel vida tutma mukavemeti ortalama değeri	95
Şekil 5.9. Ağaç türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri	100
Şekil 5.10. Eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri	101
Şekil 5.11. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri	107
Şekil 5.12. Birleştirme çeşidine göre moment ortalama değerleri	108
Şekil 5.13. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri	114
Şekil 5.14. Birleştirme tekniğine göre moment ortalama değerleri	115
Şekil 5.15. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri	120
Şekil 5.16. Birleştirme tekniğine göre ortalama elastikiyet değerleri.....	121
Şekil 5.17. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri	126
Şekil 5.18. Birleştirme tekniğine göre ortalama elastikiyet değerleri.....	127
Şekil 5.19. Eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri	132
Şekil 5.20. Birleştirme tekniğine göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri.....	133

Şekil	Sayfa
Şekil 5.21 Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri	139
Şekil 5.22. Birleştirme çeşidine göre moment değerleri	140
Şekil 5.23. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri	145

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 4.1. Deney örneklerinde kullanılan gerinim ölçerler ve konumları	33
Resim 4.2. Basınç direnci deneyi örneği.....	37
Resim 4.3. Kesme direnci deneyi örneği	38
Resim 4.4. Eğilme direnci deneyi düzeneği.....	40
Resim 4.5. Kavela çekme direnci deney örneği ve test düzeneği	41
Resim 4.6. Vida çekme deneyi düzeneği	42
Resim 4.7. I-tipi boyuna çekme örneklerinde deney düzeneği ve yük uygulama biçimi.....	59
Resim 4.8. L-tipi diyagonal çekme deney düzeneği ve yük uygulama biçimi	60
Resim 4.9. L-tipi diyagonal basınç deney düzeneği ve yük uygulama biçimi.....	62
Resim 4.10. T-tipi çekme deney düzeneği ve yük uygulama biçimi	65
Resim 4.11. T-tipi moment kapasitesi deney düzeneği ve yük uygulama biçimi	66
Resim 5.1. Eksenel çekme kuvveti uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d”	98
Resim 5.2. Diyagonal çekme yükü uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d,e”.....	105
Resim 5.3. Diyagonal basma yükü uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d,e”.....	112
Resim 5.4. Eksenel çekme kuvveti yükü uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d,e”.....	130
Resim 5.5. Basma yükü uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d,e”.....	137

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	Açıklama
A	0.24 x kayıt genişliği + 0.57 x zıvana genişliğindeki alan
A₀	Deney numunesinin deneyden önceki kesit alanı
A_{vd}	Vida yüzeyi alanı, mm ²
B	Zıvana uzunluk çarpanı
b	Eğilme deneyi örneğinin kesit genişliği, mm
b_m	Kesme deneyi örneğinin kesit genişliği, mm
b_z	zıvana kalınlığı mm
C	Tutkal Faktörü
c	Kesitin en dış tarafından eksen olan uzaklık (mm)
D_v	Vida dış çapı, mm
d	İç moment kolu
d₁	İki kavela eksenleri arasındaki mesafe (mm)
d₂	Basınca maruz kalan kavela ekseninden birleştirme alt kenarına olan uzaklık (mm)
E	Elastikiyet modülü, N/mm ²
F	Yük-deformasyon eğrisinin doğrusal kısmındaki birim kuvvet, N
f_k	Malzemenin tek kavelayı çekme kuvveti (N)
f_m	Eğilme direnci
F_{max}	Kırılma anındaki maksimum kuvvet, N
F_{maxç}	Kırılma anındaki maksimum çekme kuvveti, N
F_{maxb}	Kırılma anındaki maksimum basınç kuvveti, N
F_{maxk}	Kırılma anındaki maksimum kesme kuvveti, N
GF	Geyç faktörü

Simgeler	Açıklama
h	Eğilme deneyi örneğinin kesit yüksekliği, mm
h_z	Zıvana yüksekliği mm
I	Eylemsizlik momenti, N/mm^4
L_s	Eğilme deneyinde mesnet açıklığı, mm
L_v	Vida girme derinliği, mm
l_p	Levhaya girme mesafesi
m_o	Tam kuru ağırlık, g
m_r	Rutubetli ağırlık, g
R	Direnç
S_x	Makaslama direnci
V_i	Köprü ikaz gerilimi
V_o	Tam kuru hacim, cm^3
V_r	Rutubetli (hava kurusu) hacim, cm^3
v	Varyasyon katsayısı, %
X_{max}	En büyük değer
X_{min}	En küçük değer
X_{ort}	Ortalama değer
ε	Strain
δ_o	Tam kuru yoğunluk, g/cm^3
δ_r	Hava kurusu yoğunluk, g/cm^3
σ	Eğilme gerilme N/mm^2
σ_b	Basınç gerilmesi, N/mm^2
σ_A	Ağaç malzemenin eğilme direnci (Nmm^2)
σ_{φ}	Çekme gerilmesi, N/mm^2
σ_B	Basma-çekme gerilmesi Nmm^2
σ_{em}	Emniyet gerilmesi, N/mm^2
μe	Mikro gerinim
ρ	Özgül direnç
Q	Ohm

Simgeler**Açıklama** Δ_F

Yük-sehim oranlılık bölgesindeki yük artışı

 Φ

Açı

Kısaltmalar**Açıklama****HG**

Homojenlik Grubu

LSD

En Küçük Önemli Fark (Least Significant Difference)

Pu

Poliüretan

PVAc

Polivinilasetat

1. GİRİŞ

İnsanlık tarihi kadar eski olan mobilyanın kullanımı, zaman içerisinde artarak günümüze kadar gelişmiştir. Bu gelişim, insanların toplu olarak yaşama ve yaşama standartlarını artırma isteklerinden kaynaklanmaktadır. Yaşam tarzlarının değişikliği ve teknolojinin gelişimi belli maddi koşullara sahip insanların kullanımına sunulan mobilyaların, tüm insanlar tarafından kullanılabilirlik koşullara gelmesini sağlamıştır. Mobilyanın kullanımı insanların istekleri ile doğru orantılı olarak artmıştır.

Toplumun sosyo-ekonomik yapısındaki gelişmelere paralel olarak, geleneksel eşya kültüründen modern eşya kültürüne doğru bir yönelme gözlenmektedir. Çağımız insanının yaşamına egemen olan hareketlilik ve konfor kavramları, eşya kültürüne de yansımaktadır. Söz konusu yansıma çeşitli boyutlarıyla toplumumuzda da görülmektedir. Ayrıca teknoloji ürünü bir kısım araç ve gereçler de modern araç kullanımına yönelmede etkili rol oynamaktadır [1].

Mobilya yüzyıllardan beri çeşitli biçimlerde üretilmesine karşın, nadir olarak yapısal özellikleri dikkate alınarak tasarlanmıştır. Birçok mobilya tasarımı, uzun deneme yanılma yöntemleri ve kuramları sonucunda gerçekleştirilmiştir. Eskiden kalma bilgiler ve deneyimler çok köklü bir değişiklik, yeni bir tasarım olmadığı sürece nesilden nesile geçmiştir. Tasarlanan mobilyaların kullanılabilirlikleri geçmiş deneyimlere göre yargılanmıştır [2].

Endüstriler ürün çeşidi açısından farklılıklar gösterse de, bu ürünlerin üretimi ve kullanıcıların tatmin edilmesi için uygulanacak kurallar benzerlik göstermektedir. Buna göre; bir otomobil üretiminde amaçlanan, kullanıcıların en büyük düzeyde güvenliğinin sağlanması ve tatmin edilmesi ise, bir sandalye üretiminde de kullanıcının tatmin edilmesi ve güvenli bir kullanım sağlanması zorunluluktur [3].

Mobilya konstrüksiyon tasarımında performans analizi, ekonomik, estetik ve teknik bakımdan en iyi tasarımların yapılabilmesi açısından önemli olup bilimsel esaslara dayanmalıdır [4].

Kullanım limitleri kullanıcı açısından büyük önem arz etmektedir. İnsanların sonsuz ihtiyaçları, arzı yapılan mobilya sektöründe değişik malzeme ve birleştirme tekniği çeşitlerinin kullanılmasını gereklilik haline getirmiştir. Kullanıma sunulan mobilyaların kullanım yerlerine ve kullanım koşullarına göre dayanımları farklılıklar göstermektedir. Çünkü kullanılan malzemeler ve yapımı esnasında uygulanan değişik birleştirme teknikleri mobilyanın kullanım limitlerini olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedir. Kullanıcıların istekleri ve hammaddenin sınırlılığı üreticilerin imal ettikleri mobilyalarda malzemenin dayanım süresi ile eşdeğer dayanımı gösterebilecek birleştirme seçeneklerinin sunumu ve uygulanabilirliği, kullanım limitlerinin artırılmasını sağlayabilir [4].

Günümüz itibarıyla Türkiye’ de mobilya üretiminde iç pazar isteği neredeyse tamamıyla karşılanabilmektedir. Ayrıca, coğrafi konumu ve dinamizmi nedeniyle Türkiye, öncelikle Avrupa ülkeleri olmak üzere ilişkili olduğu tüm ülkelere ürünlerini pazarlayabilecek durumdadır. Ancak, istenen bu durumun gerçekleşebilmesi için, üretilen ürünlerde sürekli bir kalite düzeyinin yerleştirilmesi gerekmektedir. Amaçlanan kalite düzeyinin yerleştirilebilmesi ise bilimsel ve teknik yaklaşımlar gerektirir [4].

Ürün tasarımcısı, ürünün kullanımda olduğu sırada hangi tip ve büyüklükte yüklerin uygulanacağını bilmek durumundadır. Birleştirmeler, kullanım esnasında taşınması beklenen yükleri taşıyabilecek şekilde tasarlanmalıdır. Mobilya birleştirmelerini oluşturmak için birçok bağlantı ve bağlama teknikleri kullanılmaktadır. Uygun tasarımın gereği olarak, bağlantı elemanlarının ve birleştirme konstrüksiyonlarının kabul edilebilir direnç özellikleri önceden bilinmelidir [4].

Çerçeve konstrüksiyonlu mobilyaların birleştirme yerlerinde çeşitli yapım teknikleri kullanılmaktadır. Geleneksel (tutkallı) birleştirmelerin yerini günümüzde mekanik

bağlantı elemanlı (demonte) birleştirmeler almaya başlamıştır. Günümüzde seri üretim makinelerindeki gelişme ve üretilen mobilyaların uzaklara taşınması birçok mobilyanın sökölüp-takılabilir (portatif) olmasını gerekli kılmıştır. İki ya da daha çok elemanın uygun yöntemlerle birleştirilmesiyle tutkalsız, ancak statik ve dinamik yüklere mukavemetli birleştirmeler yapılabilmekte, çeşitli nedenlerle tutkal kullanımının uygun görülmediği durumlar ile sabit bağlamanın istenmediği ortamlarda tutkalsız ahşap birleştirme teknikleri kullanılabilmektedir [4].

Sökölüp-takılabilir birleştirme tekniklerinin uygulandığı mobilyalar portatif olduğundan, bunların montajı kullanılacakları yerde yapılabilir. Böylece nakliye maliyetleri azaltılmış olur. Bu mobilyalar sökölümüş vaziyette depolandığı taktirde, sabit mobilyalara nazaran çok daha az yer kaplarlar. Bu durum imalatçılar ve satıcılar açısından oldukça önemlidir. Demonte birleştirmeler sağlamış olduğu bu üstünlükler nedeniyle tercih edilirler [5].

Hipotez

Evrendeki tüm çerçeve konstrüksiyonlu mobilya birleştirmeleri mukavemet açısından aynı değerlere sahip olup aralarına hiçbir fark yoktur. Çerçeve sistemli birleştirme elemanları arasında mukavemet açısından farklılık olup olmadığı ancak deneylerle anlaşılabilir.

Amaçlar

Bu çalışmanın amacı, masif ağaç malzemeler üzerinde, seçilmiş bazı geleneksel ve alternatif bağlantı teknikleriyle üretilmiş birleştirme elemanlarının mukavemet özellikleri ve mekanik davranışları hakkında sayısal veriler elde etmektir. Buna göre alt amaçlar:

- Birleştirmelerin mukavemetinde ve mekanik davranış özelliklerinde kullanılan ağaç malzeme türünün etkilerinin belirlenmesi,
- Birleştirmelerin mukavemetinde ve mekanik davranış özelliklerinde uygulanan birleştirme tekniğinin etkilerinin belirlenmesi,

- Kavelalı ve zıvanalı gibi tutkallı birleştirme uygulanmış birleştirme elemanlarında tutkal çeşidinin mukavemet ve mekanik davranış özellikleri üzerindeki etkisinin belirlenmesidir.

Çalışmanın kapsam ve yöntemi

Bu çalışmada belirlenen amaçlara ulaşmak için izlenen yöntemler;

Çalışma kapsamında, 5 ağaç türü, 7 farklı birleştirme tekniği, 5 farklı deney ve 10 yinleme olmak üzere toplam 1700 adet deney örneği atölye şartlarında geleneksel yöntemlerle hazırlanmıştır.

Deney örneklerinin belirlenen fiziksel ve mekanik özellikleri:

- Yoğunluk ve rutubet
- Liflere paralel çekme direnci
- Liflere paralel basınç direnci
- Liflere dik eğilme direnci
- Elastikiyet modülü değerleri
- Liflere paralel makaslama direnci
- Kavela çekme direnci
- Vida tutma mukavemeti

Birleştirme elemanlarının mekanik deneyleri:

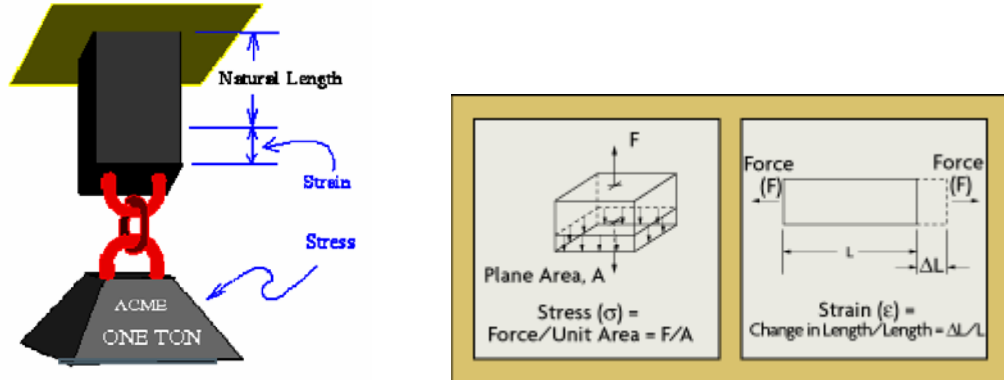
- I- tipi birleştirme elemanlarının boyuna çekme mukavemeti
- L- tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basınç ve çekme yükü altındaki moment kapasiteleri ve elastikiyetleri
- T –tipi birleştirme elemanlarının çekme mukavemeti
- T –tipi birleştirme elemanlarının momenti kapasitesi ve elastikiyeti
- Sonuçların tartışılması.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Gerinim (Strain)

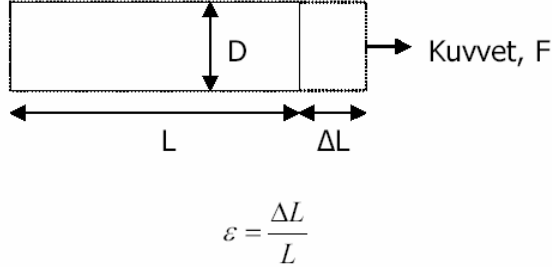
Yakın zamanlara kadar, ölçme aletini direkt kullanarak, bir parça üzerinde ortaya çıkan gerilmelerin ölçülmesi en büyük mühendislik problemlerinden birisi idi. Elektrik dirençli gerinim ölçerlerin bulunuşundan önce bu amaç için mekanik - extensometre'ler kullanılmıştı. Bunların bazı dezavantajları vardı. Gerekli gauge uzunluğu 12 mm den az değildi. Hacimleri, sınırlı yer şartları için elverişli değildi. Bu yüzden pek çok gerilme problemi emniyet faktörleri esas alınarak çözülmüştür [6].

Dış kuvvete maruz kalan bir parça, gerilim ve gerinim altındadır. Gerilim direkt ölçülemez fakat etkisi ölçülebilir. Ve de gerilim ile strain arasındaki ilişki bilinirse gerilme hesaplanabilir (Şekil 2.1), [6].



Şekil 2.1. Gerinim ve Gerilim

Gerinim, bir kütlenin, uygulanan kuvvet yüzünden deforme olmasıdır. Gerinim (ϵ) D kalınlığında ve L uzunluğundaki bir kütlenin ΔL kadar uzamasının boyuna olan oranı olarak tanımlanır (Şekil 2.2), [6].

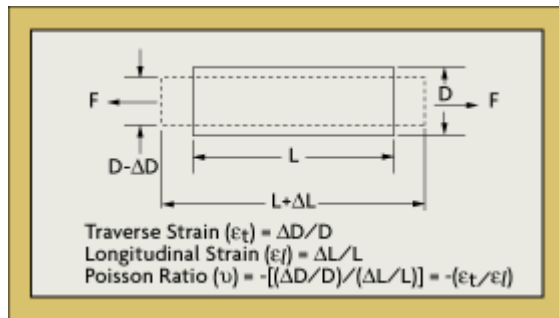


Sekil 2.2. Gerinim tanımı

Pozitif gerinim çekme (tensile), negatif gerinim ise basma (compressive) olarak adlandırılır. Gerinim uzunluklar arasında bir oran olmasından dolayı birimi yoktur ancak kimi uygulamalarda mm/mm cinsinden yazılır. Öte yandan, gerinim çok küçük olduğu için mikro gerinim ($\mu\epsilon$) olarak da ifade edilir [6].

2.1.1. Çapraz-yanal gerinim (poisson oranı) :

Çapraz strain, yükün uygulandığı eksene dik yönde meydana gelen azalma veya artıştır. Aynı tarzda hesaplanır. Çapraz strainin direkt straine oranı poisson oranı olarak bilinir. Pozitif bir değerdir. Bu (ν) değer her metal ve alaşım için farklı farklıdır. En düşük değeri $\nu=0,21$ ile çinkoda, en büyük değeri $\nu=0,35$ ile pirinçte görülür. Çelik için $\nu=0,29$ dur (Şekil 2.3) [6].



Şekil 2.3. Çapraz-yanal strain (poisson oranı)

Doğrudan gerilme altındaki elastik malzemelerde E elastisite modülü;

$$E = \text{Gerilme } (\sigma) / \text{Strain } (\epsilon) \text{ d r} \quad (2.1)$$

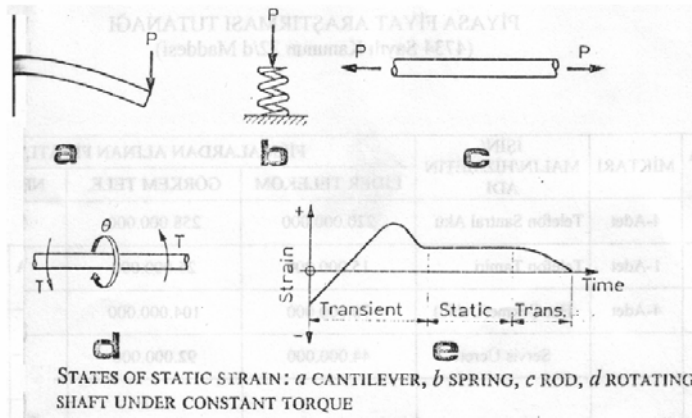
değerinde ve gerilim/strain eğrisinin eğimidir.

$$\sigma = E \cdot \epsilon \text{ dur.} \quad (2.2)$$

2.2.2. Statik, statik-dinamik arası, dinamik gerinim

Statik gerinim

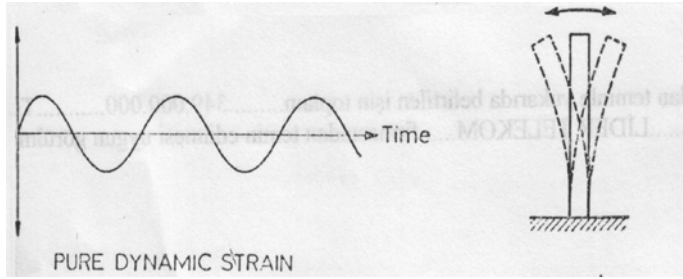
Belli bir zaman içinde sabit kalan straine, statik strain denir. Hareketli veya sabit parçalarda oluşabilir. Sabit tork altında dönen bir makine şaftı çok yavaş değişen, hemen hemen sabit bir straine maruz kalır (Şekil 2.4) [6].



Şekil 2.4. Statik gerinim

Dinamik gerinim

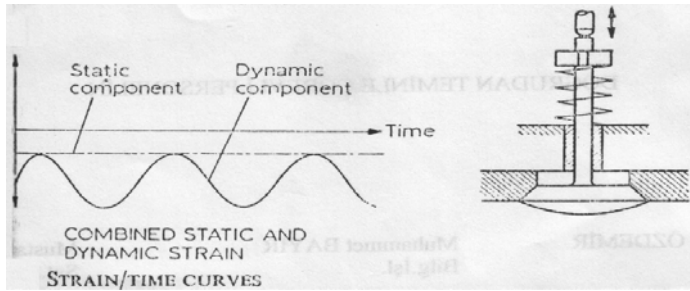
Zamanla değişen straine, dinamik strain denir. Strain'in değişme hızı, strainlerin kaydedilmesinde problem yaratabilir. Ayrıca bir parça hem statik hem de dinamik straine aynı anda maruz kalabilir (Şekil 2.5) [6].



Şekil 2.5. Dinamik gerinim

Statik-dinamik arası gerinim

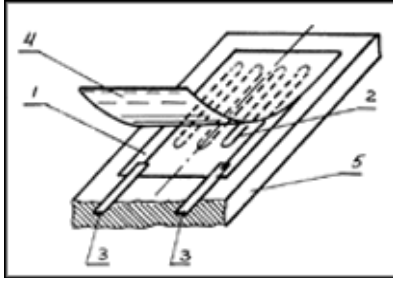
Zamanla strain'ın değişmesi söz konusu olduğundan dinamik strainin özel halidir. Şekilde bir motor sübop yayının çalışmazken statik bası strainine, çalışırken de dinamik basınç strainine maruz kaldığı gösterilmiştir (Şekil 2.6) [6].



Şekil 2.6. Statik-dinamik arası gerinim

2.2.3. Gerinim ölçer (strain gauge)

Özel bir teknikle imali hazırlanan çok ince bir tel, şekilde görüldüğü gibi ince plastik yaprakçık üzerine yerleştirilir. Aynı plastik malzeme ile örtülür. Gerekli yerlerdeki sağlamlaştırma bantları ve bağlantı kolları yapıştırılarak bir gerilim ölçer yapılmış olur (Şekil 2.7) [6].



Metal tel bağı gerilim ölçer yapısı:

- 1 = substrate
- 2 = strain-sensitive wire
- 3 = leads
- 4 = protective film
- 5 = measured surface

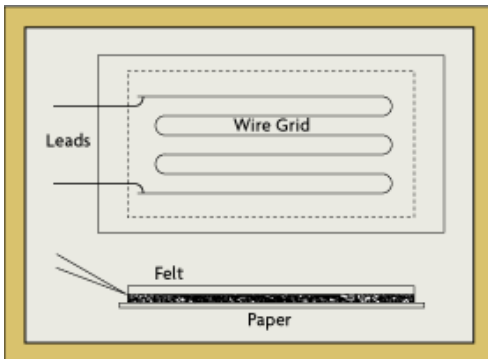
Şekil 2.7. Gerinin ölçer

Gerinim ölçer çeşitleri ve özellikleri

Yapılış ve kullanıldığı yerler bakımından gerilim ölçerler çok çeşitlidirler. Düz yüzeylere yapıştırılacak gerilim ölçerlerin yanında küresel yüzeylerdeki genleşmeleri (şişmeleri) ölçülebilecek tipte olanları da vardır [6].

Tel halindeki gerinim ölçer

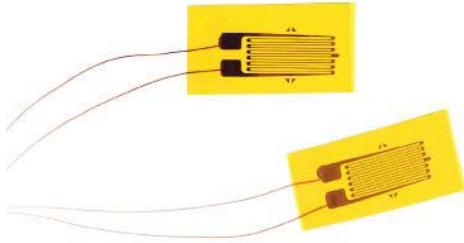
Bu tip gerilim ölçerlerin bir düzlemde sağa sola kıvrılarak yerleştirilmişleri olduğu gibi, ince bir spiral şeklinde yapılıp sonradan yassılaştırılmış olan tipleri de mevcuttur. Bu tip gerilim ölçerlerin bağlantı bantları kalın ve mukavim yapılarak dayanıklılık süreleri artırılır. Gerinim ölçer telinin bu banda bağlantısı çok özel bir kaynak işlemi ile gerçekleşir. Lehim yapmak doğru değildir (Şekil 2.8) [6].



Şekil 2.8. Tel halindeki gerinim ölçer

Folye halindeki gerinim ölçer

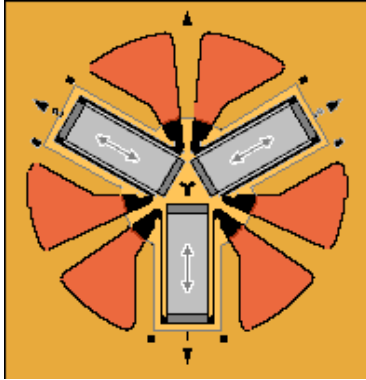
Bu tip gaugeler, 2-10 μm kadar valslenerek inceltilmiş metal bandın, bir tarafını bir plastik reçine ile diğer tarafını ışığa hassas cila tabakası ile kaplayarak elde edilirler. Daha sonra ciladan açık kalan yerler uygun bir ışığa tutularak kimyasal yolla eritilir. Böylece hassas gerilim ölçerler elde edilmiş olur. Bunlar tel gerilim ölçerlere göre daha uzun ömürlüdürler. Hassasiyetleri fazladır. Bağlantı uçları bazen var bazen yoktur. Olmadığı zaman uçların gerilim ölçer teline bağlanması gerekir. Bu işlem çok dikkatli yapılmalıdır. Gerilim ölçerin ömrü etkilenir (Şekil 2.9) [6].



Şekil 2.9.Folye halindeki gerinim ölçer

Rozet haldeki gerinim ölçer

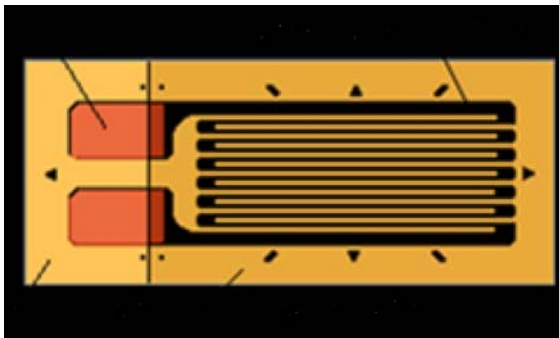
Bu tip gaugelerde birden fazla, genellikle 3 tane gerilim ölçer belli açılarla bir araya getirilmiştir. Biri diğerine göre 120° olanına ve 3' lü tipe delta rozet, 135° olanına 135° lik, 90° olanına da 90° lık rozet denir. Bu tip rozetlerle farklı yönlerdeki uzama ve gerilmeler aynı anda saptanır (Şekil 2.10) [6].



Şekil 2.10. Rozet halindeki gerinim ölçer

Yüksek sıcaklıklara uygun gerinim ölçerler

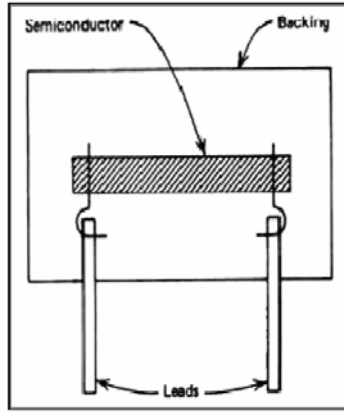
Genellikle bilinen gerilim ölçerler en fazla 200°C sıcaklığa kadar kullanılabilirler. Daha yüksek sıcaklıklarda yanıp kömürleştikleri için özelliklerini kaybederler. Böyle sıcak yerlerde yapılacak ölçümler için seramik yüzey üzerine yerleştirilmiş gerilim ölçerler kullanılır. Bazı hallerde çok ince metal boru içine saf metaloksit tozları ile beraber yerleştirilmiş ince gerilim ölçer teli kullanılmaktadır. Statik deneylerde 300°C, dinamik deneylerde 600°C' nin üstünde doğru sonuçlar elde edilemeyeceğinden yüksek sıcaklıklarda gerilim ölçer imalat eden firmaların talimatlarına uyulmalıdır (Şekil 2.11) [6].



Şekil 2.11. Yüksek sıcaklığa uygun gerinim ölçer

Yarı iletken gerinim ölçer

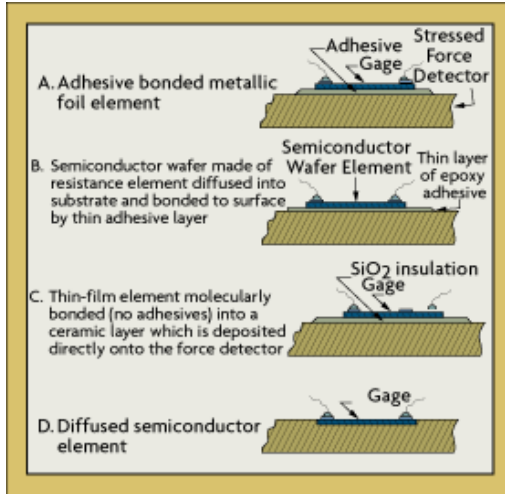
Bu tip gerinim ölçerler genleşmeye karşı duyarlı silisyumdan yapılmış ince bir bandcık içerirler. Diğer gerinim ölçerlere göre 50-80 defa daha hassastır. Yakın zamana kadar imalatı zor olan (Si) bandcık bugün 30 cm uzunluğunda ve 2,5 cm çaplı tek (Si) kristalden kesilip çapı dağlanarak 15 μ m kadar düşürülür. Bu gerilim ölçerlerin diğer önemli özelliği (k) faktörlerinin çok yüksek oluşudur. Bu tip gaugelerin sinyalleri, kuvvetlendirici olmadan da kaydedicilere bağlanabilmektedir (Şekil 2.12) [6].



Şekil 2.12. Yarı iletken gerinim ölçer

2.2.4. Gerinim ölçerin yapıştırılması ve yerleştirilmesi:

Böyle bir gerilim ölçer kullanılacağı yer eğer metalik bir yüzey ise, o yüzey önce taşlanır, zımparalanır sonra aseton, eter gibi eriticilerle yüzey yağından temizlenir. Gerilim ölçerler için genellikle iki komponentli yapıştırıcılar kullanılır. Bu yapıştırıcılar ölçüm yapılacak yere sürülür. Gerilim ölçer buraya istenen yönde konur. Özel plastik folye ile örtülür. Baş parmakla birkaç dakika hafifçe bastırılır. Bu konu da imalatçı firmaların verdikleri kullanma talimatına dikkat edilmelidir (Şekil 2.13) [6].



Şekil 2.13. Gerinim ölçerin yapıştırılması ve yerleştirilmesi

2.2.5. Gauge faktörü veya strain duyarlılığı

Bir metal iletkenin direnci $R = \rho.L/A$ formülü gereğince metalin öz direnci ve uzunluğuyla doğru kesitiyle ters orantılıdır. Çekmeye çalışılan bir gerilim ölçerin kesidi azalıp uzunluğu arttığı zaman, iletkenin metalik kafesinde çarpılmaya izin verilerek direncinde kısmen artış görülür. Fakat yalnız başına bu olay dirençteki değişimi tamamen izah edemez. İletken metal kafesindeki diğer değişimler de öz dirençde değişme meydana getirdiği ortaya konmalıdır. Zira sıcaklıkta öz direnci değiştirdiği bilinmelidir [6].

Gauge faktörü k

$$k = (\delta R/R)/(\delta L/L) \text{ dir.} \quad (2.3)$$

Burada (R)gerilim ölçerin normal direncidir.

Gauge faktörü (k), imalatçı firmalar tarafından belirlenir. Genellikle tel ve folye gaugelerin yaklaşık gauge faktörü 2 olmasına karşılık gauge'nin uzunluğuna ve büyüklüğüne bağlı olarak 1,7-4 arasında değişir. Gauge faktörü (k) yı matematiksel göstermek istersek; bir metal iletken, kuvvetle yüklenmeden önceki direnci,

$$A = \rho \cdot L/A \text{ şeklindedir.} \quad (2.4)$$

Bu formülde;

ρ : Özgül direnç

L: Tel boyu

A: Tel kesidi

Yüklemeden dolayı oluşan değişimi incelemek için yukarıdaki denklemin kısmi türevi alınır. Her terim kendi ana büyüklüğüne oranlanırsa;

$$\Delta R / R = \Delta \rho / \rho + \Delta l / l + \Delta A / A \text{ elde edilir. Telin kesiti} \quad (2.5)$$

$$A = \pi \cdot D^2 / 4 \text{ olduğundan;} \quad (2.6)$$

$\Delta A / A = 2 \cdot \Delta D / D$ yazılabilir.

Ayrıca bu ifade enine uzama oranı için;

$$\Delta D / D = \epsilon \cdot \rho = -\nu \cdot \epsilon \cdot l = -\nu \Delta l / l \text{ eşitliği kullanılabilir. } (\nu = \text{Poisson oranı ve } \nu \cong 0,33)$$

$$\Delta R / R = [1 + 2\nu + (\Delta \rho / \rho) \cdot (l / \Delta l)]. \cdot (\Delta l / l) \text{ ifadesi yazılabilir.}$$

Parantez içindeki kısım “k” ile gösterilirse;

$$\Delta R / R = k \cdot \epsilon \text{ denklemi elde edilir [6].}$$

Gerinimi ölçmek için gerinim pulu sıkça kullanılan deney malzemelerindendir. Gerinim pulu, elastik bir taşıyıcı üzerinde bulunan birbirine paralel bağlantılı ince direnç tellerinden oluşmuştur. Gerinim pulu, gerinimi ölçülecek malzemenin yüzeyine yapıştırılır. Uygulanan yükte doğru orantılı olarak gerinim pulu uzayacak yada kısalacaktır. Pul üzerindeki teller de aynı şekilde uzunluğu değişecek ve direnci orantılı olarak azalıp artacaktır. Gerinim pullarının dirençleri, gerinimle doğrusal

olarak değişir. Pullar, genellikle 120Ω ya da 350Ω ohm gibi standart değerlerde üretilir [7].

Gerinim pulunun en önemli parametresi gerinim pulu faktörüdür (GF, *gauge factor*).

Ölçüm oranı, pulun birim gerinim karşısında gösterdiği bağıl direnç değişimidir.

$$GF = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{\frac{\Delta L}{L}} = \frac{\frac{\Delta R}{R}}{\varepsilon} \quad (2.7)$$

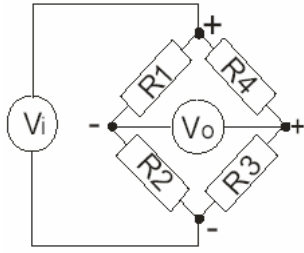
Birçok gerinim pullarının gerinim oranı GF = 2 civarındadır. Çizelge 2.1’de 1με’lik gerinim için gerekli olan direnç değişimleri verilmiştir [7].

Çizelge 2.1. Direnç değişimleri

Gerinim	GF	Pul Direnci	ΔR
1με	2,0	120 Ω	0,24 mΩ
1με	2,0	120 Ω	0,24 mW

Gerinim pullarının sıcaklığa göre de değerleri değişebilir. Üretici firmalar her ne kadar pulları sıcaklık değişimlerinde oluşacak değişimlere karşı hassaslaştırmalarına rağmen yine de 1 C değişimde pulların direnci tipik olarak milyonda 23 (ppm) değişir. Bu da 1000Q’ luk ve gerinim faktörü GF=2 olan bir pulun 11,5με/oC hata yapmasına yol açar [7].

120 Q’luk bir gerinim pulunun (GF = 2) 500 ue’lik bir gerinim altında direnç değeri $2 \times (500 \times 10^{-6}) = \% 0,1$ yani 0,12 Q değişecektir. Bu denli küçük bir direnç değişimini ölçebilmek için wheatstone köprüsü kullanılır (Şekil 2.14), [7].



Şekil 2.14. Wheatstone köprüsü

Wheatstone köprüsü dört dirençten oluşmuştur. Köprü bir V_i ikaz gerilimi ile uyarılır. Köprünün orta bacaklarındaki gerilim farkı V_o :

$$V_o = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_i \quad (2.8)$$

olarak hesaplanabilir. Eğer $R_1/R_2 = R_3/R_4$ olursa V_o gerilimi sıfır olur. Bu halde köprü dengededir. Eğer dengelenmiş köprünün herhangi bir bacağında direnç değişimi olursa köprü dengesi bozulur ve direnç değişimiyle orantılı olarak bir gerilim farkı oluşur [7].

Şekil 3.18' deki köprünün R_4 direnci yerine bir gerinim pulu takılır ve $R_1=R_2$, $R_3=R_g$ olacak şekilde direnç değerleri değiştirilirse köprü çıkışında gerinim ile orantılı bir gerilim farkı elde edilir. R_g değerindeki pulun direnç değişimi;

$$\Delta R = R_g \cdot GF \cdot \varepsilon \quad (2.9)$$

olacaktır.

Buna göre çeyrek köprü bağlanmış gerinim pulunun çıkışta oluşturacağı gerinim farkı gerinim ε cinsinden yazılırsa:

$$V_o = -\frac{GF \times \varepsilon}{4} \left(\frac{1}{1 + GF \times \frac{\varepsilon}{2}} \right) \cdot V_i \text{ (volts)} \quad (2.10)$$

olacaktır. Burada çıkış geriliminin gerinilme oranı doğrusal değildir. Öte yandan köprü çıkışı bir fark yükselteci devresiyle yükseltilir ve mV mertebesinde olan köprü çıkış gerilimi Volt mertebesine yükseltilir. Bu durumda yukarıdaki denkleme bir de analog sinyal işleme devresinden gelecek kazanç faktörünü (GAIN) eklemek gerekir [7].

$$V_o = -\frac{GF \times \varepsilon}{4} \left(\frac{1}{1 + GF \cdot \frac{\varepsilon}{2}} \right) \cdot V_i \cdot \text{GAIN} \text{ (volts)} \quad (2.11)$$

Birçok mühendislik ölçümü çalışmasında kalibrasyon ve referans alma zorluğu olduğu için tek puldan gelen bilginin doğru olarak gerinim bilgisine çevrilebilmesi için pulun ölçüm oranı (GF), köprü ikaz gerilimi (V_i) ve analog sinyal işleme devresi kazanç faktörünün tam olarak bilinmesi gerekir. Tipik olarak $GF = 2$, $V_i = 5$ Volt ve $\text{GAIN} = 500$ alınırsa

$$V_o = -1250 \left(\frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon} \right) \text{ (volts)} \quad (2.12)$$

olarak hesaplanır. ε değerini çekersek 10^{-6} mertebesinde bir değer elde ederiz.

Buradan;

$$-\frac{V_o}{1250} = \left(\frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon} \right)$$

$$-V_o(1 + \varepsilon) = 1250\varepsilon$$

$$0 = 1250\varepsilon + -V_o\varepsilon + V_o$$

$$0 = \varepsilon(1250 + V_o) + V_o$$

$$\varepsilon = -\frac{V_o}{1250 + V_o} \quad (2.13)$$

değeri elde edilir. $e = \frac{g}{2}$ değerini Eş. 2.13'de yerine koyarsak,

$$\frac{\gamma}{2} = -\frac{V_o}{1250 + V_o} \quad (2.14)$$

değeri elde edilir [7].

Bu çalışma sırasında kullandığımız formülasyonda aşağıda verilen değerler kullanılmıştır. Veri toplama cihazının kullanılan her bir kanalı için ayrı bir kanal kazanç faktörü vardır. Aşağıda bir kanal için örnek bir formül çıkarımı yapılmıştır. Örnek olarak ikinci kanal için $GF = 2.1$, $V_i = 5.00026$ Volt ve $GAIN = 493,66$ değerlerini alıp Eş. 2.11'de yerine koyarsak;

$$V_o = -\frac{2,1 \cdot \varepsilon}{4} \left(\frac{1}{1 + 2,1 \cdot \frac{\varepsilon}{2}} \right) \cdot 5,00026 \cdot 493,66 \text{ (volts)}$$

$$V_o = -1250,92 \cdot \left(\frac{\varepsilon}{1 + 1,05\varepsilon} \right)$$

$$V_o + 1,05 \cdot \varepsilon \cdot V_o + 1295,92\varepsilon = 0$$

$$\varepsilon = -\frac{V_o}{1,05V_o + 1295,92}$$

$$\gamma = -\frac{2 \cdot V_o}{1,05V_o + 1295,92}$$

voltaj farkına bağlı birim deformasyon değerini elde etmiş oluruz [7].

3. LİTERATÜR ÖZETİ

Dupont (1963) zıvanalı birleştirmelerde optimum mukavemeti sağlamak için, hem zıvanaya hem de zıvana deliğine ait tüm yüzey alanlarının tutkallanması gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca, zıvanalı birleştirme yapılacak ağaç malzeme rutubetinin %7–9 oranında olmasının, birleştirmenin mukavemeti açısından en uygun rutubet derecesi olduğunu belirtmiştir [8].

Sandquist ve Wessgren (1968) kutu konstrüksiyonlu vidalı köşe birleştirmelerde, kenar kısma giren vida çapının, levha kalınlığının 1/5' inden fazla olmaması gerektiğini bildirmişlerdir [9].

Eckelman (1970), şeker akça ağacı odunlarından elde edilen T şeklindeki eğilme elemanlarını üre–formaldehit tutkalı ile denemiş ve eğilme momentinin, tek kavelanın çekmede gösterdiği kuvvet ile iç moment kolunun çarpımına eşit olduğunu saptamıştır [10].

$$M = F \cdot d \quad (2.1)$$

M = eğilme momenti, F = tek kavelanın düz çekme mukavemeti, d = iç moment kolu

Hill ve Eckelman (1973), dört ağaç türünden, dört çeşit tutkal ile yapıştırılmış değişik ölçülerdeki zıvanalı T-tipi birleştirmelerin eğilme mukavemetini ve eğilmede esnekliğini incelemişlerdir. Sonuç olarak, zıvana genişliği ve uzunluğu arttıkça birleştirmelerin rijitliğinin arttığını, zıvanalı birleştirmelerin mukavemetinin;

$$F = 0.7 \cdot S_x \cdot A \cdot B \cdot C \cdot D \quad (2.2)$$

eşitliğinden tahmin edilebileceğini bildirmişlerdir [11].

Burada, F : maksimum eğilme momenti (pound-inches), S_x : kullanılan ağaç malzemenin makaslama direnci (psi), A : 0.24 x kayıt genişliği + 0.57 x zıvana

genişliği (inches), B : zıvana uzunluk arpanı, C : tutkal faktörü, D : zıvana yerleştirme çarpanı, 0.24, 0.57 : regresyon analizleri sonucunda elde edilen düzeltme katsayıları.

Eckelman (1975), ağaç malzemenin liflere paralel makaslama direncinin vida tutma mukavemetini belirlemede yoğunluktan daha iyi bir gösterge olduğunu vurgulamış, yoğunluğun yonga levhanın vida tutma mukavemetinin belirlenmesinde iyi bir gösterge olduğunu bildirmiştir [12].

Eckelman (1979) kavela çekme mukavemeti ile birleştirmenin yapımında kullanılan ağaç malzemenin liflere paralel makaslama direnci arasında güçlü bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Deney sonuçlarına uyguladığı doğrusal regresyon analizi sonucunda, ağaç malzemenin kenarından kavela çekme mukavemeti için;

$$F = 0.834 DL^{.89} (0.95 S_1 - S_2) ab \quad (2.3)$$

eşitliğini önermiştir [13].

Burada, F : kavela çekme kuvveti (pound), D : kavela çapı (inches), L : kavela etkili boyu (inches), S_1 : kavelanın girdiği ağaç malzemenin makaslama direnci (psi), S_2 : kavelanın yapıldığı ağaç malzemenin makaslama direnci (psi), a : tutkal çarpanı, b : kavela – kavela deliği boşluk arpanı

Eckelman (1988), performans deneyleri kavramının temelinde yatan ana etmenleri analiz etmiştir [14].

Eckelman (1988), sandalye, koltuk, büro sandalyesi, masa ve kutu mobilyalara uygulanan bazı yapısal performans deneyi yöntemlerini tanıtmiştir [15].

Efe (1992), soket vida tutma mukavemeti üzerinde, soket vida boyunun doğru, çapının ters orantılı etkisi olduğunu bildirmiştir. Ayrıca, n delik çap oranı ve vida

diş adımı ile diş yüksekliği soket vida tutma mukavemeti üzerinde etkili olduğunu bildirmiştir [16].

Kürelî (1993), masif sandalye üretiminde kullanılan köşe birleştirmelerde sandalyenin ön ve arka kayıtlarını ayaklara kavelalı birleştirme ile yan kayıtları ön ve arka ayaklara zıvanalı birleştirme ile birleştirilmesini önermiştir [17].

Doğanay (1995), vida tutma direnci açısından en etkili malzemenin kayın olduğunu, bunu sırasıyla werzalit, MDF ve yonga levhanın izlediğini bildirmiştir [18].

Altınok (1995) kritik oturma pozisyonundaki sandalyenin performansında, çerçeve düğüm noktalarının (zıvanaların) h boyutu ve zıvanaların tutkallı bağlantı sağlamlığını, diyagonal pozisyonundaki kuvvet dağılımından doğan gerilmelerin tayin edilmesini ve bu gerilmelerin çam ve kayında gösterdiği emniyetli mukavemete göre boyutları (h boyutu) ile düğüm noktalarındaki (zıvanalardaki) yapışma mukavemetini araştırmıştır [19].

Sayıl (1996) bu çalışmada, rijiditesi, geleneksel birleştirmeden daha yüksek, aynı zamanda seri halde üretilebilen ve yapımı özel makine gerektirmeyen bir ahşap doğrama köşe birleşim şeklinin geliştirilmesi amaçlamıştır. İki parçanın birbirine simetrik 3 zıvanalı köşe birleşim tipinin mekanik dayanımı karşılıklı olarak araştırılmıştır. Sonuç olarak rijiditesi denenen geliştirilmiş doğrama köşesi birleşiminin çok daha fazla mukavemete sahip olduğu saptanmıştır [20].

Uysal (1998), PVAc tutkalı ile tutkallanmış zıvanalı boy birleştirmelerde zıvana boyutlarının ve ağaç türlerinin eğilme direncine etkilerini araştırmıştır. Sonuç olarak; Doğu kayını en başarılı çıkmış, zıvana uzunluğunun artışı eğilme direncini azaltmıştır [21].

Kasal (1998), tutkallı (sabit) ve soket-vidalı (demonte) masa ayak-kayıt birleştirmelerinde demonte birleştirmelerin sabit birleştirmelerden daha başarılı olduğunu bildirmiştir [22].

Örs ve Efe (1998), tutkalsız multifiksli ve minifiksli birleştirme tekniklerini, geleneksel tutkallı birleştirmelerden daha başarılı bulmuşlardır [23].

Örs ve Efe (1998) bu çalışmada, mobilya çerçeve konstrüksiyon tasarımında uygulanan geleneksel ve alternatif birleştirmelerin mekanik özelliklerini araştırmışlardır. Bu maksatla çerçeve tipi konstrüksiyonlarda mevcut çekme, eğilme ve makaslama mukavemet elemanları kavelalı tutkallı, zıvanalı tutkallı ve özel tipte iki bağlantı elemanı (multifiks ve minifiks) ile bunların kombinasyonundan oluşan bir bağlantı olmak üzere toplam beş çeşit birleştirme statik yük altında denemeye tabi tutulmuştur. Deney sonuçlarına göre; esnek birleştirme sağlayan alternatif bağlantı elemanları ile yapılan birleştirmeler, rijit birleştirme sağlayan geleneksel birleştirmelere göre daha başarılı bulunmuştur [24].

Eckelman (1998) mobilya yapımında yaygın olarak kullanılan multifiks (T–nut) tipi bağlantı elemanlarının, çeşitli ağaç malzemelerdeki statik çekme mukavemetleri için yaklaşık bağıntılar elde etmiştir [25].

Efe (1998), T-tipi birleştirmelerin çekme direnci ile en uygun kavela tipini belirlemek için; çam, meşe ve kayın odunları üzerinde 8 ile 10 mm çapında ve 24, 36 ve 48 mm boylarındaki, düz ve yivli gövdeli kayından hazırlanmış kavelaları denemiştir. En yüksek direncin meşe odununda, 36 mm boyunda 10 mm çapındaki kavelalarla elde edildiğini bildirmiştir [26].

Efe (1998), 8 ve 10 mm çapında ve 24, 36 ve 48 mm boylarındaki, düz ve yivli gövdeli kayından hazırlanmış kavelaların, çam, meşe ve kayın odunları üzerindeki çekme dirençlerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada, boy birleştirmelerde en iyi sonucun meşe odununda, 36 mm boyunda 8 mm çapındaki kavelalar ile elde edildiğini bildirmiştir [27].

Efe (1999) çam, meşe ve kayın odunları üzerinde, 8 ile 10 mm çapında ve 24, 36 ve 48 mm boylarındaki, düz ve yivli gövdeli kayın kavelaları denediği çalışmada, en

(yan yana) birleştirmelerde en yüksek çekme direnci kayın odununda, 36 mm boyunda 10 mm çapındaki kavelalarla sağlanmıştır [28].

rs, Atar ve zıfı (1999); mobilya endüstrisinde kullanılan bazı masif ağaç malzeme ve levha çeşitlerinin, polivinilasetat (PVAc) ve Desmodur-VTKA (Nem krlenmeli-polimer esaslı) tutkalı kullanılarak kavela ile yaptıkları bağlantı dirençlerini belirlemek amacıyla yapılmışlardır. Bu maksatla, masif ağaç malzemelerden; Sarıçam (*Pinus silvestris* L), Doğu kayını (*Fagus orientalis lipsky*) ve Sapsız meşe (*Quercus petraea* spp.) türlerine ait odunlardan hazırlanan örneklerde enine ve radyal yönde Desmodur-VTKA tutkalı ile kenarları masifli ve masifsiz, yonga levha ve lif levhalar PVAc tutkalı ile birleştirilerek çekme direnci deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda; en yüksek çekme direnci değerleri Doğu kayın odunu örneklerinde enine yönde (4.403 N/mm^2) ve kenarları masifli lif levhalarda (5.818 N/mm^2) elde edilmiştir [29].

Efe (1999) kutu konstrüksiyonlu mobilyada tutkallı yabancı ıtalı ve trapez bağlantı elemanlı (demonte) birleştirmelerde lif levhaların yonga levhalara, demonte birleştirmelerin sabit birleştirmelere üstünlük sağladığını belirlemiştir [30].

Uzer (1999) bu çalışmada, hampaylı köşe birleştirme şekillerinden düz hampaylı, gizli hampaylı, paylı hampaylı zıvana ve üç farklı ahşap kereste (sarıçam, kestane ve göknar) ile belirli nem düzeyinde ($U=12\%$) birleştirilerek basma ve çekme mukavemetleri incelenmiş ve bunun üzerine deneysel bir grup araştırma yapılmıştır. Basma ve çekme deneyleri sonucunda en mukavemetli malzemenin sarıçam olduğu grlmştr. Birleşim yönünden en iyi çekme mukavemetinin gizli hampaylı zıvana ile elde edilebileceği, basma mukavemetleri yönünden ise birleşim şekilleri arasında fazla bir farkın olmadığı yapılan deneyler sonucunda grlmştr [31].

Kap (1999) bu çalışmada, kapı köşe birleştirmelerinin çekme ve basma dayanımlarını araştırmıştır. Deneylerde dört farklı ağaç türü (am, göknar, kestane, sedir) kullanılmıştır. Kullanılan deney numunelerinde nem oranı yaklaşık olarak 12% civarındadır. Çekme ve basma mukavemeti bakımından en iyi sonucu am türünün

verdiği görülmektedir. Birleşim yönünden düz zıvanalı birleşimin tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir [32].

Demir (1999), ahşap yapılarda kullanılan (kavak, göknar ve kestane) ahşap malzemelerle değişik boy birleştirmeler yapılarak eğme ve çekme mukavemet özelliklerini araştırmıştır. Gerçek ölçülerle hazırlanan numunelere eğilme ve çekme testleri uygulanmıştır. Numunelerin birleşiminde PVAc tutkalı yapıştırıcı olarak kullanılmıştır. Deneyler sonucunda tam zıvanalı boy birleştirme ve eğilme deneylerinde yüksek mukavemet vermiştir [33].

Altınok ve diğerleri (2000), şerit testerede açılmış zıvanalı T-tipi birleştirmelerde; en başarılı çekme direncinin PVAc tutkalı ile yüzeyden presleme yapılan Doğu kayını örnekler ile elde edildiğini bildirmişlerdir [34].

Altınok ve diğerleri (2000), daire testerede açılmış zıvanalı T-tipi birleştirmelerde, en yüksek çekme direncinin PVAc tutkalı ile yüzeyden sıkılarak yapıştırılmış Doğu kayını odununda, Desmodur-VTKA tutkalı ise kestane odununda kayına göre daha yüksek yapışma direnci olduğunu belirtmişlerdir [35].

Efe ve Demirci (2000) meşe ve kestane odunlarının çeşitli tutkallar ile kavela tutma dirençlerini araştırmışlardır. Poliüretan, PVAc ve kleiberit – 305 olmak üzere üç çeşit tutkal kullanarak yaptıkları deneyler sonucunda, en yüksek kavela çekme direncinin meşe odununda radyal yönde ve poliüretan tutkalı ile elde edildiğini bildirmişlerdir [36].

Efe ve Demirci(2001), kavelalı mobilya birleştirmelerinde yaygın olarak kullanılan kestane (*Castanea sativa* Mill.) ve meşe (*Quercus borealis* Lipsky) odunları üzerinde polivinilasetat (PVAc), kleiberit 305 ve desmodur- VTKA tutkallanan ile kesiş yönünün kavela çekme direncine etkilerini araştırmışlardır. Bu maksatla, meşe ve kestane odunlarından hazırlanan 180 adet kavelalı birleştirme örneğine BSI 6948 standardında belirtilen esaslara uygun olarak çekme direnci deneyleri uygulanmıştır.

Deney sonuçlarına göre en yüksek çekme direnci; kestanede teğet yönde, desmodur - VTKA tutkalı ile elde edilmiştir [37]

Efe ve İmirzi (2001), Doğu kayını, sarıçam ve meşe odunlarından hazırlanan çerçeve konstrüksiyonlu mobilya T-tipi birleştirmelerde, Doğu kayınının en başarılı malzeme olduğunu, demonte birleştirmelerin tutkalı birleştirmelere üstünlük sağladığını bildirmişlerdir [38].

Altınok, Söğütlü ve Döngel(2002), yüzeyleri melamin emprenyeli kağıt (Suntalam) ve ağaç kaplama ile kaplanmış (Kap. YL) yonga levhalarda kavela tipi ve tutkal çeşidinin kavela tutma direncine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla levha yüzey ve kenarlarına çapı 8 ve 10 mm olan düz ve yivli kavelalar Desmodur-VTKA (D-VTKA) ve Klebit 303 (K 303) tutkalları ile yapıştırılmıştır. Hazırlanan deney örneklerine DIN 52186'ya göre çekme deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak, en yüksek kavela tutma direnci kaplanmış yonga levhada D-VTKA tutkalı 8 mm çaplı kavelada elde edilmiştir [39].

Efe ve diğerleri (2003) Doğu kayını, sarıçam ve meşe odunlarından elde edilen T-tipi iki vidalı birleştirmelerde, eğilme momentinin (M); tek vidanın çekme kuvveti (F) ile iç moment kolunun (d) çarpımı ile tahmin edilebileceğini bildirmişlerdir [40].

$$M = F.d \quad (2.4)$$

Güntekin (2003) bu çalışmada, montaja hazır mobilyalar için çok çeşitli bağlantı elemanlarını geliştirmiştir. Bu bağlantı elemanlarının çokluğuna karşın mekanik performansları hakkında herhangi bir bilgi mevcut değildir. Bu çalışmada montaja hazır mobilya birleştirmelerinin performans özellikleri araştırılmıştır. Bunun için 18 mm kalınlığındaki MDF ve yonga levhalardan mekanik bağlantı elemanları ve kavela kullanılarak köşe birleştirme örnekleri hazırlanmıştır. Her bir köşe birleştirmesi için bir bağlantı elemanı kullanılmıştır. Köşe birleştirmeleri universal test makinesinde basınç (kapanma) testine tabi tutularak moment-rotasyon diyagramları oluşturulmuştur. Moment-rotasyon diyagramları kullanılarak

birleştirmelerin esnekliği ve direnci hesaplanmıştır. Araştırma sonuçları mekanik bağlantı elemanları ile yapılan birleştirmelerin kavela ile yapılan birleştirmelere göre daha az dirençli ve daha esnek olduklarını ve malzeme ve bağlantı elemanı tipinin esneklik ve direnci etkilediğini göstermiştir. Bu alışma montaja hazır mobilya üreticileri ve tasarımcıları için birleştirmeler hakkında bir fikir vermesi açısından önemlidir [41].

Efe ve Kasal (2003) bu çalışmada, T-tipi kavelalı tutkallı birleştirmelerde köşe destek elemanı boyutunun çekme direnci üzerindeki etkilerinin belirlenmesini amaçlamışlardır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunlarını kullanılmıştır. 30x30x25 mm, 40x40x25 mm, 50x50x25 mm ve 60x60x25 mm ölçülerindeki köşe destek elemanları ile yapılan örnekler, kayından hazırlanan kavelalarla tutkallı olarak birleştirilmiştir. Kavelalar ve köşe destek elemanlarının yapıştırılmasında polivinilasetat (PVAc) tutkalı kullanılmıştır. Deneyler ASTM-D 1037'de belirtilen esaslara uyularak gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, kayın odunu kullanılan 40x40x25 mm ölçülerindeki köşe takozlu birleştirmeler diğerlerine üstünlük sağlamıştır [42].

Efe ve diğerleri (2004) Doğu kayını, sarıçam ve meşe odunlarından, kavelalı, zıvanalı, minifiksli ve vidalı olarak hazırlanan T-tipi birleştirmelerde eğilme direncini en yüksek Doğu kayınından yapılan zıvanalı birleştirmede, en düşük sarıçamdan yapılan kavelalı birleştirmede elde etmişlerdir [43].

Tankut (2004), çalışmada nominal olarak aynı şartlarda ve farklı biçimlerde yuvarlatılmış lamba-zıvana, dikdörtgen lamba-zıvana, dikdörtgen zıvanalı/yuvarlatılmış lambalı birleştirmelerin direnç değerleri araştırılmıştır. Ayrıca, her u biçimi farklı kayıt genişliklerinde ve iki zıvana genişliğinde karşılaştırılmıştır. Sonuçlar dikdörtgen zıvanalı birleştirmelerin hem yuvarlatılmış zıvanalı hem de dikdörtgen zıvanalı/yuvarlatılmış lambalı birleştirmelerden yaklaşık % 15 daha dirençli olduğunu göstermiştir. Ayrıca; birleştirme geometrisi birleştirmelerin direnci üzerinde önemli derecede etkili çıkmıştır. Zıvana genişliği ve uzunluğu arttıkça

birleştirmelerin direnci iyileşmiştir. Lambalı zıvanalı birleştirmelerde uç formlarının birleştirme direnci üzerinde fark edilir derecede etkili olduğu görölmüştür [44].

Efe ve Demirci (2005), ağaç malzeme türünü ve ağaç malzeme kesif yönünün soket vida tutma mukavemetine etkilerini araştırmışlardır. Bu amaçla sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) ve meşe (*Quercus petraea* Lieble.) odunlarından hazırlanan örneklere ASTM-D 1767-68 esaslarına uyularak statik çekme direnci deneyleri uygulanmıştır. Sonuç olarak, ağaç türü için soket vida tutma direnci en yüksek meşede en düşük sarıçamda, kesif yönü için en yüksek yıllık halkalara radyal, en düşük liflere paralel yönde elde edilmiştir [45].

Tokgöz, Kap ve Özgan(2005) bu çalışmada, kapı ve pencere yapımında kullanılan sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky), Doğu Karadeniz göknarı (*Abies Nordmanniana*), Anadolu keşanesi (*Castanea Sativa* Mill.) ve Toros sediri (*Cedrus Libani* A. Rich.) türlerinden imal edilen, düz zıvanalı, düz zıvanalı-kavelalı, gizli zıvanalı, gizli zıvanalı-kavelalı konstrüksiyonel birleştirme teknikleri ile oluşturulan köşe birleştirmelerinin çekme kuvvetlerine karşı mukavemetlerini incelişlerdir. Bu amaçla toplam 160 adet çerçeve konstrüksiyonlu köşe birleşim modelleri ve modeller üzerinde çekme testleri yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda, birleştirmelerde çam malzeme kullanıldığında en büyük ortalama çekme mukavemetinin 3072 kPa ile düz zıvanalı birleştirmede ve en düşük mukavemetin ise 1749,5 kPa ile gizli zıvanalı birleştirmede olduğu görölmüştür. Birleştirmelerde yapışma yüzey alanları dikkate alındığında çam kullanılarak yapılmış olan birleştirmelerde maksimum çekme gerilmesinin 19,57 kPa ile düz zıvanada ve minimum çekme gerilmesinin de 14,04 kPa ile gizli zıvanalıda olduğu görölmüştür. Ağaç türü olarak göknar kullanıldığında ise maksimum çekme gerilmesinin 12,60 kPa ile düz zıvanalı-kavelalı birleştirmede olduğu ve minimum çekme gerilmesinin 10,88 kPa ile gizli zıvanalı kavelalı birleştirmede gerçekleştiği görölmüştür. Buna karşın, keşane kullanıldığında maksimum çekme gerilmesinin 18,06 kPa ile gizli zıvanalı-kavelalı birleştirmede meydana geldiği ve minimum çekme gerilmesinin 10,87 kPa ile düz zıvanalı birleştirmede olduğu görölmüştür. Ağaç türü olarak sedir kullanıldığında ise maksimum çekme gerilmesinin 18,50 kPa ile gizli zıvanalı-kavelalı birleştirmede

olduğu ve minimum çekme gerilmesinin 16,81 kPa ile gizli zıvanalı birleştirmede bulunduğu görülmüştür [46].

Aslan, Subaşı ve Altınbaş (2006), ahşap pencere kanatlarında uygulanan zıvanalı birleşimlerin çekme dayanımları ve sarkma değerlerini araştırmışlardır. Pencere kanatları birleşim yerleri deney örneklerinin üretilmesinde birinci sınıf sarıçam kerestesi kullanılmıştır. Alt köşe birleşim yerleri için 35 adet kavelalı, 35 adet kavelasız olmak üzere toplam 70 adet, üst köşe birleşim yerleri için 35 adet kavelalı, 35 adet kavelasız olmak üzere toplam 70 adet deney örneği üretilmiştir. Deney örnekleri üzerinde ayrıca; rutubet miktarı ve yoğunluk ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, ahşap pencere kanatlarının alt ve üst köşe zıvanalı birleşimlerinde çekme dayanımı ve sarkma verileri bakımından kavelalı birleşimlerin kavelasız birleşimlerden daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür [47].

Kasal (2007), bazı masif ve kompozit ağaç malzemelerin, kenardan ve yüzeyden kavela tutma performanslarının belirlenmesi amaçlamıştır. Deneylerde ağaç malzemelerden Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), kompozit ağaç malzemelerden ise okume (*Aucoumea klaineana*) kontrplak (OKP), yongalevha (YL), iki ayrı kalitede yönlendirilmiş yonga levha (OSB1, OSB2), orta yoğunlukta lif levha (MDF), sentetik reçinelerle kaplanmış yonga levha (SUNTALAM) ve lif levha (MDFLAM) kullanılmıştır. Kavelaların yapıştırılmasında polivinilasetat (PVAc) tutkalından yararlanılmıştır. 9 Ağaç Türü (2 masif, 7 kompozit), 2 farklı kavela çapı, 3 kavela girme derinliği (etkili boyu) ve her örnekten 10 yinleme olacak şekilde toplam 660 kenardan çekme, 540 adet de yüzeyden çekme örneği hazırlanmış ve statik yük altında denenmiştir. Ayrıca, deney sonuçları sayısal formüller haline getirilerek mobilya tasarımcılarının kenardan ve yüzeyden kavela tutma performansını, her bir ağaç türü için kavela çapı ve kavela etkili boyunun fonksiyonu olarak tahmin etmeleri amaçlanmıştır. Sonuçlar, elde edilen formüllerle, kenardan ve yüzeyden kavela tutma performansının mantıklı bir şekilde tahmin edilebildiğini göstermiştir [48].

Özgan ve Kap (2008) bu çalışmada; Sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky), Doğu Karadeniz Köknarı (*Abies Nordmanniana*), Anadolu Kestanesi (*Castanea Sativa* Mill.) ve Toros Sediri (*Cedrus Libani* A. Rich.) türlerinden imal edilen, Düz Zıvanalı, Düz Zıvanalı-Kavelalı, Gizli Zıvanalı, Gizli Zıvanalı-Kavelalı birleştirme teknikleriyle oluşturulan köşe birleştirmelerin dış eğilme momenti etkisi altındaki performanslarını incelemişlerdir. Bu amaçla toplam 160 adet çerçeve konstrüksiyonlu köşe birleştirme örneği hazırlanmıştır. Birleştirmelerde eğilme etkisindeki en büyük ortalama bileşik basınç gerilmesinin Düz Zıvana Kavelalı olarak birleştirilen Çam ağacında, buna karşılık eğilme etkisindeki en düşük ortalama basınç gerilmesinin ise Gizli Zıvana Kavelalı olarak birleştirilen Köknar ağacında meydana geldiği belirlenmiştir [49].

4. MALZEME VE YÖNTEM

4.1. Ağaç Malzeme

Deneylerde malzeme olarak, masif ağaçların ülkemizde yetişmekte olması ve mobilya endüstrisinde yaygın olarak kullanımları göz önünde bulundurularak Doğu kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus Sylvestris* Lipsky), meşe (*Quercus borealis* Lipsky), kestane (*Castanea sativa*), ceviz (*Junglans Regia*), odunları kullanılmıştır. Ahşap malzemeler piyasadan rastgele seçim yöntem ile temin edilmiştir. Kerestelerin seçiminde; kuru, sağlam, doğal renkli, kusursuz, liflerinin birbirine paralel olması, lif kıvrıklığı olmaması, böcek ve mantar zararlarına uğramamış bulunması gibi etmenler göz önünde bulundurulmuştur.

4.2. Tutkallar

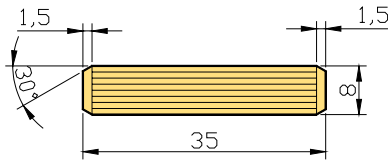
Kavelalı ve zıvanalı deney örneklerinin yapıştırılmasında poliüretan (Pu) polivinilasetat (PVAc) tutkalları kullanılmıştır. Tutkal birleştirme arakesit yerlerine, zıvana yüzeylerine ve zıvana yuvalarına, kavela yüzeylerine ve kavela deliklerine ortalama 150 ± 10 gr/m² hesabıyla sürülmüştür.

Poliüretan tutkalı, tek bileşenli poliüretan tip aktif maddeli bir yapıştırıcıdır. Suya ve neme karşı son derece dayanıklı; çözücü içermeyen; tahta, metal, polyester, taş, seramik, PVC ve diğer plastik yüzlerin birbirine bağlanmasında iyi sonuçlar veren bir tutkaldır. Su ve hava nemine karşı dayanıklılığı sayesinde, özellikle deniz ve göl vasıtalarıyla binaların dış cephe metal ve ahşap aksamalarının montaj ve onarımında kullanılır. Su buharı fazla olan yerlerde özellikle evlerin banyo ve mutfaklarında, atölye ve fabrikalarda iyi sonuçlar verir. Nemlendikçe güçlenen bir tutkaldır [50].

PVAc, soğuk olarak kullanılması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz olması gibi özellikleri ile koltuk iskelet üretiminde yaygın olarak kullanılır. Kullanılan tutkalın özellikleri üretici firma tarafından yoğunluk 1,1 g/cm³, vizkositesi 160–200 cps, PH = 5,00, kül miktarı % 3 olarak verilmiştir [51].

4.3. Kavela

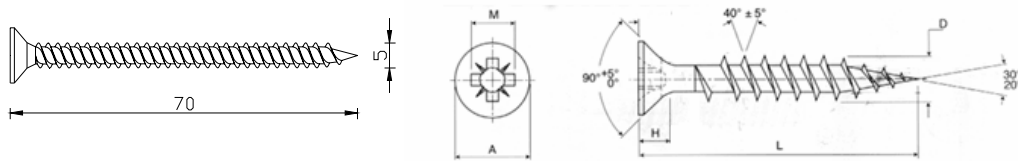
Bu çalışmada rastgele temin edilen, TS 4539 [52] esaslarına uygun, parça kalınlığının 1/3' ü ve zıvana kalınlığı gibi faktörler dikkate alınarak 8 mm çapında ve 35 mm boyunda, düz yivli gövdeli kayın odunundan hazırlanmış kavelalar kullanılmıştır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Deneylerde kullanılan kavela boyutları (ölçüler mm)

4.4. Bağlantı Elemanları (vida, minifiks, maksifiks)

Denemelerde, TS 61 standartlarına uygun olarak seçilen, mobilya endüstrisinde kullanımı giderek yaygınlaşan, özellikle odun kompozitti levhalardan üretilen mobilya birleştirmelerinde bağlantı elemanı olarak kullanılan yıldız başlı, 5 mm çapında ve 70 mm boyundaki vidalar kullanılmıştır (Şekil 4.2) [54]. Kullanılan vidanın kök çapı 3 mm, dış çapı 5 mm ve diş adımı 2.2 mm olarak belirlenmiştir. [53]

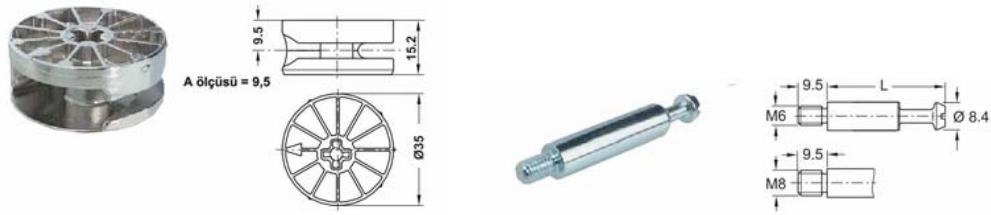


Şekil 4.2. Kullanılan 5 x 70 vida örneği

Deney numunelerinde silindirik–eksantrik–bağlantı elemanı (minifiks-maksifiks) kullanılmıştır. Bunlara ilişkin detaylar ve ölçüler (Şekil 4.3, 4.4)’ de verilmiştir [55].



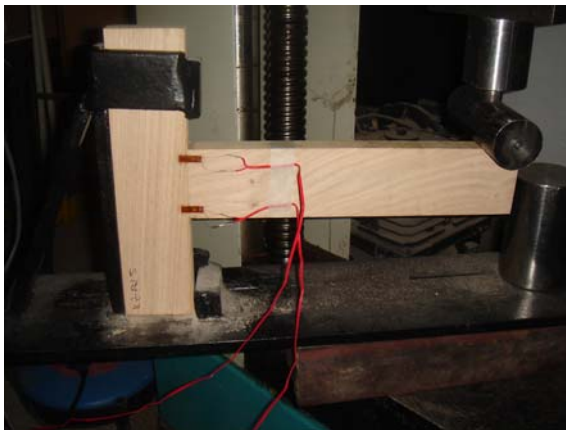
Şekil 4.3. Deney numunelerinde kullanılan minifiks bağlantı elemanı



Şekil 4.4. Deney numunelerinde kullanılan maksifiks bağlantı elemanı

4.5. Gerinim Ölçer

Piyasadan temin edilen folyo gerinim ölçerler kullanılmıştır. Kullanımı esnasında firmanın direktifleri doğrultusunda uygulama yapılmıştır. Deney örneklerinin yüzeyleri kontak zımpara makinesinden geçirilerek düzeltilmiş ve temizlenmiştir. Birleşme yüzeyinde meydana gelecek gerinim değişikliklerini ölçmek için gerinim ölçerler deney örneklerinin yüzeylerinde belirlenen konumlarına özel tutkal ile yapıştırılmıştır (Resim 4.1.).



Resim 4.1. Deney örneklerinde kullanılan gerinim ölçerler ve konumları

4.6. Yöntem

4.6.1. Deneylerde kullanılan ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Deney numunelerinin, rutubet ve yoğunlukları, statik yük altındaki; liflere paralel basınç, çekme, makaslama dirençleri, liflere dik yönde eğilme dirençleri, eğilmede elastisite modülü değerleri, kavela çekme ve vida çekme dirençleri tespit edilmiştir .

Köşe birleştirmeleri 5 farklı malzemeden üretilmiştir. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılacak deney örnekleri, deneylerden önce TS 2470 [56] esaslarına uyularak 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 45 \pm 5$ bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabında ağırlıkları sabit oluncaya kadar bekletilmişlerdir. Deneyler, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Malzeme laboratuvarlarında 5 ton kapasiteli “Üniversal Test Cihazı” nda yapılmıştır .

Yoğunluk ve rutubet

Deney örneklerinin yoğunluklarının belirlenmesi amacıyla masif malzemeler için TS 2472 (57). Her malzemeden 10’ ar adet olmak üzere toplam 50 adet örnek hazırlanmış, daha sonra bu örnekler $\pm 0,01$ g duyarlıklı terazi ile tartılmışlardır. Böylece örneklerin rutubetli ağırlıkları (m_r) tespit edilmiştir. Kusursuz olarak hazırlanmış olan bu örneklerin boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri (V_r) hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra örnekler 103 ± 2 °C de 24 saat bekletilmişler, 6 saat aralıklarla yapılan iki tartı arasındaki fark, deney parçası ağırlığının $\% 0,5$ ’ine eşit veya daha az olduğunda değişmez ağırlığa ulaştıkları kabul edilerek tam kuru ağırlıklar (m_o) belirlenmiştir. Tekrar dijital kumpas kullanılarak boyutlar ölçülmek suretiyle tam kuru hacimleri (V_o) hesaplanmıştır [4]. Tam kuru (δ_o) ve $\% 8$ ’ lik (δ_8) yoğunlukların belirlenmesi için sırasıyla Eş. 4.1 ve Eş. 4.2 kullanılmıştır.

$$\delta_0 = \frac{m_0}{v_0} \quad (4.1)$$

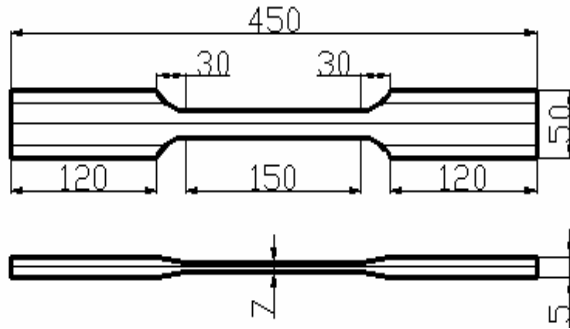
$$\delta_8 = \frac{m_8}{v_8} \quad (4.2)$$

Rutubet (r) kontrolü için masif ahşap malzemede TS 2471 [58], belirtilen Eş. 4.3 kullanılmıştır.

$$r = \left(\frac{m_r - m_o}{m_o} \right) \cdot 100 \quad [59] \quad (4.3).$$

Liflere paralel çekme direnci

Masif ağaç malzemelerin liflere paralel yöndeki çekme dirençleri TS 2475 [60] esaslarına göre belirlenmiş ve her malzemeden 10 adet hazırlanmıştır. Çekme deneyi örnekleri masif ağaç malzemeler için Şekil 4.5’de gösterilmiştir.



Şekil 4.5. Masif ağaç malzeme için çekme deneyi örnekleri (ölçüler mm’dir)

Deneyleerde yükleme hızı 2 mm/d. olarak sabit tutulmuş ve çekme direnci Eş. 4.4’e göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_{\zeta} = \frac{F_{\max \zeta}}{A_0} \quad (4.4)$$

Burada;

σ_{ζ} = Çekme direnci (N/mm²),

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

A_0 = Deney numunesinin deneyden önceki kesit alanı (mm²) [59].

Liflere paralel basınç direnci

Basınç dirençlerinin belirlenmesinde, TS 2595 [61] de belirtilen esaslara uyulmuştur. Liflere veya yüzeye paralel basınç direnci deneylerinde 18x18 kare kesitli ve lifler yönünde 30 mm uzunluğundaki numuneler 10'ar adet olarak hazırlanmış ve kullanılmıştır (Resim 4.2).



Resim 4.2. Basınç direnci deneyi örneği

Deneylerde yükleme hızı 2 mm/d. ayarlanmış ve basınç direnci Eş. 4.5'e göre hesaplanmıştır:

$$\sigma_b = \frac{F_{\max b}}{A_0} \quad (4.5)$$

Burada;

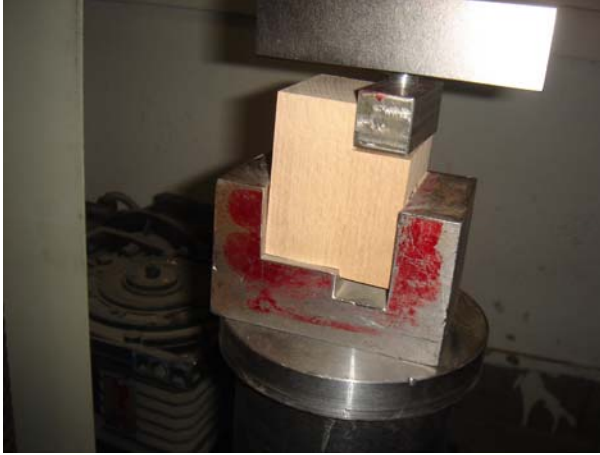
σ_b = Basınç direnci (N/mm²),

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

A_0 = Deney numunesinin deneyden önceki kesit alanı (mm²).

Liflere paralel kesme direnci

Her malzemeden 10'ar adet numune hazırlanıp, liflere paralel kesme (makaslama) dirençlerinin belirlenmesinde TS 53 [62] ve DIN 52187 [63] esaslarına uyulmuştur (Resim 4.3) .



Resim 4.3. Kesme direnci deneyi örneği

Kesme direnci, her bir deney parçası için liflere paralel olarak uygulanan kuvvetin maksimum değerinin ($F_{\max k}$), deney parçasının kuvvet uygulanan kayma alanına bölünmesiyle hesaplanmış ve makaslama direnci Eş. 4.6 ile değerlendirilmiştir.

$$\sigma_m = \frac{F_{\max k}}{a.b} \quad (4.6)$$

Burada;

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

a = Deney parçasının kayma yüzeyinin uzunluğu (mm),

b = Deney parçasının kayma yüzeyinin uzunluğu (mm),dur [59].

Liflere ve radyal yüzeye dik eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü

Ağaç malzemeler için TS 2474 [64], esaslarına uyulmuştur. Örnek boyutları, ağaç malzemeler için 360x20x20 mm ölçülerinde olmak üzere 10'ar adet hazırlanmıştır. Deneylerde kuvvet numunelerin tam ortasından uygulanmış ve deney cihazının yükleme hızı 2 mm/d. olarak ayarlanmıştır. Eğilme direnci “Eş. 4.7”de göre değerlendirilmiştir.

$$f_m = \frac{3.F_{\max}.L_s}{2.b.h^2} \quad (4.7)$$

Burada;

f_m = Eğilme direnci (N/mm²)

$F_{\max}$ = Kırılma anındaki max yük- (N)

L = Deney numunesi boyu (mm)

L_s = Mesnet açıklığı (mm)

B = Numune genişliği (mm)

h = Numune yüksekliği (mm)

Eğilme deneylerinde, eğilmede elastiklik modülü değerleri de hesaplanmıştır. Bu maksatla ahşap malzemelerde TS 2478 [65], esaslarına uyulmuştur. “Eş. 4.8”e göre hesaplanmıştır. Eğilme deney örneği ve test düzeneği Şekil 4.6 ve Resim 4.4’ de gösterilmiştir.

$$E = \frac{L_s^3}{4.b.h^3} \cdot \frac{\Delta_F}{\Delta_f} \quad (4.8)$$

Burada;

E : Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm²),

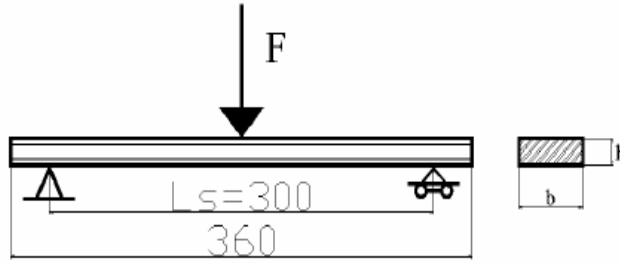
Δ_F : Yük-sehim oranlılık bölgesindeki yük artışı (N), (F2-F1)

F_1 : Yaklaşık olarak maksimum kuvvetin % 10’u (N)

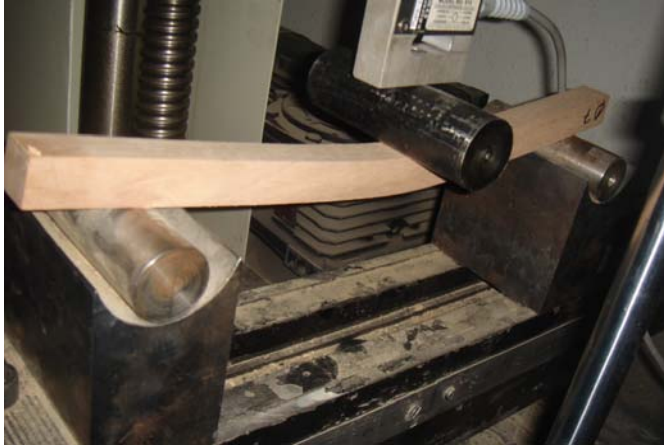
F_2 : Yaklaşık olarak maksimum kuvvetin % 40’ı (N)

L_s : Dayanakların (destek) arasındaki mesafe (mm),

- b : Deney parçasının genişliği (mm),
h : Deney parçasının kalınlığı veya yüksekliği (mm),
 Δ_f : ($F_2 - F_1$) kuvvet artışı nedeniyle deney parçası uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışı (mm) dir.



Şekil 4.6. Eğilme direnci deneyi düzeneği



Resim 4.4. Eğilme direnci deneyi düzeneği

Liflere paralel ve liflere dik (teğet yüzeyde) kavela tutma direnci

Kavelaların tutma dirençlerinin belirlenmesinde, her malzemedan 22 mm kalınlığında 10'ar adet alınarak 50 adet 150x55x22 mm ebatlı deney numunesi hazırlanmıştır. Deneyler örneklerinin teğet ve enine kesitlerinin kenarlarında test edilmiştir. Her iki kesitte delik derinlikleri 15 mm'dir. Deneylerde 8 mm çapında ve 35 mm boylarında Doğu kayını kavela örnekleri kullanılmıştır. Kavela çekme deney örneği ve test düzeneği Resim 4.5'de gösterilmiştir. Deneylerde yükleme hızı 2-3

mm/d. ve kavelanın geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (f); kavela çekme direnci Eş. 4.9 ile hesaplanır.

$$f = \frac{F_{\max}}{d.l_p} \quad (4.9)$$

Burada;

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

d = Kavela çapı (mm),

l_p = Levhaya girme mesafesi (mm)



Resim 4.5. Kavela çekme direnci deney örneği ve test düzeneği

Liflere paralel ve liflere dik (teğet ve radyal yüzeyden) vida tutma mukavemeti

Köşe birleştirmeleri yapımında kullanılan 5 mm çap ve 70 mm uzunluğundaki vidalar kullanılmıştır. Vidaların uygulanacağı yerlere önceden 2,5 mm çapında ve 21 mm derinliğinde ön delikler açılmıştır. Daha sonra vidalar, malzemelerin içerisine kenar kısımlardan olmak üzere 30 mm derinliğinde vidalanmışlardır. 51x51x152 mm ölçülerinde 10 'ar adet olarak hazırlanan örnekler, statik yük altında test edilmiştir (Resim 4.6).



Resim 4.6. Vida çekme deneyi düzeneği

Deneylerde yükleme hızı 2 mm/d. sabit olarak ayarlanmıştır. Vidanın çıkma anındaki en büyük yük değeri (F_{maxv}), vida tutma mukavemeti olarak alınmıştır.

4.7. Deney Örneklerinin Hazırlanması

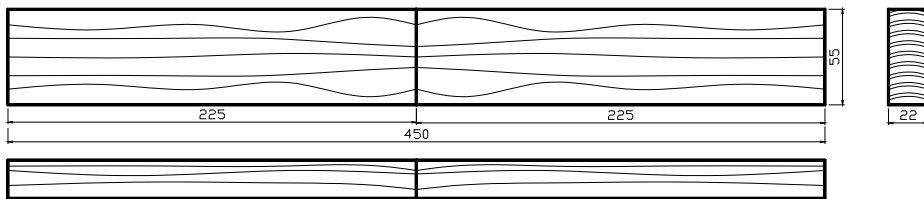
Deney örnekleri hazırlanırken, çerçeve konstrüksiyonlu mobilya üretiminde kullanılan birleştirme teknikleri seçilmiştir. Geleneksel tutkallı birleştirme tekniklerinden zıvanalı, kavelalı birleştirmeler; günümüzde kullanımı giderek yaygınlaşan ve sabit birleştirmelere göre birçok üstünlükleri bulunan alternatif demonte birleştirme tekniklerinden maksifiks, minifiks ve vidalı birleştirmeler kullanılmıştır. Geleneksel tutkallı birleştirmelerde PVAc ve Poliüretan tutkalları kullanılmıştır.

Deneylerde I-tipi, T-tipi ve L-tipi birleştirme elemanları hazırlanmıştır. I-tipi birleştirme elemanlarına boyuna çekme, T-tipi birleştirme elemanlarına çekme ve eğilme, L-tipi birleştirme elemanlarına ise diyagonal basınç ve çekme deneyleri uygulanmıştır. Birleştirme tekniklerindeki tüm detaylar karşılaştırma yapılabilmesi açısından her tip birleştirme elemanı için aynı uygulanmıştır.

Birleştirmelerin hazırlanması esnasında, temin edilen ahşap malzemeler önce kereste olarak uygun koşullarda altı ay istif edilmiş, kaba ölçülerinde biçildikten sonra doğrudan güneş ışığı almayan, havalandırılabilen merkezi ısıtma sistemli ortamda aralarına latalar konularak bir yıl süre ile istiflenmiş ve iklimlendirme makinesinde ağırlığı değişmeyinceye kadar bekletilmişlerdir. Böylece masif ahşap malzemenin yaklaşık $r \cong \% 8$ rutubete ulaşmaları sağlanmıştır. Birleştirmeleri oluşturan tüm elemanlar önce planya makinesinde rendelenmiş daha sonra kalınlık makinesinden geçirilerek daire testere makinesinde ölçülendirilmiş ve son olarak da kontak makinesinde net ölçülerine getirilmişlerdir. Erkek zıvana yapılacak parçalar 40 mm daha uzun ebatlı olacak şekilde hazırlanmıştır. Tüm elemanların kesitlerinin eşit ölçülerde olması sağlanmıştır.

4.7.1. I-tipi birleştirme elemanları

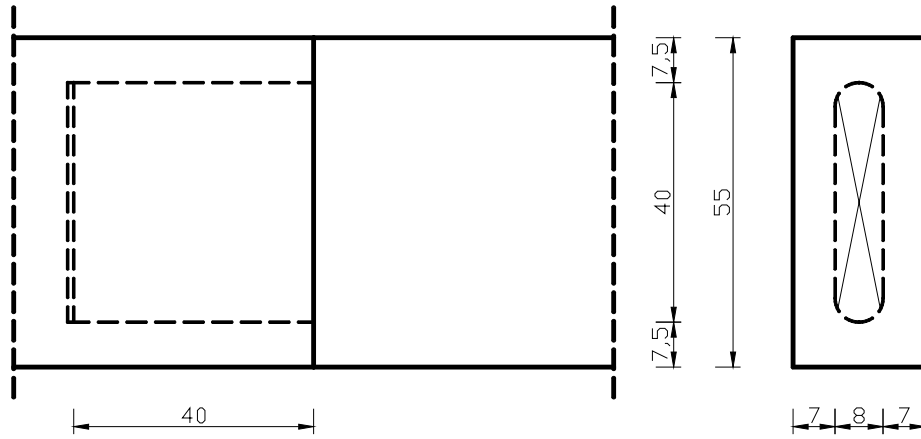
I-tipi birleştirme elemanları 225x55x22 mm ölçülerinde hazırlanmışlardır. Deney örnekleri ayrı iki parçadan meydana gelmektedir. Deney örneklerinin şekli ve ölçüleri Şekil 4.7’ de verilmiştir. Deney örneklerinin ağaç malzeme taramaları işlemlerin etkilenmemesi için taranmamıştır.



Şekil 4.7. I-tipi deney örneği (ölçüler mm)

Bu deneyde ayrı 5 ağaç türü, 6 çeşit birleştirme tekniklerinden 10’ar adet olacak şekilde toplam 300 adet deney numunesi hazırlanmıştır.

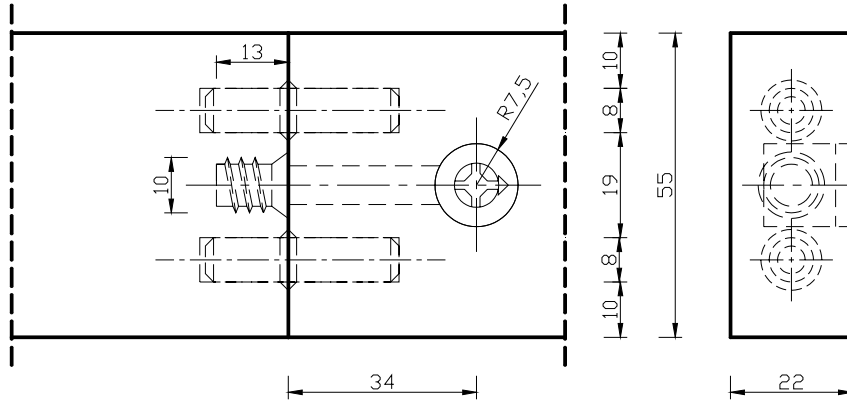
42 mm olacak şekilde delinmiş ve sonra, montaj aşamasına geçilmiştir. Tutkallama işlemlerinde polivinilasetat ve poliüretan tutkalı birleşme yerlerine $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabı ile zıvana deliklerine, zıvanalara ve arakesit yüzeylerine sürülmüştür. Presleme işleminde, birleşme yerlerine işkence ile basınç uygulanarak, parçalar sıkılı vaziyette 2 saat bekletilmişlerdir.



Şekil 4.9. Zıvanalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

Minifiks tipi bağlantı elemanı ile yapılan birleştirme örnekleri

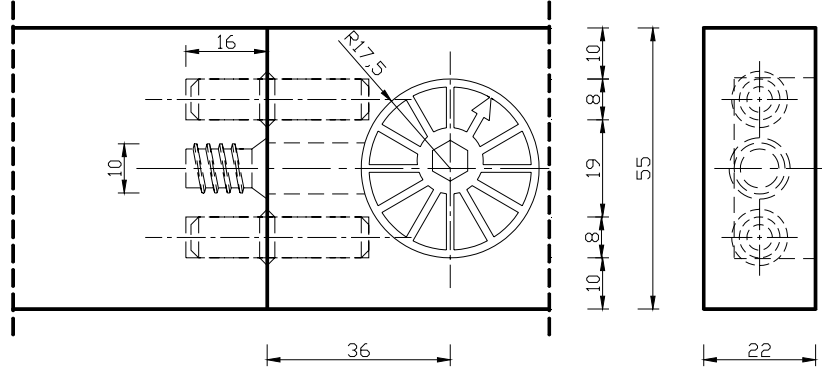
Birleştirmede 225x55x22 mm ölçüsünde iki parça, piyasadan temin edilen minifiks bağlantı elemanı ile üretici firmanın kataloglarındaki uygulama şekilleri kullanılarak hazırlanmıştır. Birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.10' da verilmiştir. Minifiks standart ölçülerde satın alınmış ve satıcı firmaların önerileri doğrultusunda yatay delik makinesinden yararlanılarak delme işlemleri yapılmıştır. Kavela deliği merkezleri, kalınlık yönünde orta ekseninde, parça kesitinin kenarlarından genişlik yönünde 14 mm içeride ve simetrik olarak, tam ortada toplamda 2 delik olacak şekilde ayarlanmıştır. Minifiks için de parçanın genişlik ve kalınlık yönlerinin ortasında olacak şekilde delik açılmıştır. Minifiks için açılmış dikey delikler 15 mm çapında hazırlanmıştır.



Şekil 4.10. Minifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

Maksifiks tipi bağlantı elemanı ile yapılan birleştirme örnekleri

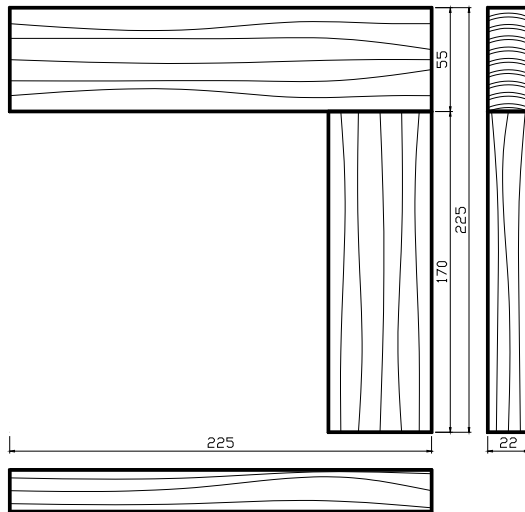
Birleştirmede 225x55x22 ölçülerinde iki parça, piyasadan temin edilen maksifiks bağlantı elemanı ile üretici firmanın kataloglarındaki uygulama şekilleri kullanılarak hazırlanmıştır. Birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.11’ de verilmiştir. Maksifiks standart ölçülerde satın alınmış ve satıcı firmaların önerileri doğrultusunda yatay delik makinesinden yararlanılarak delme işlemleri yapılmıştır. Kavela deliği merkezleri, kalınlık yönünde orta ekseninde, parça kesitinin kenarlarından genişlik yönünde 14 mm içeride ve simetrik olarak, tam ortada toplamda 2 delik olacak şekilde ayarlanmıştır. Maksifiks için de parçanın genişlik ve kalınlık yönlerinin ortasında olacak şekilde delik açılmıştır. Maksifiks için açılmış dikey delikler 35 mm çapında hazırlanmıştır.



Şekil 4.11. Maksifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

4.7.2. L-tipi birleştirme elemanları

L-tipi birleştirme elemanlarında, uzun parçalar 225x55x22 mm ölçüsünde , kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerinde hazırlanmışlardır. Deney örnekleri ayrı iki parçadan meydana gelmektedir. Deney örneklerinin şekli ve ölçüleri Şekil 4.12’ de verilmiştir. Deney örneklerinin ağaç malzeme taramaları işlemlerin etkilenmemesi için taranmamıştır.

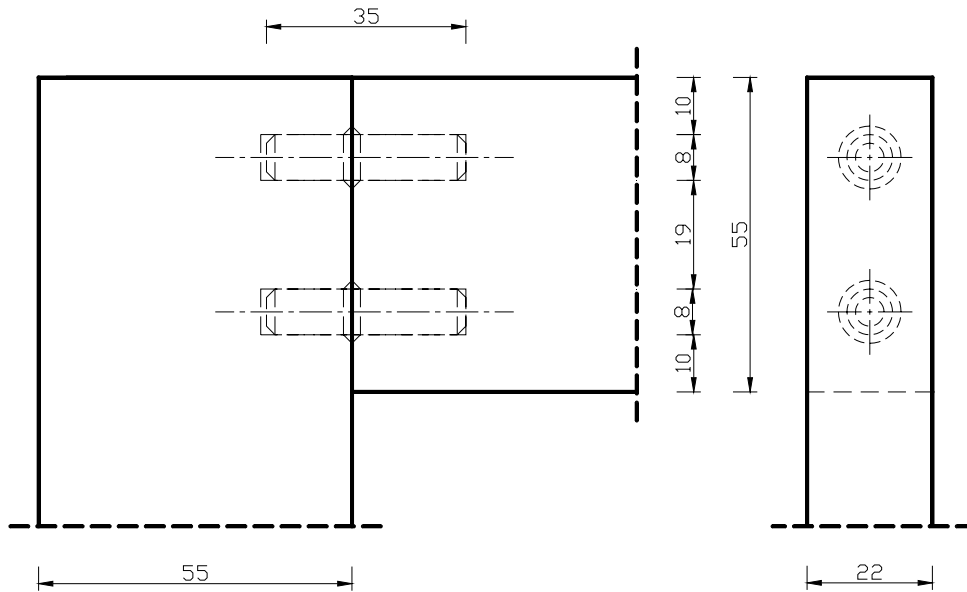


Şekil 4.12. L-tipi deney örneği (ölçüler mm)

Bu deneyde ayrı 5 ağaç türü ve 7 çeşit birleştirme tekniklerinden 10'ar adet olacak şekilde 350 adet deney numunesi hazırlanmıştır.

Kavelalı birleştirme örnekleri

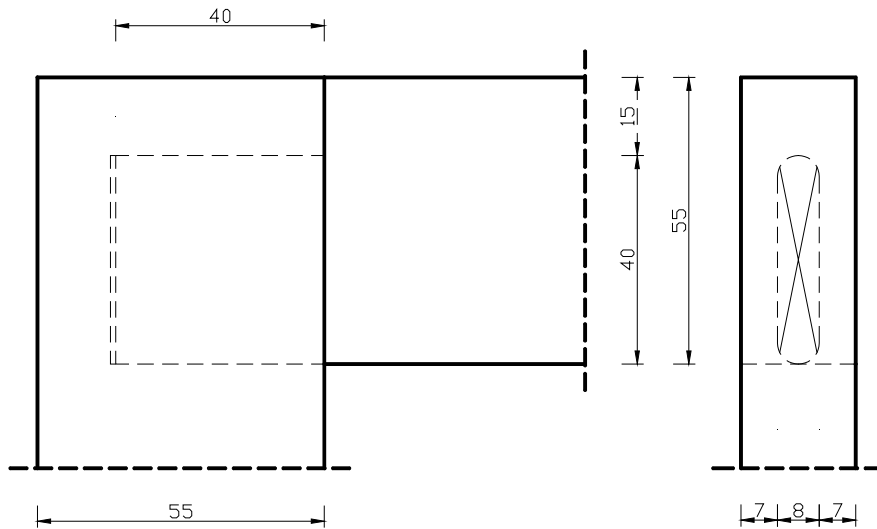
Kavelalı birleştirme işlemlerinde TS 4539'da belirtilen esaslara uyulmuştur [52]. Birleştirmede uzun parçalar 225x55x22 mm ölçüsünde, kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerde, 35 mm uzunluğunda 8 mm çapında kavelalar kullanılarak birleştirilmiştir. Delikler arası merkez mesafe, birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.13' de verilmiştir. Kavela delikleri, yatay elemanda 20 mm, dikey elemanda ise 15 mm derinlikte olacak şekilde delinmiştir. Tutkallama işlemlerinde polivinilasetat ve poliüretan tutkalı birleşme yerlerine $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabı ile kavela deliklerine, kavelalara ve arakesit yüzeylerine sürülmüştür. Presleme işleminde, birleşme yerlerine işkence ile basınç uygulanarak, parçalar sıkılı vaziyette 2 saat bekletilmişlerdir.



Şekil 4.13. Kavelalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

Zıvanalı birleştirme örnekleri

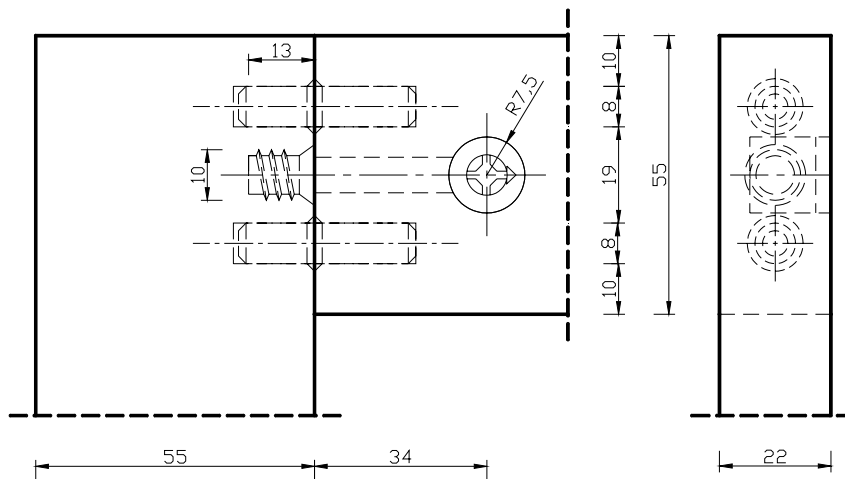
Birleştirmede dişi parçalar 225x55x22 mm, erkek parçalar ise 210x55x22 mm ölçülerinde hazırlanarak birleştirilmiştir. Zıvana makinesinde, hazırlanan zıvanaların uzunluğu ve genişliği 40 mm, kalınlığı 8 mm, dikey ve yatay yönden merkezde olacak şekilde hazırlanmıştır. Zıvananın konumu, birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.14' de verilmiştir. Zıvana yapılacak parçalara ise zıvana makinesinde 40x40x8 mm ölçülerinde erkek zıvana açma işlemi yapılmıştır. Zıvana delikleri de 42 mm olacak şekilde delinmiş ve sonra, montaj aşamasına geçilmiştir. Tutkallama işlemlerinde polivinilasetat ve poliüretan tutkalı birleşme yerlerine $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabı ile zıvana deliklerine, zıvanalara ve arakesit yüzeylerine sürülmüştür. Presleme işleminde, birleşme yerlerine işkence ile basınç uygulanarak, parçalar sıkılı vaziyette 2 saat bekletilmişlerdir.



Şekil 4.14. Zıvanalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

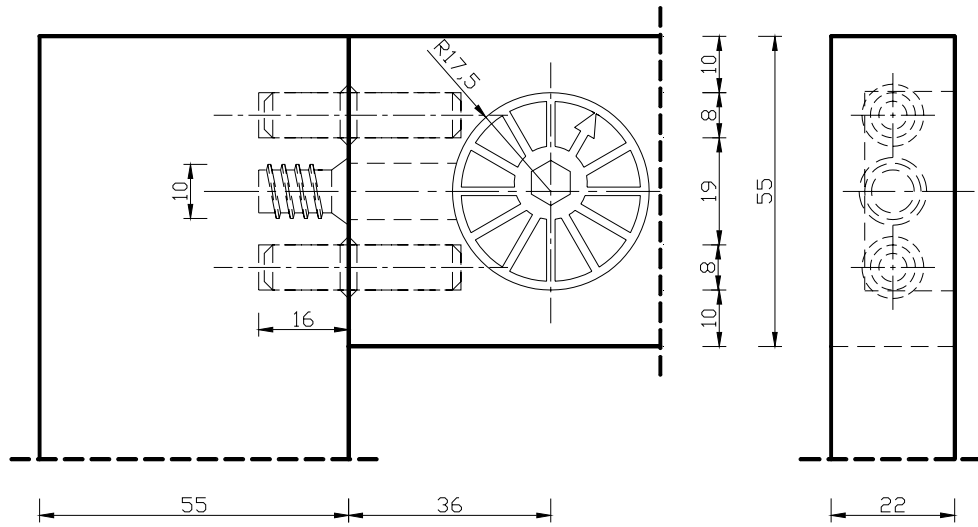
Minifiks tipi bağlantı elemanı ile yapılan birleştirme örnekleri

Birleştirmede uzun parçalar 225x55x22 mm ölçüsünde, kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerde iki parça, piyasadan temin edilen minifiks bağlantı elemanı ile üretici firmanın kataloglarındaki uygulama şekilleri kullanılarak hazırlanmıştır. Birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.15’ de verilmiştir. Minifiks standart ölçülerde satın alınmış ve satıcı firmaların önerileri doğrultusunda yatay delik makinesinden yararlanılarak delme işlemleri yapılmıştır. Kavela deliği merkezleri, kalınlık yönünde orta ekseninde, parça kesitinin kenarlarından genişlik yönünde 14 mm içeride ve simetrik olarak, tam ortada toplamda 2 delik olacak şekilde ayarlanmıştır. Minifiks için de parçanın genişlik ve kalınlık yönlerinin ortasında olacak şekilde delik açılmıştır. Minifiks için açılmış dikey delikler 15 mm çapında hazırlanmıştır.



Şekil 4.15. Minifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

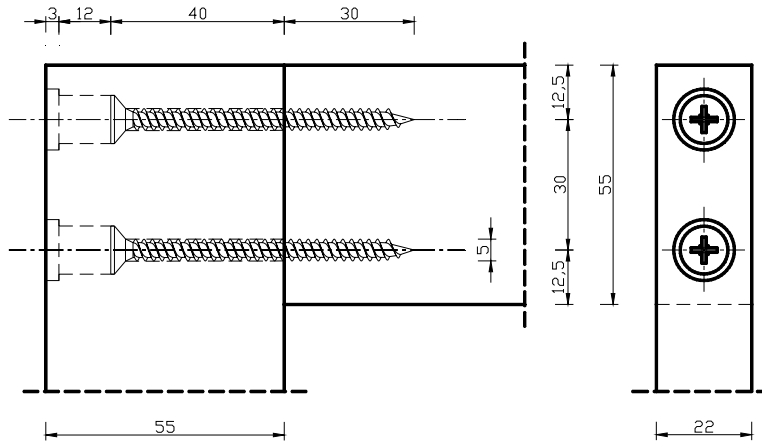
yararlanılarak delme işlemleri yapılmıştır. Kavela deliği merkezleri, kalınlık yönünde orta ekseninde, parça kesitinin kenarlarından genişlik yönünde 14 mm içeride ve simetrik olarak, tam ortada toplamda 2 delik olacak şekilde ayarlanmıştır. Maksifiks için de parçanın genişlik ve kalınlık yönlerinin ortasında olacak şekilde delik açılmıştır. Maksifiks için açılmış dikey delikler 35 mm çapında hazırlanmıştır.



Şekil 4.16. Maksifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

Vidalı birleştirme örnekleri

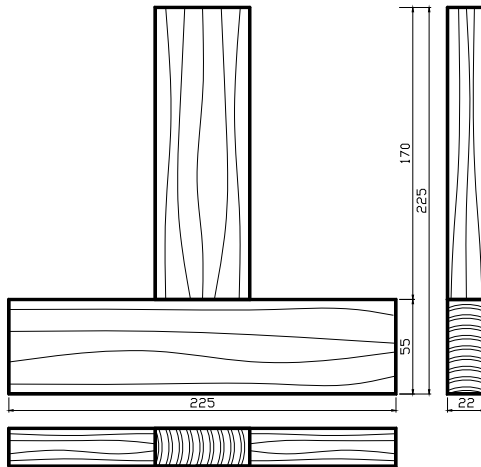
Birleştirmede uzun parçalar 225x55x22 mm ölçüsünde, kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerde iki parça ile piyasadan temin edilen vidalar kullanılarak hazırlanmıştır. Birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.17' de verilmiştir. Vidalı birleştirmelerde, 5 mm çapında ve 70 mm boyundaki yıldız başlı vidalar kullanılmıştır. Vidalama işlemlerinde, dikey elemana vida çapında boydan boya, karşı elemana ise ağacın çatlamasını önlemesi ve vida dişlerinin optimum şekilde görevlerini yapabilmesine olanak sağlaması için 2,5 mm çapında ve 21 mm derinliğinde kılavuz delikler açılmıştır.



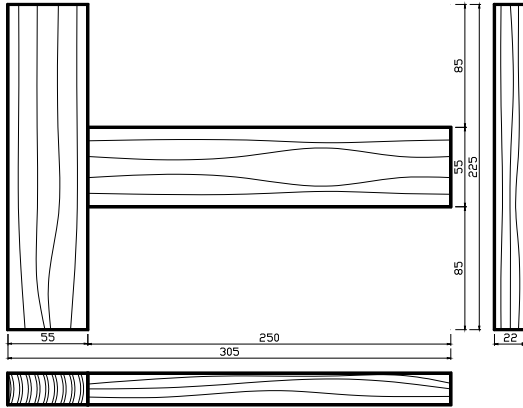
Şekil 4.17. Vidalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

4.7.3. T-tipi birleştirme elemanları

T-tipi birleştirme elemanlarında, eğilme deneyi örneklerinde düşey eleman 225x55x22 mm, yatay eleman ise 250x55x22 mm ölçüsünde, çekme deneyi örneklerinde ise uzun parçalar 225x55x22 mm, kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerinde hazırlanmışlardır. Deney örneklerinin şekli ve ölçüleri Şekil 4.18 ve Şekil 4.19’ da verilmiştir. Deney örneklerinin ağaç malzeme taramaları işlemlerin etkilenmemesi için taranmamıştır.



Şekil 4.18. T-tipi çekmede deney örneği (ölçüler mm)



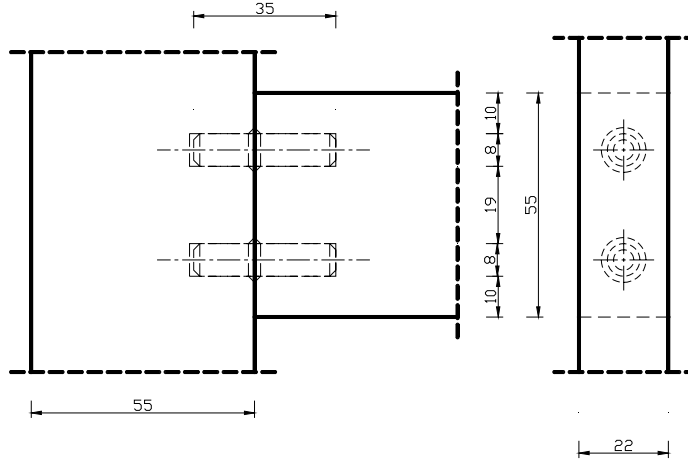
Şekil 4.19. T-tipi elemanların moment kapasitesi deney örneği (ölçüler mm)

Bu deneyde ayrı 5 ağaç türü ve 7 çeşit birleştirme tekniklerinden 10’ar adet olacak şekilde 350 adet deney numunesi hazırlanmıştır.

Kavelalı birleştirme örnekleri

Kavelalı birleştirme işlemlerinde TS 4539’da belirtilen esaslara uyulmuştur [52]. T-Birleştirmede eğilme numunelerinde, düşey eleman 225x55x22 mm, yatay eleman ise 250x55x22 mm ölçülerinde, çekme numunelerinde ise uzun parçalar 225x55x22 mm, kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerinde, 35 mm uzunluğunda 8 mm çapında kavelalar kullanılarak birleştirilmiştir. Delikler arası merkez mesafe, birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.20’ de verilmiştir. Kavela delikleri, yatay elemanda 20 mm, dikey elemanda ise 15 mm derinlikte olacak şekilde delinmiştir. Tutkallama işlemlerinde polivinilasetat ve poliüretan tutkalı birleşme yerlerine $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabı ile kavela deliklerine, kavelalara ve arakesit yüzeylerine sürülmüştür. Presleme işleminde, birleşme yerlerine işkence ile basınç uygulanarak, parçalar sıkılı vaziyette 2 saat bekletilmişlerdir.

T-tipi eğilme elemanlarında deney örneklerinin yüzeydeki birim deformasyonu ölçebilmek amacıyla gerinim ölçerler yapıştırılmıştır.

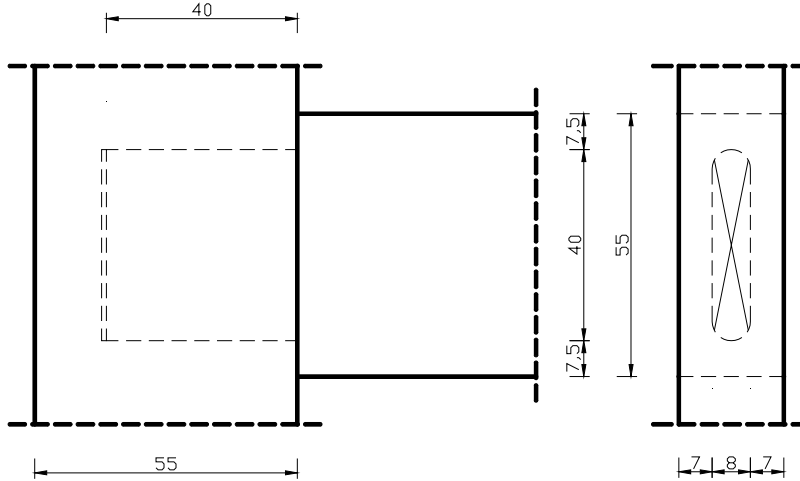


Şekil 4.20. Kavelalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

Zıvanalı birleştirme örnekleri

T-Birleştirmede eğilme örneklerinde, düşey eleman 225x55x22 mm, yatay eleman ise 290x55x22 mm ölçülerinde, çekme örneklerinde ise uzun parçalar 225x55x22 mm, kısa parçalar ise 210x55x22 mm ölçülerinde hazırlanarak birleştirilmiştir. Zıvana makinesinde, hazırlanan zıvanaların uzunluğu ve genişliği 40 mm, kalınlığı 8 mm, dikey ve yatay yönden merkezde olacak şekilde hazırlanmıştır. Zıvananın konumu, birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.21’ de verilmiştir. Zıvana yapılacak parçalara ise zıvana makinesinde 40x40x8 mm ölçülerinde erkek zıvana açma işlemi yapılmıştır. Zıvana delikleri de 42 mm olacak şekilde delinmiş ve sonra, montaj aşamasına geçilmiştir. Tutkallama işlemlerinde polivinilasetat ve poliüretan tutkalı birleşme yerlerine $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$ hesabı ile zıvana deliklerine, zıvanalara ve arakesit yüzeylerine sürülmüştür. Presleme işleminde, birleşme yerlerine işkence ile basınç uygulanarak, parçalar sıkılı vaziyette 2 saat bekletilmişlerdir.

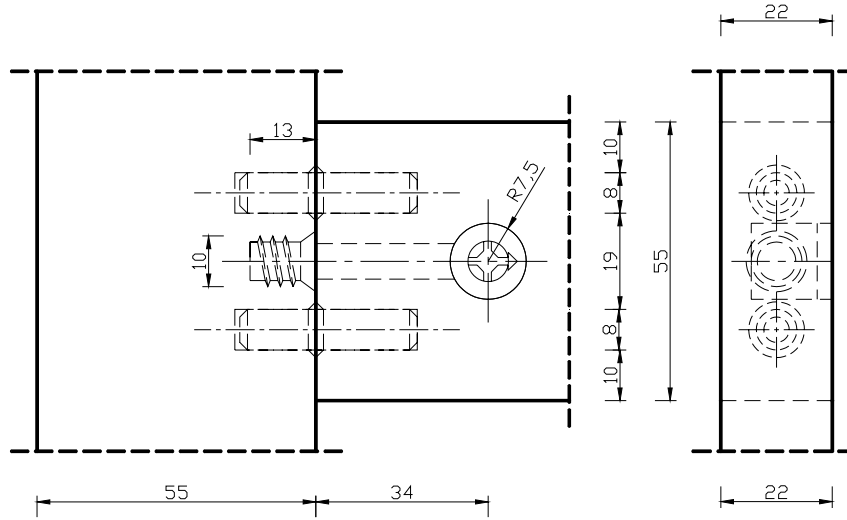
T-tipi eğilme elemanlarında deney örneklerinin yüzeydeki birim deformasyonu ölçebilmek amacıyla gerinim ölçerler yapıştırılmıştır.



Şekil 4.21. Zıvanalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

Minifiks tipi bağlantı elemanı ile yapılan birleştirme örnekleri

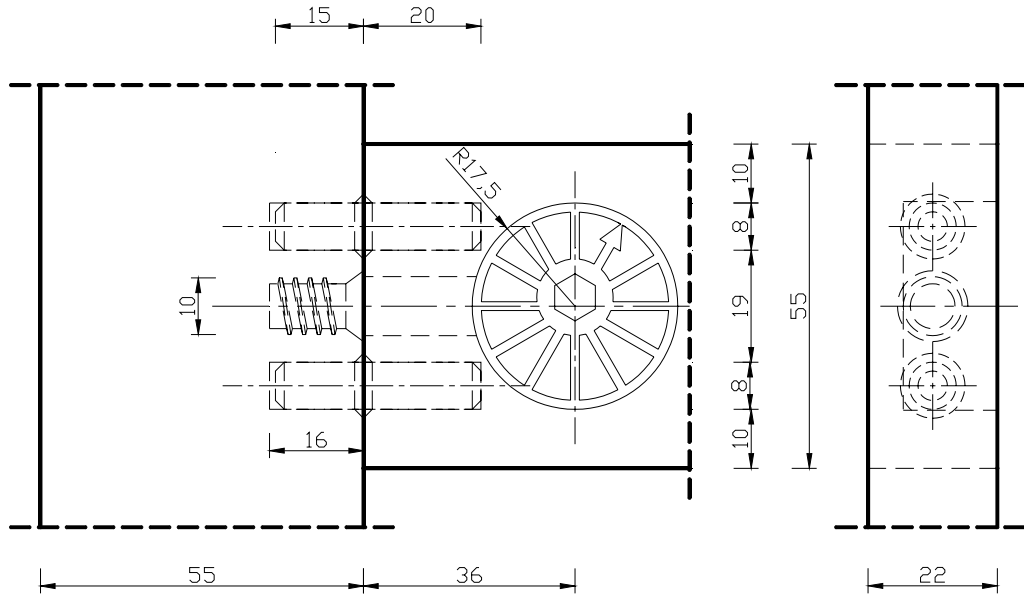
T-Birleştirmede eğilme örneklerinde, düşey eleman 225x55x22 mm, yatay eleman ise 250x55x22 mm ölçülerinde, çekme örneklerinde ise uzun parçalar 225x55x22 mm, kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerinde hazırlanan iki parça, piyasadan temin edilen minifiks bağlantı elemanı ile üretici firmanın kataloglarındaki uygulama şekilleri kullanılarak hazırlanmıştır. Birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.22’ de verilmiştir. Minifiks standart ölçülerde satın alınmış ve satıcı firmaların önerileri doğrultusunda yatay delik makinesinden yararlanılarak delme işlemleri yapılmıştır. Kavela deliği merkezleri, kalınlık yönünde orta ekseninde, parça kesitinin kenarlarından genişlik yönünde 14 mm içeride ve simetrik olarak, tam ortada toplamda 2 delik olacak şekilde ayarlanmıştır. Minifiks için de parçanın genişlik ve kalınlık yönlerinin ortasında olacak şekilde delik açılmıştır. Minifiks için açılmış dikey delikler 15 mm çapında hazırlanmıştır.



Şekil 4.22. Minifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

Maksifiks tipi bağlantı elemanı ile yapılan birleştirme örnekleri

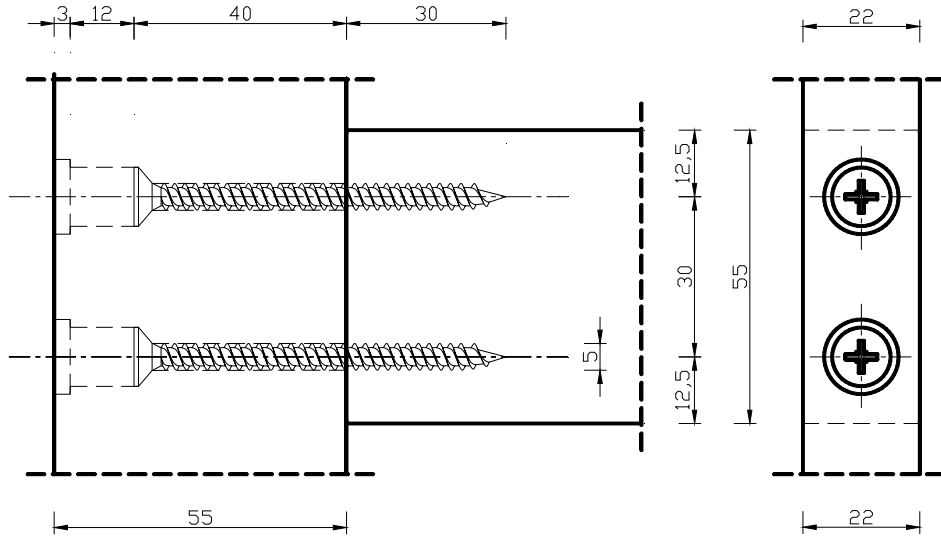
T-Birleştirmede eğilme örneklerinde, düşey eleman 225x55x22 mm, yatay eleman ise 250x55x22 mm ölçülerinde, çekme örneklerinde ise uzun parçalar 225x55x22 mm, kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerinde iki parça, piyasadan temin edilen maksifiks bağlantı elemanı ile üretici firmanın kataloglarındaki uygulama şekilleri kullanılarak hazırlanmıştır. Birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.23’ de verilmiştir. Maksifiks standart ölçülerde satın alınmış ve satıcı firmaların önerileri doğrultusunda yatay delik makinesinden yararlanılarak delme işlemleri yapılmıştır. Kavela deliği merkezleri, kalınlık yönünde orta ekseninde, parça kesitinin kenarlarından genişlik yönünde 14 mm içeride ve simetrik olarak, tam ortada toplamda 2 delik olacak şekilde ayarlanmıştır. Maksifiks için de parçanın genişlik ve kalınlık yönlerinin ortasında olacak şekilde delik açılmıştır. Maksifiks için açılmış dikey delikler 35 mm çapında hazırlanmıştır.



Şekil 4.23. Maksifiks birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

Vidalı birleştirme örnekleri

T-Birleştirmede eğilme örneklerinde, düşey eleman 225x55x22 mm, yatay eleman ise 250x55x22 mm ölçülerinde, çekme örneklerinde ise uzun parçalar 225x55x22 mm, kısa parçalar ise 170x55x22 mm ölçülerinde iki parça ile piyasadan temin edilen 5x70 vidalar kullanılarak hazırlanmıştır. Birleştirme ile ilgili ayrıntılar ve ölçüler Şekil 4.24’ de verilmiştir. Vidalı birleştirmelerde, 5 mm çapında ve 70 mm boyundaki yıldız başlı vidalar kullanılmıştır. Vidalama işlemlerinde, dikey elemana vida çapında boydan boya, karşı elemana ise ağacın çatlamasını önlemesi ve vida dişlerinin optimum şekilde görevlerini yapabilmesine olanak sağlaması için 2,5 mm çapında ve 21 mm derinliğinde kılavuz delikler açılmıştır.



Şekil 4.24. Vidalı birleştirmede uygulama şekli (ölçüler mm)

4.8. Birleştirme Elemanlarının Mekanik Deneyleri

Birleştirme elemanlarının mukavemet ve mekanik davranış özelliklerini belirlemek için, I-tipi birleştirme elemanlarına boyuna çekme, L-tipi birleştirme elemanlarına diyagonal basınç ve çekme, T-tipi birleştirme elemanlarına ise çekme ve eğilme deneyleri uygulanmıştır. Tüm deneyler statik yükleme ile yapılmıştır.

4.8.1. I- tipi birleştirme elemanlarının boyuna çekme mukavemeti

I-tipi birleştirme elemanlarının boyuna çekme mukavemeti deneylerinde deney düzeneği ve yük uygulama biçimi Resim 4.7’ de verilmiştir.



Resim 4.7. I-tipi boyuna çekme örneklerinde deney düzeneği ve yük uygulama biçimi

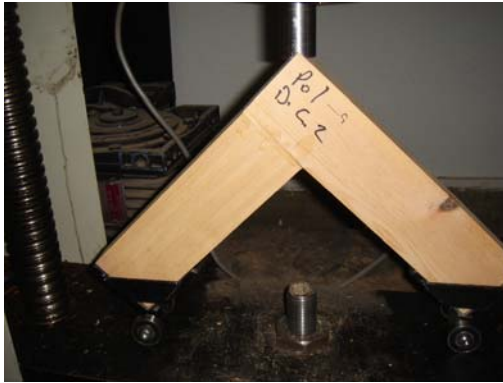
Deneylerde yükleme hızı 2 mm/d. olarak ayarlanmıştır. Uygulanan deneme deseni Çizelge 4.1’ de verilmiştir.

Çizelge 4.1. I-tipi boyuna çekme deneylerinde kullanılan deneme deseni

Mukavemet Elemanı	Ağaç Türü	Birleştirme Çeşitleri							Toplam
		Kavela (PVAc)	Kavela (Pol)	Zıvana (PVAc)	Zıvana (Pol)	Vidalı	Mimifiks	Maksifiks	
I-tipi Birleştirmede Çekme Elemanı	Çam	10	10	10	10	0	10	10	60
	Kayın	10	10	10	10	0	10	10	60
	Meşe	10	10	10	10	0	10	10	60
	Kestane	10	10	10	10	0	10	10	60
	Ceviz	10	10	10	10	0	10	10	60
Toplam		50	50	50	50	0	50	50	300

4.8.2. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki moment kapasiteleri ve elastikiyetleri

L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki moment kapasitesi ve elastikiyeti deneyinde deney düzeneği ve yük uygulama biçimi Resim 4.8’ de verilmiştir.



Resim 4.8. L-tipi diyagonal çekme deney düzeneği ve yük uygulama biçimi

Deneylerde yükleme hızı 2 mm/d. olarak ayarlanmıştır. Deneme deseni Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Diyagonal çekme deneylerinde kullanılan deneme deseni

Mukavemet Elemanı	Ağaç Türleri	Birleştirme Çeşitleri							Toplam
		Kavela (PVAc)	Kavela (Pu)	Zivana (PVAc)	Zivana (Pu)	Vidalı	Minifiks	Maksifiks	
L-tipi Birleştirmede Diyagonal Çekme Elemanı	Çam	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kayın	10	10	10	10	10	10	10	70
	Meşe	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kestane	10	10	10	10	10	10	10	70
	Ceviz	10	10	10	10	10	10	10	70
Toplam		50	50	50	50	50	50	50	350

Diyagonal çekme deneylerinde moment (M_{ζ}), Eş. 4.10 ile hesaplanmıştır.

$$M_{\zeta} = \frac{F_{\max \zeta}}{2} \times L_{\zeta} (Nm) \quad (4.10)$$

Burada;

M_{ζ} = Moment (Nm)

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

L_{ζ} = Moment kolu (0,12 m)

Diyagonal çekme deneyi için hazırlanan deney numunelerinin yük altına girmesi ve kırılma anına kadar, birleştirmede meydana gelen düşey yöndeki yer değiştirme miktarları ölçülmüş olup, birleştirmelerin diyagonal basınç yükü altındaki elastikiyet değerleri için Eş. 4.11, Eş. 4.12, Eş. 4.13, Eş. 4.14, Eş.4.15'den yararlanılmıştır (Şekil 4.25).

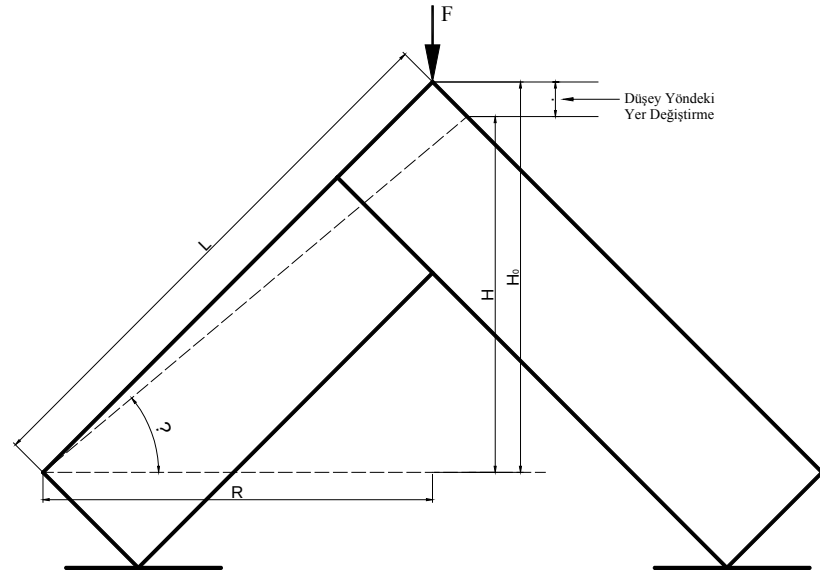
$$L^2 = H^2 + R^2 \text{ den } R^2 = L^2 - H^2 \quad (4.11)$$

$$\Phi = \sin^{-1} \cdot (H/L) \quad (4.12)$$

$$H = H_0 - \text{Düşey yöndeki yer değiştirme} \quad (4.13)$$

$$\text{Rotasyon} = 90 - 2 \cdot \Phi \quad [66] \quad (4.14)$$

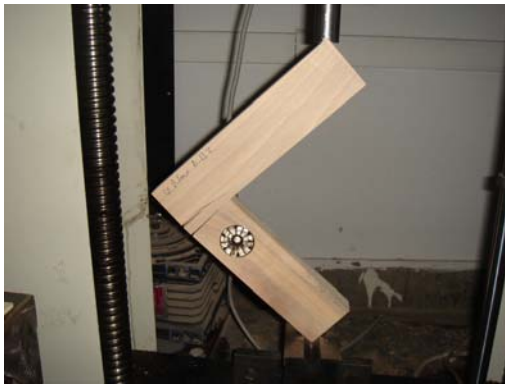
$$\text{Elastikiyet} = \frac{\text{Moment}}{\text{Rotasyon}} = Nm / \text{Radyan} \quad (4.15)$$



Şekil 4.25. Diyagonal çekme yükü altındaki yer değiştirme biçimi (rotasyon)

4.8.3. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basınç yükü altındaki moment kapasiteleri ve elastikiyetleri

L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basınç yükü altındaki moment kapasitesi ve elastikiyeti deneyinde deney düzeneği ve yük uygulama biçimi Resim 4.9’ da verilmiştir.



Resim 4.9. L-tipi diyagonal basınç deney düzeneği ve yük uygulama biçimi

Bu deneyde ayrı beş tür ahşap ve 7 çeşit birleştirme tekniklerinden 10’ar adet olacak şekilde 350 adet deney numunesi hazırlanmıştır. Deneylerde yükleme hızı 2 mm/d. olarak ayarlanmıştır. Deneme deseni Çizelge 4.3’ de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Diyagonal basınç deneylerinde kullanılan deneme deseni

Mukavemet Elemanı	Ağaç Türleri	Birleştirme Çeşitleri							Toplam
		Kavla (PVAc)	Kavla (Pu)	Zıvana (PVAc)	Zıvana (Pu)	Vidalı	Minifiks	Maksifiks	
L-tipi Birleştirmede Diyagonal Basınç Elemanı	Çam	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kayın	10	10	10	10	10	10	10	70
	Meşe	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kestane	10	10	10	10	10	10	10	70
	Ceviz	10	10	10	10	10	10	10	70
Toplam		50	50	50	50	50	50	50	350

Diyagonal basınç deneylerinde moment (M_c), Eş. 4.16 ile hesaplanmıştır.

$$M_b = F_{\max b} \times L_b \quad (Nm) \quad (4.16)$$

Burada;

M_b = Moment (Nm)

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

L_b = Moment kolu (0,12 m) dur [38].

Diyagonal basınç deneyi için hazırlanan deney numunelerinin yük altına girmesi ve kırılma anına kadar, birleştirmede meydana gelen düşey yöndeki yer değiştirme miktarları ölçülmüş olup, birleştirmelerin diyagonal basınç yükü altındaki elastikiyet değerleri için Eş. 4.17, Eş. 4.18, Eş. 4.19, Eş.4.20, Eş.4.21’den yararlanılmıştır (Şekil 4.26).

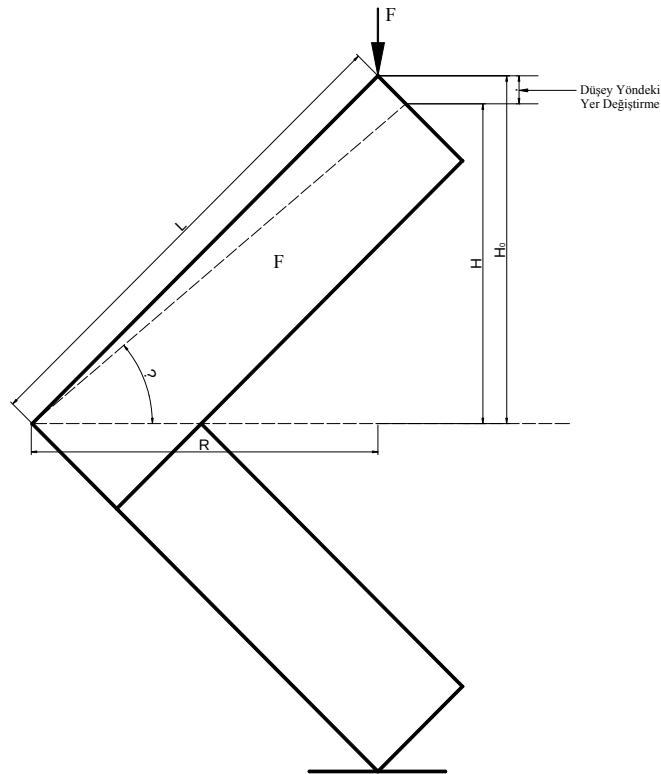
$$L^2 = H^2 + R^2 \text{ den } R^2 = L^2 - H^2 \quad (4.17)$$

$$\Phi = \sin^{-1} \cdot (H/L) \quad (4.18)$$

$$H = H_0 - \text{Düsey yöndeki yer değiştirme} \quad (4.19)$$

$$\text{Rotasyon} = 90 - 2 \cdot \Phi \quad [66] \quad (4.20)$$

$$\text{Elastikiyet} = \frac{\text{Moment}}{\text{Rotasyon}} = \text{Nm} / \text{Radyan} \quad (4.21)$$



şekil 4.26. Diyagonal basma yükü altındaki yer değiştirme biçimi (rotasyon)

4.8.4. T –tipi birleştirme elemanlarının çekme mukavemeti

T-tipi birleştirme elemanlarının çekme yükü altındaki deneyinde deney düzeneği ve yük uygulama biçimi Resim 4.10’ da verilmiştir.



Resim 4.10. T-tipi çekme deney düzeneği ve yük uygulama biçimi

Deneylerde yükleme hızı 2 mm/d. sabit ayarlanmıştır. Deneme deseni Çizelge 4.4’ de verilmiştir.

Çizelge 4.4. T-tipi birleştirmede çekme deneylerinde kullanılan deneme deseni

Mukavemet Elemanı	Ağaç Türleri	Birleştirme Çeşitleri							Toplam
		Kavela (PVAc)	Kavela (Pu)	Zıvana (PVAc)	Zıvana (Pu)	Vidalı	Minifiks	Maksifiks	
T- tipi Birleştirmede Çekeme Elemanı	Çam	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kayın	10	10	10	10	10	10	10	70
	Meşe	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kestane	10	10	10	10	10	10	10	70
	Ceviz	10	10	10	10	10	10	10	70
Toplam		10	10	10	10	10	10	10	350

4.8.5. T –tipi birleştirme elemanlarının momenti kapasitesi ve elastikiyeti

T-tipi birleştirme elemanlarının moment kapasitesi ve elastikiyeti deneyinde deney düzeneği ve yük uygulama biçimi Resim 4.11’ de verilmiştir.



Resim 4.11. T-tipi moment kapasitesi deney düzeneği ve yük uygulama biçimi

Bu deneyde ayrı 5 ağaç türü ve 7 çeşit birleştirme tekniklerinden 10'ar adet olacak şekilde 350 adet deney örneği hazırlanmıştır. Deneylerde yükleme hızı 2 mm/d. sabit ayarlanmıştır. Deneme deseni Çizelge 4.5' de verilmiştir.

Çizelge 4.5. T-tipi birleştirme elamanlarının eğilme deneylerinde kullanılan deneme deseni

Mukavemet Elemanı	Ağaç Türleri	Birleştirme Çeşitleri							Toplam
		Kavela (PVAc)	Kavela (Pu)	Zıvana (PVAc)	Zıvana (Pu)	Vidalı	Mimifiks	Maksifiks	
T-tipi Birleştirmede Eğilme Elemanı	Çam	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kayın	10	10	10	10	10	10	10	70
	Meşe	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kestane	10	10	10	10	10	10	10	70
	Ceviz	10	10	10	10	10	10	10	70
Toplam		10	10	10	10	10	10	10	350

Eğilme deneylerinde moment (M), Eş. 4.22 ile değerlendirilmiştir.

$$M = F_{\max} \times L \text{ (Nm)} \quad (4.22)$$

Burada;

M= Moment (N.m)

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

L= Kuvvet kolu (0,225 mm)

T-tipi birleştirme elemanlarının yük altına girmesi ve kırılma anına kadar, birleştirmede meydana gelen düşey yöndeki yer değiştirme miktarları ölçülmüş olup, birleştirmelerin değerleri için Eş. 4.23, Eş. 4.24, Eş. 4.25, Eş. 4.26, Eş.4.27'den yararlanılmıştır (Şekil 4.27).

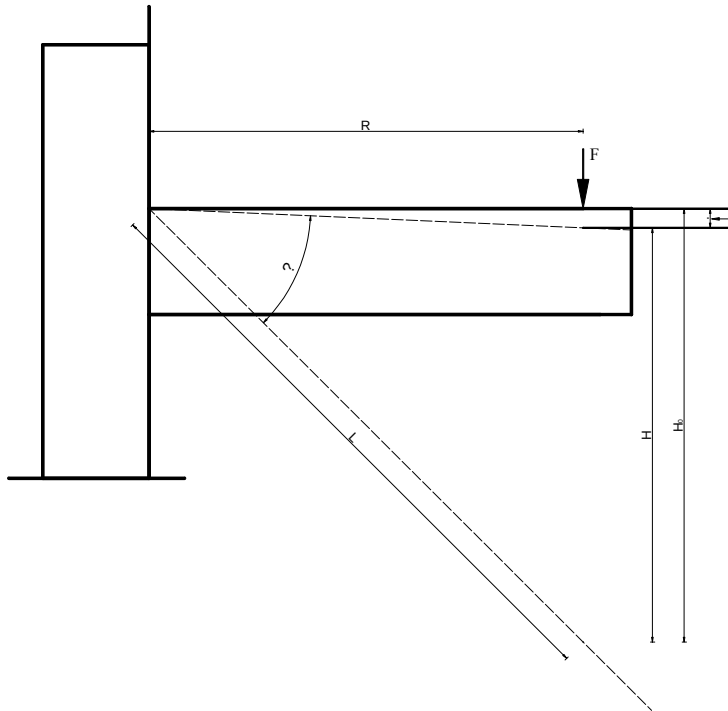
$$L^2 = H^2 + R^2 \text{ den } R^2 = L^2 - H^2 \quad (4.23)$$

$$\Phi = \sin^{-1} . (H/L) \quad (4.24)$$

$$H= Ho -\text{Düşey yöndeki yer değiştirme} \quad (4.25)$$

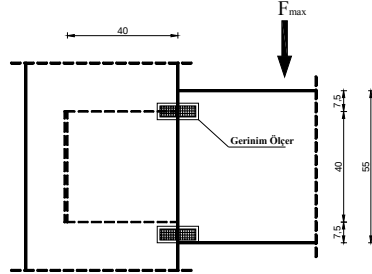
$$\text{Rotasyon} = 90 - 2 . \Phi \quad [66] \quad (4.26)$$

$$\text{Elastikiyet} = \frac{\text{Moment}}{\text{Rotasyon}} = \text{Nm / Radyan} \quad (4.27)$$

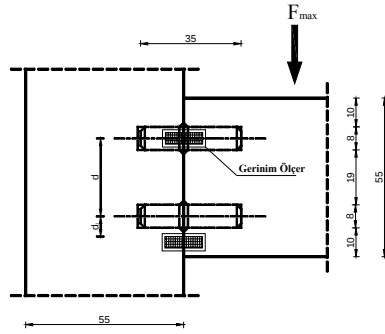


Şekil 4.27. T-tipi birleştirme elemanlarının yük altındaki yer değiştirme biçimi (rotasyon)

T Eğilme için yapılan deney örneklerine gerinim ölçerler yapıştırılarak yüzeydeki birim deformasyon ölçme işlemleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.28), (Şekil 4.29),



Şekil 4.28. Gerinim ölçer yapıştırılmış zıvanalı birleştirme



Şekil 4.29. Gerinim ölçer yapıştırılmış kavelalı birleştirme

T eğilme deneyi için hazırlanan kavelalı deney örneklerinin yük altına girmesi ve kırılma anına kadar, birleştirmelerin ek yerlerinde meydana gelen yüzey gerinimini ölçmek ve buradan momente ulaşmak için Eş. 4.28, Eş. 4.29, Eş. 4.30, Eş.4.31'den yararlanılmıştır. Ayrıca moment değerleri, Eckelman (1979) tarafından geliştirilmiş olan moment formülünden (Eş.4. 32-33) yararlanılarak da hesaplanmıştır. Sonuçta, teorik olarak hesaplanan moment değerleri, gerçek deneylerden elde edilen moment değerleri ve yüzey geriniminden çıkarılan moment değerleri karşılaştırılmıştır.

$$\sigma_B = E \cdot \varepsilon \quad (\text{Eş.4.28})$$

$$I = \frac{\pi \cdot d^4}{64} \quad (\text{Eş. 4.29})$$

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \text{ den } [67] \quad (\text{Eş. 4.30})$$

$$M = \frac{\sigma \cdot I}{c} \text{ eşitliğinden moment hesaplanır.} \quad (\text{Eş 4.31})$$

$$M = F_k \cdot d \quad (\text{Eş 4.32})$$

$$d = d_1 + \frac{d_2}{2} \text{ eşitliğinden klasik yöntemle moment bulunur. [68]} \quad (\text{Eş 4.33})$$

Burada;

σ_B = Basma-çekme gerilmesi (Nmm²)

E = Elastikiyet modülü (Nmm²)

ε = Birim deformasyon (gerinim)

d = Kavela çapı (mm)

σ = Eğilme gerilmesi (Nmm²)

M = Moment (Nm)

I = Eylemsizlik momenti (kgm²)

c = Kesitin en dış tarafından eksen olan uzaklık (mm)

F_k = Malzemenin tek kavelayı çekme kuvveti (N)

d = İç moment kolu (mm)

d₁ = İki kavela eksenleri arasındaki mesafe (mm)

d₂ = Basınca maruz kalan kavela ekseninden birleştirme alt kenarına olan uzaklık (mm)

T eğilme deneyi için hazırlanan zıvanalı deney örneklerinin yük altına girmesi ve kırılma anına kadar, birleştirmelerin ek yerlerinde meydana gelen yüzey gerinimini ölçmek ve buradan momente ulaşmak için Eş. 4.34, Eş. 4.35, Eş. 4.36, Eş.4.37 ve Eş.4. 38'den yararlanılmıştır. Sonuçta, teorik olarak hesaplanan moment değerleri, gerçek deneylerden elde edilen moment değerleri ve yüzey geriniminden çıkarılan moment değerleri karşılaştırılmıştır.

$$\sigma_B = E.\varepsilon \quad (\text{Eş. 4.34})$$

$$I = \frac{b_z . h_z^3}{12} \quad (\text{Eş.4.35})$$

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (\text{Eş. 4.36})$$

$$M = \frac{\sigma . I}{c} \text{ eşitliğinden moment hesaplanır. [67]} \quad (\text{Eş.4.37})$$

$$\sigma_A = \frac{Mc}{I} \text{ eşitliğinden klasik yöntemle moment bulunur.} \quad (\text{Eş.4.38})$$

Burada;

σ_B = Basma-çekem gerilmesi (N)

E= Elastikiyet modülü (Nmm²)

ε =Birim deformasyon (gerinim)

I= Eylemsizlik momenti (kgm²)

b_z = Zıvana kalınlığı (8 mm)

h_z = Zıvana yüksekliği (40 mm)

σ = Eğilme gerilmesi (Nmm²)

M= Moment (Nm)

c= Kesitin en dış tarafından eksen olan uzaklık (mm)

σ_A = Ağaç malzemenin eğilme direnci (Nmm²)

4.8.6. Verilerin değerlendirmesi

Deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ağaç malzemelerin belirlenen fiziksel ve mekanik özellikler üzerinde, ağaç malzeme çeşidinin etkisini belirlemek amacıyla “tek düzeyli varyans analizleri” (ANOVA) yapılmıştır.

Ağaç türü, birleştirme tekniği ve ağaç türü-birleştirme tekniği ikili etkileşiminin: I-tipi birleştirme elemanlarının boyuna çekme mukavemeti; L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basınç ve çekme yükü altındaki moment kapasiteleri ve elastikiyeti; T-tipi birleştirme elemanlarının çekme ve eğilme mukavemeti ile elastikiyeti üzerindeki etkileri “çoklu varyans analizleri” ile belirlenmiş, farklılıkların $p < 0.05$ ’ e göre istatistiksel olarak anlamlı çıkması halinde bu farklılıkların gruplar arasındaki önemi için “en küçük önemli fark” (LSD : Least Significant Difference) testi kullanılmıştır. Böylece, denemeye alınan faktörlerden ağaç türü ve birleştirme tekniğinin birbirleri arasındaki başarı sıralamaları homojenlik gruplarına ayrılmak suretiyle belirlenmiştir.

5. BULGULAR

5.1. Ağaç Malzemelerin Deneylerle Belirlenen Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

5.1.1. Rutubet

Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin rutubetlerine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Ağaç malzemelerin rutubetlerine ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Rutubet Oranı (%)			
	$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	v (%)
Ceviz	7,74	9,40	8,3079	5,72
Meşe	7,50	9,33	8,6122	5,43
Kayın	7,58	9,30	8,4930	4,75
Kestane	7,64	9,24	8,4126	6,11
Sarıçam	7,65	9,59	8,6354	6,78

$X_{\min}$: En küçük değer $X_{\max}$: En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

5.1.2. Yoğunluk

Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin yaklaşık % 8 rutubet derecesindeki yoğunluklarına ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Ağaç türüne göre yaklaşık % 8 rutubetteki yoğunluklara ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	$r \cong \% 8$ Rutubetteki Yoğunluk (gr/cm^3)			
	$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	v (%)
Ceviz	0,54	0,69	0,62	6,99
Meşe	0,57	0,85	0,76	8,87
Kayın	0,60	0,81	0,71	8,12
Kestane	0,41	0,57	0,48	9,06
Sarıçam	0,42	0,58	0,47	8,10

Ağaç türüne göre ortaya çıkan yaklaşık % 8 rutubet derecesindeki yoğunluk değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.3’de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Ağaç türünün yaklaşık % 8 rutubet derecesi yoğunluk değerlerine etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	1,37	4,00	0,34	131,05	0,000
Gruplar İçi	0,25	95,00	0,0026		
Toplam	1,62	99,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre yaklaşık % 8 rutubet derecesi yoğunluk değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.4’de verilmiştir.

Çizelge 5.4. Ağaç türüne göre yaklaşık % 8rutubet derecesi yoğunluk ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Yoğunluk Değeri (gr/cm ³)	HG
Sarıçam	0,47	D
Kestane	0,48	D
Ceviz	0,62	C
Kayın	0,71	B
Meşe	0,76	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 0.032

Çizelge 5.4’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek, yoğunluk değeri (0,76 gr/cm³) meşede elde edilirken, bunu kayın (0,71 gr/cm³) takip etmektedir. En düşük yoğunluk değeri ise (0,47 gr/cm³) sarıçam ve (0,48 gr/cm³) kestanede ortaya çıkmaktadır.

Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluklarına ilişkin bazı istatistik veriler Çizelge 5.5’de verilmiştir.

Çizelge 5.5. Ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluklarına ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Tam Kuru Yoğunluk (gr/cm ³)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Ceviz	0,52	0,69	0,61	7,14
Meşe	0,55	0,82	0,74	9,12
Kayın	0,58	0,80	0,69	8,41
Kestane	0,40	0,55	0,46	8,84
Sarıçam	0,41	0,56	0,46	8,19

Ağaç türüne göre ortaya çıkan tam kuru yoğunluk değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.6’da verilmiştir.

Çizelge 5.6. Ağaç türünün tam kuru yoğunluğa etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	1,37	4,00	0,34	132,47	0,000
Gruplar İçi	0,25	95,00	0,0025		
Toplam	1,61	99,00			

P< 0,05 olduğundan, ağaç türüne göre tam kuru yoğunluk değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.7’de verilmiştir.

Çizelge 5.7. Ağaç türüne göre tam kuru yoğunluk ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Yoğunluk Değeri(gr/cm ³)	HG
Sarıçam	0,46	D
Kestane	0,46	D
Ceviz	0,61	C
Kayın	0,69	B
Meşe	0,74	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 0.031

Çizelge 5.7’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek tam kuru yoğunluk değeri ($0,74 \text{ gr/cm}^3$) meşede elde edilirken, bunu kayın ($0,69 \text{ gr/cm}^3$) takip etmektedir. En düşük hava kurusu yoğunluk değeri ise ($0,46 \text{ gr/cm}^3$) sarıçam ve kestane de ortaya çıkmaktadır.

5.1.3. Liflere paralel çekme direnci

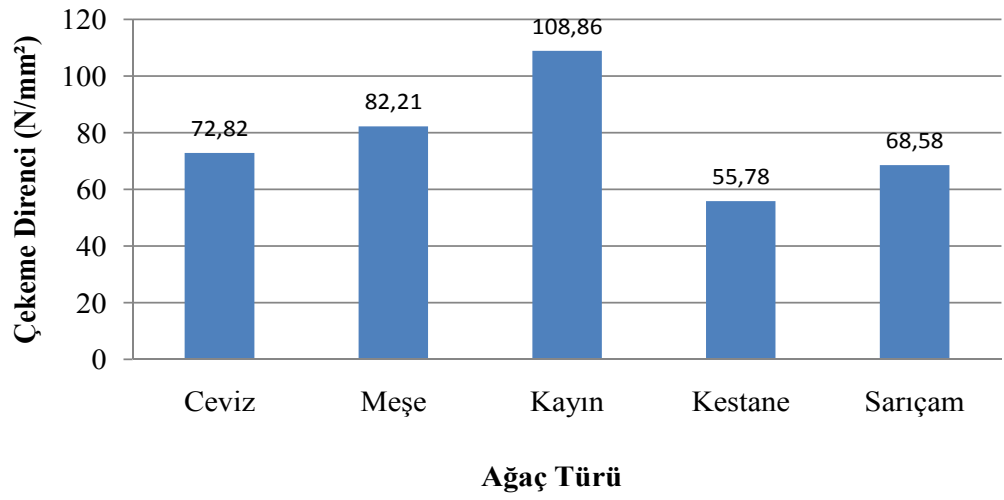
Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin liflere paralel çekme direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler Çizelge 5.8’ de verilmiştir.

Çizelge 5.8. Ağaç malzemelerin çekme direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Çekme Direnci (N/mm^2)			
	$X_{\min}$	$X_{\max}$	X_{ort}	v (%)
Ceviz	65,21	81,74	72,82	8,17
Meşe	65,98	97,14	82,21	16,07
Kayın	98,34	120,82	108,86	6,24
Kestane	44,54	63,94	55,78	12,24
Sarıçam	59,54	85,24	68,58	12,99

$X_{\min}$: En küçük değer $X_{\max}$: En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek çekme direnci değeri, ($108,86 \text{ N/mm}^2$) kayında elde edilirken, bunu meşe ($82,21 \text{ N/mm}^2$) takip etmektedir. En düşük çekme direnci ise ($55,78 \text{ N/mm}^2$) kestane de ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelerinin liflere paralel çekme direnci ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Çekme direnci ortalama değerleri

Ağaç türüne göre ortaya çıkan çekme direnci değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.9’da verilmiştir.

Çizelge 5.9. Ağaç türünün çekme direnci etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	15.790,01	4,00	3.947,50	51,66	0,000
Gruplar İçi	3.438,49	45,00	76,41		
Toplam	19.228,50	49,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan çekme direnci değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.10’da verilmiştir.

Çizelge 5.10. Ağaç türüne göre çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Çekme Direnci (N/mm ²)	HG
Kestane	55,78	D
Sarıçam	68,58	C
Ceviz	72,82	C
Meşe	82,21	B
Kayın	108,86	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 7,793

Çizelge 5.10' da görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek çekme direnci (108,86 N/mm²) kayında elde edilirken, bunu meşe (82,21 N/mm²) takip etmektedir. En düşük çekme direnci ise (55,78 N/mm²) kestanede ortaya çıkmaktadır.

5.1.4. Liflere paralel basınç direnci

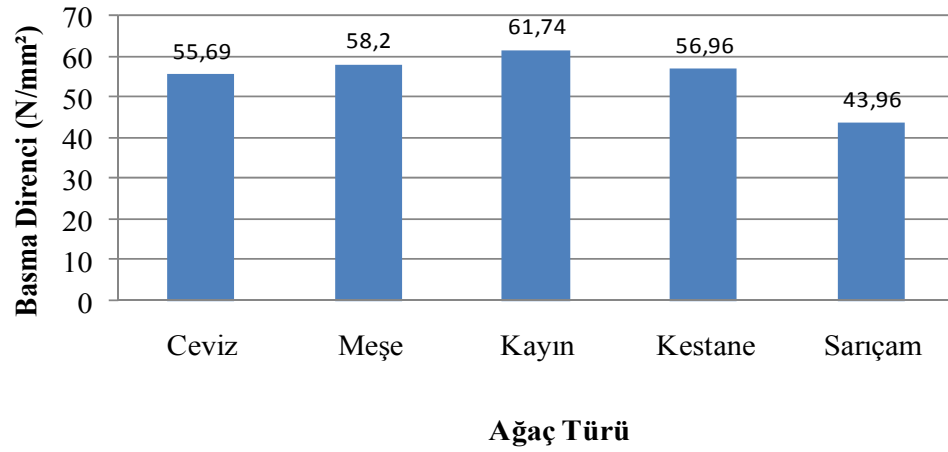
Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin liflere paralel basınç direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler Çizelge 5.11'de verilmiştir.

Çizelge 5.11. Ağaç malzemelerinin basınç direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Basınç Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Ceviz	39,64	71,14	55,69	21,57
Meşe	48,83	73,43	58,20	11,88
Kayın	58,40	66,46	61,74	5,22
Kestane	48,96	61,80	56,96	8,03
Sarıçam	39,20	50,82	43,96	8,06

X_{min} : En küçük değer X_{max} : En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek basınç direnci değeri, (61,74 N/mm²) kayında elde edilirken, bunu meşe (58,20 N/mm²) takip etmektedir. En düşük çekme direnci ise (43,96 N/mm²) sarıçamda ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelerin liflere paralel basınç direnci ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.2'de gösterilmiştir.



Şekil 5.2. Basınç direnci ortalama değerleri

Ağaç türüne göre ortaya çıkan basınç direnci değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.12’de verilmiştir.

Çizelge 5.12. Ağaç türünün basınç direnci etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	1813,69	4	453,42	9,60	0,000
Gruplar İçi	2123,84	45	47,19		
Toplam	3937,53	49			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan basınç direnci değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.13’de verilmiştir.

Çizelge 5.13. Ağaç türüne göre basınç direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Basınç Direnci (N/mm ²)	HG
Sarıçam	43,96	B
Ceviz	55,69	A
Kestane	56,96	A
Meşe	58,20	A
Kayın	61,74	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 5.911

Çizelge 5.13’ de görüldüğü üzere, kayın, meşe, kestane ve cevizin basınç direnci değerleri arasındaki fark önemsiz olup, içlerinden en yüksek basınç değeri kayında (61,74 N/mm²) ortaya çıkmaktadır. En düşük basınç direnci ise sarıçamda (43,96 N/mm²) ortaya çıkmaktadır.

5.1.5. Liflere paralel kesme direnci

Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin liflere paralel kesme direncine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.14’de verilmiştir.

Çizelge 5.14. Ağaç malzemelerinin kesme direncine ilişkin istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Kesme Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Ceviz	16,18	19,16	18,08	5,06
Meşe	16,32	21,92	19,41	8,07
Kayın	14,57	16,03	15,23	3,26
Kestane	8,95	10,77	10,16	5,10
Sarıçam	9,55	13,22	10,74	11,12

X_{min} : En küçük değer

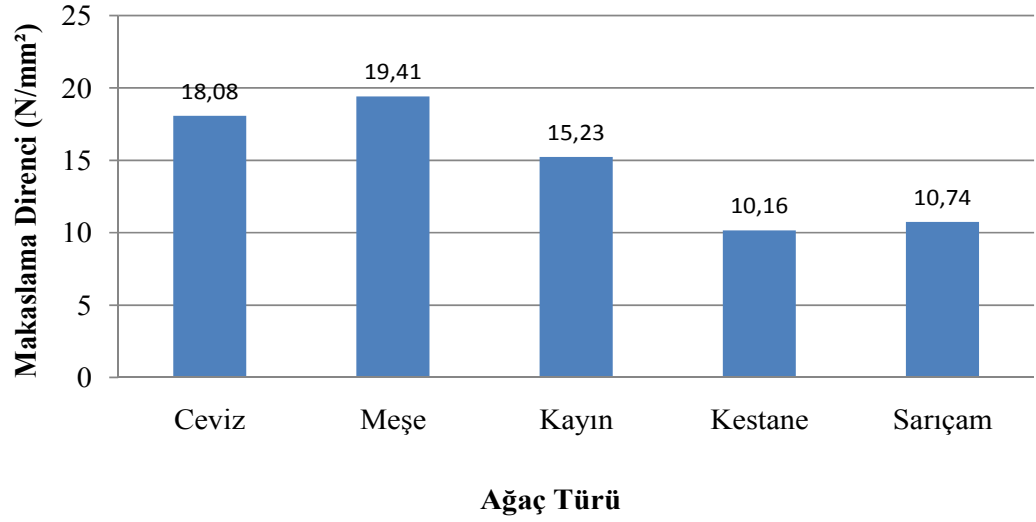
X_{max} : En büyük değer

X_{ort} : Ortalama değer

v : Varyasyon katsayısı

En yüksek kesme direnci değeri, (19,41 N/mm²) meşede elde edilirken, bunu ceviz (18,08 N/mm²) takip etmektedir. En düşük çekme direnci ise (10,16 N/mm²)

sarıçamda ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelerinin liflere paralel kesme direnci ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.3’de gösterilmiştir.



Şekil 5.3. Kesme direnci ortalama değerleri

Ağaç türüne göre ortaya çıkan kesme direnci değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.15’de verilmiştir.

Çizelge 5.15. Ağaç türünün kesme direncine etkisine ilişkin varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	702,62	4,00	175,66	167,83	0,000
Gruplar İçi	47,10	45,00	1,05		
Toplam	749,72	49,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan kesme direnci değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.16’da verilmiştir.

Çizelge 5.16. Ağaç türüne göre kesme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Kesme Direnci (N/mm ²)	HG
Kestane	10,16	D
Sarıçam	10,74	D
Kayın	15,23	C
Ceviz	18,08	B
Meşe	19,41	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 0,8815

Çizelge 5.16' de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek kesme direnci (19,41 N/mm²) meşede elde edilirken, bunu ceviz (18, 08 N/mm²) takip etmektedir. En düşük kesme direnci ise (10,16 N/mm²) kestane ve (10,74 N/mm²) sarıçamda ortaya çıkmaktadır.

5.1.6. Liflere dik eğilme direnci

Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin liflere paralel eğilme direncine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.17'de verilmiştir.

Çizelge 5.17. Deney malzemelerinin eğilme direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Eğilme Direnci (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Ceviz	109,00	157,00	121,00	11,90
Meşe	96,00	142,00	118,50	13,13
Kayın	107,00	148,00	122,90	11,71
Kestane	65,00	76,00	70,10	6,14
Sarıçam	75,00	104,00	91,20	9,44

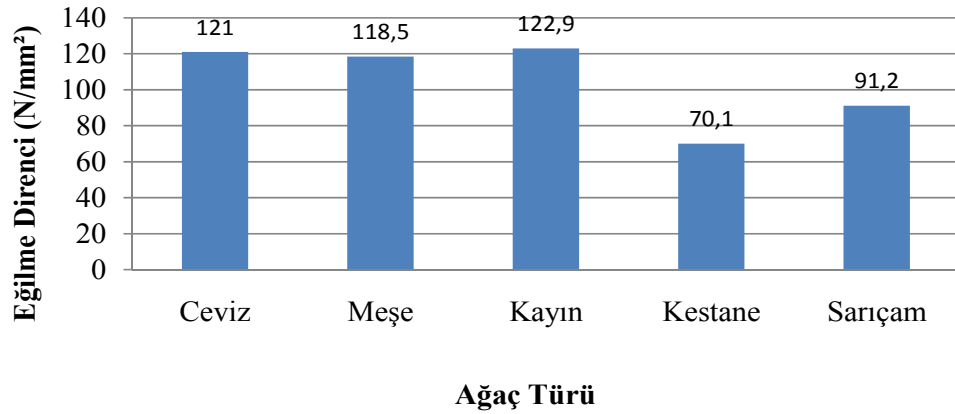
X_{min} : En küçük değer

X_{max} : En büyük değer

X_{ort} : Ortalama değer

v : Varyasyon katsayısı

En yüksek eğilme direnci değeri, (122,90 N/mm²) kayında elde edilirken, bunu ceviz (121,00 N/mm²) takip etmektedir. En düşük eğilme direnci ise (70,10 N/mm²) kestane ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelerinin liflere paralel eğilme direnci ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.4’de gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Eğilme direnci ortalama değerleri

Ağaç türüne göre ortaya çıkan eğilme direnci değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.18’de verilmiştir.

Çizelge 5.18. Ağaç türünün eğilme direnci etkisine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	21.667,72	4,00	5.416,93	36,16	0,000
Gruplar İçi	6.741,90	45,00	149,82		
Toplam	28.409,62	49,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan eğilme direnci değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.19’da verilmiştir.

Çizelge 5.19. Ağaç türüne göre eğilme direnci değerlerine ilişkin ortalama farklılık analizi

Ağaç Türü	Eğilme Direnci(N/mm ²)	HG
Kestane	70,10	C
Sarıçam	91,20	B
Meşe	118,50	A
Ceviz	121,00	A
Kayın	122,90	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 11,07

Çizelge 5.19' de görüldüğü üzere, kayın, ceviz ve meşenin eğilme direnci değerleri arasındaki fark önemsiz olup, içlerinden en yüksek eğilme direnci değeri kayında (122,90 N/mm²) elde edilirken, bunu. (91,20 N/mm²) sarıçam takip etmektedir. En düşük eğilme direnci ise (70,10 N/mm²) kestanede ortaya çıkmaktadır.

5.1.7. Liflere dik eğilmede elastikiyet modülü

Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin liflere dik eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.20'de verilmiştir.

Çizelge 5.20. Ağaç malzemelerin eğilmede elastikiyet modülüne ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)			
	X _{min}	X _{max}	X _{ort}	v (%)
Ceviz	9125,00	13890,00	11659,70	16,92
Meşe	9661,00	13668,00	12161,30	11,41
Kayın	11059,00	15084,00	12462,60	12,23
Kestane	5714,00	7706,00	6768,60	9,12
Sarıçam	8291,00	11960,00	10475,30	12,02

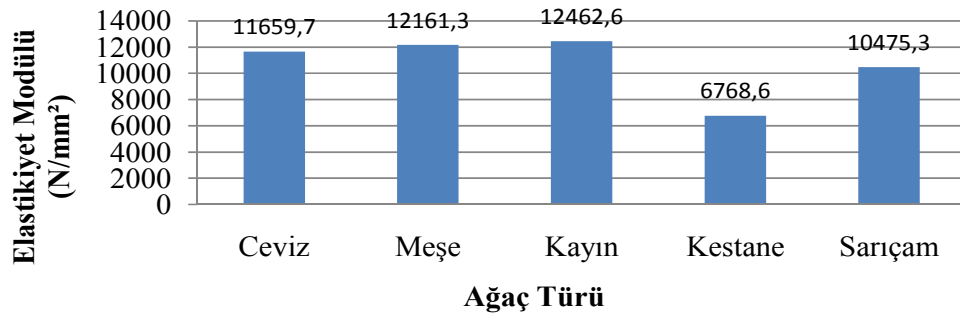
X_{min} : En küçük değer

X_{max} : En büyük değer

X_{ort} : Ortalama değer

v : Varyasyon katsayısı

En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri, (12462,60 N/mm²) kayında elde edilirken, bunu meşe (12161,30 N/mm²) takip etmektedir. En düşük eğilmede elastikiyet modülü ise (6768,60 N/mm²) kestanede ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelerinin liflere dik eğilmede elastikiyet modülü ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.5’de gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Elastikiyet modülü ortalama değerleri

Ağaç türüne göre ortaya çıkan elastikiyet modülü değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.21’de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Ağaç türünün elastiklik modülü değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Gruplar Arası	216694253,40	4,00	54173563,35	26,80	0,00
Gruplar İçi	90956959,10	45,00	2021265,76		
Toplam	307651212,50	49,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan elastikiyet modülü değerleri arasındaki farklar oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubunu tespit etmeye ilişkin yapılan homojenlik testi Çizelge 5.22’de verilmiştir.

Çizelge 5.22. Ağaç türüne göre elastikiyet modülü ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	HG
Kestane	6768,60	C
Sarıçam	10475,30	B
Ceviz	11659,70	AB
Meşe	12161,30	A
Kayın	12462,60	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 1246

Çizelge 5.22’ de görüldüğü üzere, en yüksek değer aralarındaki farkın önemsiz olduğu (12.462,60 Nmm²) kayınve (12161, 30 Nmm²) meşede elde edilirken, bunu (10.475,30 Nmm²) sarıçam takip etmektedir. En düşük elastikiyet modülü değeri ise (6.768,60 N/mm²) kestane ortaya çıkmaktadır.

5.1.8. Kavela tutma direnci

Liflere dik (teğet yüzeyden) kavela tutma direnci

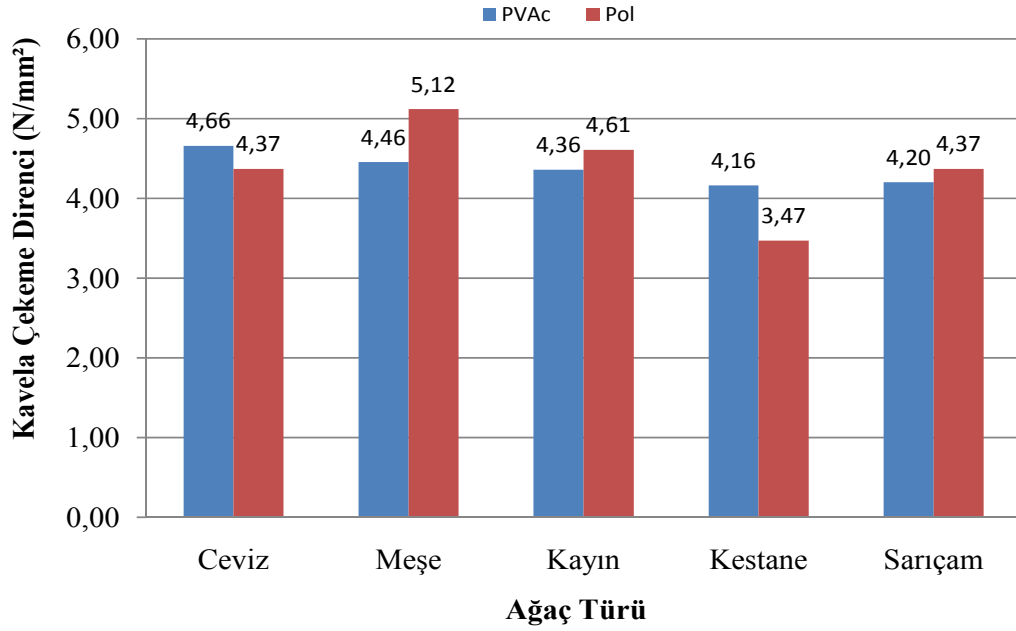
Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direncine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.23’de verilmiştir.

Çizelge 5.23. Ağaç türüne göre teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direncine ilişkin bazı istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Tutkal	$X_{\min}$ (N/mm ²)	$X_{\max}$ (N/mm ²)	X_{ort} (N/mm ²)	v (%)
Ceviz	PVAc	4,09	5,07	4,66	6,52
	Poliüretan	3,98	4,81	4,37	7,29
Meşe	PVAc	3,79	4,81	4,46	8,35
	Poliüretan	4,40	5,96	5,12	12,21
Kayın	PVAc	4,11	4,79	4,36	4,64
	Poliüretan	4,01	5,13	4,61	7,70
Kestane	PVAc	4,06	5,02	4,68	5,74
	Poliüretan	2,84	4,48	3,47	13,30
Sarıçam	PVAc	4,09	4,97	4,57	6,87
	Poliüretan	3,83	4,89	4,27	9,35

$X_{\min}$: En küçük değer $X_{\max}$: En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek kavela çekme direnci değeri, (5,12 N/mm²) meşe odunu üzerinde poliüretan tutkalı ile elde edilirken, bunu kestane odunu üzerinde PVAc tutkalı (4,68 N/mm²) takip etmektedir. En düşük kavela çekme direnci ise (3,47 N/mm²) kestane odunu üzerinde poliüretan tutkalında ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelerinin teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.6' da gösterilmiştir.



Şekil 5.6. Liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerleri

Ağaç ve tutkal türüne göre ortaya çıkan kavela çekme direnci değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.24’de verilmiştir.

Çizelge 5.24. Ağaç ve tutkal türünün teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci etkilerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Ağaç	5,22	4,00	1,30	9,10	0,000
Tutkal	0,77	1,00	0,77	5,38	0,023
Ağaç * Tutkal	10,02	4,00	2,51	17,48	0,000
Hata	12,90	90,00	0,14		
Total	2.015,46	100,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan kavela çekme direnci değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.25’de verilmiştir.

Çizelge 5.25. Ağaç türüne göre teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Kavela Çekme Direnci (N/mm ²)	HG
Kestane	4,07	C
Sarıçam	4,41	B
Ceviz	4,48	B
Meşe	4,51	B
Kayın	4,78	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 0,3009

Çizelge 5.25’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek kavela çekme direnci (4,78 N/mm²) kayında elde edilirken, bunu aralarındaki farkın önemsiz olduğu (4, 51 N/mm²) meşe, (4,48 N/mm²) ceviz ve (4,41 N/mm²) sarıçam takip etmektedir. En düşük çekme direnci ise (4,07 N/mm²) kestanede ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, tutkal türüne göre ortaya çıkan kavela çekme direnci değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan tutkal türü veya tutkal grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.26’da verilmiştir.

Çizelge 5.26. Tutkal türüne göre teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Tutkal Çeşidi	Kavela Çekme Direnci (N/mm ²)	HG
Poliüretan	4,37	B
PVAc	4,54	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 0,1903

Çizelge 5.26’ da görüldüğü gibi, ağaç türüne göre en yüksek çekme direnci (4,54 N/mm²) PVAc ‘ de elde edilirken, en düşük çekme direnci ise (4,37 N/mm²) poliüretanda ortaya çıkmaktadır. P< 0,05 olduğundan, ağaç ve tutkal türüne göre ortaya çıkan kavela çekme direnci değerleri arasındaki farklar oranı önemli olup, farklılık yaratan türü veya grubu tespit etmeye ilişkin yapılan homojenlik testi Çizelge 5.27’de verilmiştir.

Çizelge 5.27. Ağaç ve tutkal türüne göre teğet yüzeyden liflere dik kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi	Kavela Çekme Direnci (N/mm ²)	HG
Kestane	Poliüretan	3,47	D
Sarıçam	Poliüretan	4,27	C
Kayın	PVAc	4,36	BC
Ceviz	Poliüretan	4,37	BC
Meşe	PVAc	4,46	BC
Sarıçam	PVAc	4,57	BC
Kayın	Poliüretan	4,61	BC
Ceviz	PVAc	4,66	B
Kestane	PVAc	4,68	B
Meşe	Poliüretan	5,12	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:0,4256

Çizelge 5.27’ de görüldüğü üzere, ağaç ve tutkal türüne göre en yüksek kavela çekme direnci (5,12 N/mm²) meşe odunu üzerinde poliüretan tutkalı ile elde edilirken, bunu aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (4,68 N/mm²) kestane odunu üzerinde PVAc tutkalı ve (4,66 N/mm²) ceviz odunu üzerinde PVAc tutkalı takip etmektedir. En düşük kavela çekme direnci ise (3,47 N/mm²) kestane odunu üzerinde poliüretan tutkalında ortaya çıkmaktadır.

Liflere paralel (enine kesitten) kavala çekme direnci

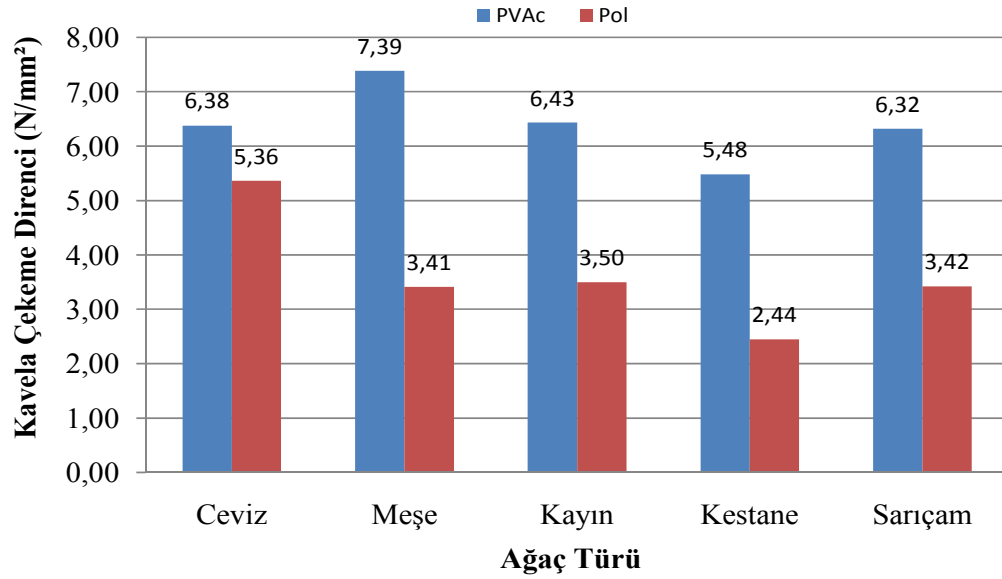
Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin enine kesitten liflere paralel kavala çekme direncine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.28’de verilmiştir.

Çizelge 5.28. Ağaç türüne göre enine kesitten liflere paralel kavala çekme direncine ilişkin istatistiksel veriler

Ağaç Türü	Tutkal	$X_{\min}$ (N/mm ²)	$X_{\max}$ (N/mm ²)	X_{ort} (N/mm ²)	v (%)
Ceviz	PVAc	5,91	6,92	6,38	6,43
	Poliüretan	4,27	6,71	5,36	17,86
Meşe	PVAc	6,84	7,83	7,39	5,43
	Poliüretan	3,02	3,83	3,41	9,41
Kayın	PVAc	6,04	6,94	6,43	4,20
	Poliüretan	2,76	4,19	3,50	14,31
Kestane	PVAc	4,61	6,22	5,48	8,39
	Poliüretan	2,06	2,76	2,44	10,56
Sarıçam	PVAc	5,44	6,92	6,32	8,06
	Poliüretan	2,63	3,96	3,42	13,77

$X_{\min}$: En küçük değer $X_{\max}$: En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek kavala çekme direnci değeri, (7,39 N/mm²) meşe odunu üzerinde PVAc tutkalı ile elde edilirken, bunu kayın odunu üzerinde PVAc tutkalı (6,43 N/mm²) takip etmektedir. En düşük kavala çekme direnci ise (2,44 N/mm²) kestane odunu üzerinde poliüretan tutkalında ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelerinin enine kesitten liflere dik kavala çekme direnci ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.7’de gösterilmiştir.



Şekil 5.7. Ağaç türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direnci ortalama değerleri

Ağaç ve tutkal türüne göre ortaya çıkan kavela çekme direnci değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.29’da verilmiştir.

Çizelge 5.29. Ağaç ve tutkal türünün liflere paralel kavela çekme direnci etkilerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Ağaç	40,30	4,00	10,08	41,44	0,000
Tutkal	192,03	1,00	192,03	789,86	0,000
Ağaç * Tutkal	23,22	4,00	5,80	23,87	0,000
Hata	21,88	90,00	0,24		
Total	2.790,42	100,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan kavela çekme direnci değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu

değerlerinin belirlenmesine ilişkin yapılan homojenlik testi Çizelge 5.30'da verilmiştir.

Çizelge 5.30. Ağaç türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Kavela Çekme Direnci (N/mm ²)	HG
Kestane	3,96	D
Sarıçam	4,86	C
Kayın	4,96	C
Meşe	5,39	B
Ceviz	5,87	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 0,3099

Çizelge 5.30' da görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek kavela çekme direnci (5,87 N/mm²) cevizde elde edilirken, bunu meşe (5,39 N/mm²) takip etmektedir. En düşük çekme direnci ise (3,96 N/mm²) kestanede ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, tutkal türüne göre ortaya çıkan kavela çekme direnci değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan tutkal türü veya tutkal grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.31'de verilmiştir.

Çizelge 5.31. Tutkalların türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direnci ortalama değerlerine ilişkin homojenlik testi

Tutkal Çeşidi	Kavela Çekme Direnci (Nmm ²)	HG
Poliüretan	3,63	B
PVAc	6,40	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 0,1960

Çizelge 5.31' de görüldüğü üzere, tutkal çeşidine göre en yüksek çekme direnci (6,40 N/mm²) PVAc' de elde edilirken, en düşük çekme direnci ise (3,63 N/mm²) poliüretanda ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve tutkal türüne göre

ortaya çıkan kavela çekme direnci değerleri arasındaki farklar oranı olup, farklılık yaratan türü veya grubu tespit etmeye ilişkin yapılan homojenlik testi Çizelge 5.32’de verilmiştir.

Çizelge 5.32. Ağaç ve tutkal türüne göre enine kesitten liflere paralel kavela çekme direnci ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Tutkal Çeşidi	Kavela Çekme Direnci (N/mm ²)	HG
Kestane	Poliüretan	2,44	E
Meşe	Poliüretan	3,41	D
Sarıçam	Poliüretan	3,42	D
Kayın	Poliüretan	3,50	D
Ceviz	Poliüretan	5,36	C
Kestane	PVAc	5,48	C
Sarıçam	PVAc	6,32	B
Ceviz	PVAc	6,38	B
Kayın	PVAc	6,43	B
Meşe	PVAc	7,39	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:0,4383

Çizelge 5.32’ de görüldüğü üzere, ağaç ve tutkal türüne göre en yüksek kavela çekme direnci (7,39 N/mm²) meşe odunu üzerinde PVAc tutkalında elde edilirken, bunu aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (6,43 N/mm²) kayın, (6,38 N/mm²) ceviz ve (6,32 N/mm²) sarıçam odunları üzerinde PVAc tutkalı takip etmektedir. En düşük kavela çekme direnci ise (2,44 N/mm²) kestane odunu üzerinde poliüretan tutkalında ortaya çıkmaktadır.

Kavela çekme direnci numunelerinin, deney süresi ortalama 40–130 sn arasında gerçekleşmiştir. Yapılan deneyler esnasında kavela çekme dirençleri. PVAc tutkalı numunelerde yüksek yoğunluklu zorlama sesi ile poliüretan tutkallı yüzeylerde ise düşük yoğunluklu zorlama sesi ile sonuçlanmışlardır. Yüksek direnç değerleri çıkan deneylerde, kavelanın ahşap yüzeyi kopararak çıktığı, zayıf direnç değerleri çıkan deneylerde ise kavelanın sadece tutkalı bırakarak sıyrıldığı tespit edilmiştir.

5.1.9. Vida tutma mukavemeti

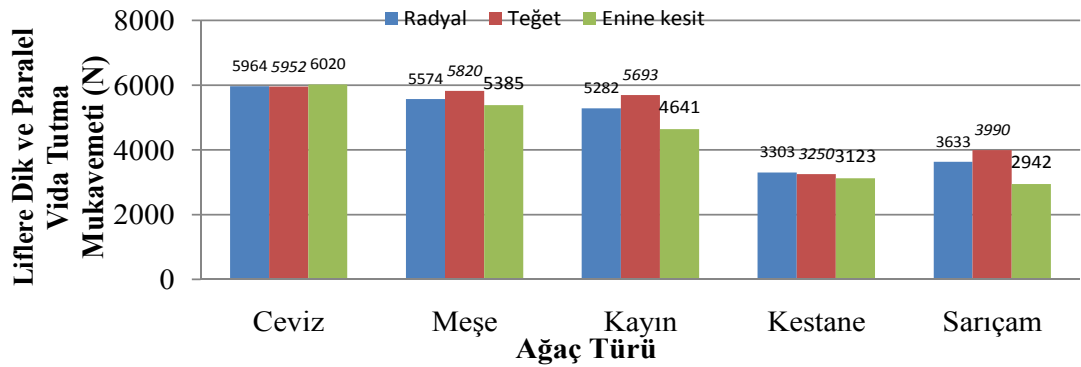
Birleştirmelerde kullanılan ağaç malzemelerin vida tutma mukavemetine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.33’de verilmiştir.

Çizelge 5.33. Ağaç türüne göre vida tutma mukavemetine ilişkin istatistiksel veriler

Kesit Yönü	Ağaç Türü	X_{min} (N)	X_{max} (N)	X_{ort} (N)	v (%)
Radyal	Ceviz	4.952,03	7.638,87	5.963,91	12,79
	Meşe	5.089,31	6.815,17	5.574,23	7,54
	Kayın	4.481,34	7.050,51	5.281,51	15,52
	Kestane	3.020,25	4.128,32	3.303,39	6,92
	Sarıçam	2.598,59	5.510,97	3.632,58	25,87
Teğet	Ceviz	4.677,46	7.276,05	5.952,22	13,05
	Meşe	4.814,75	6.844,59	5.820,35	9,03
	Kayın	5.089,31	6.834,78	5.692,88	8,83
	Kestane	2.820,14	3.824,34	3.249,89	7,98
	Sarıçam	3.334,04	5.040,28	3.989,76	13,56
Enine kesit	Ceviz	4.059,68	7.484,98	6.019,82	16,51
	Meşe	4.765,72	6.991,68	5.385,44	9,79
	Kayın	3.922,40	5.971,81	4.640,66	12,12
	Kestane	2.578,98	3.755,70	3.123,18	9,47
	Sarıçam	2.039,65	4.481,34	2.942,44	23,48

X_{min} : En küçük değer X_{max} : En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek vida tutma mukavemeti değeri, enine kesit yüzeydeki (6.019,82) cevizde elde edilirken, bunu radyal yüzeydeki (5.963,91 N) ceviz takip etmektedir. En düşük vida tutma mukavemeti ise enine kesit yüzeydeki (2.942,44 N) sarıçamda ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelerinin radyal ve teğet yüzeye dik vida tutma mukavemeti ve enine kesit yüzeye paralel vida tutma mukavemeti ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.8 de, gösterilmiştir.



Şekil 5.8. Ağaç türüne göre radyal ve teğet yüzeyde liflere dik enine kesit yüzeyde liflere paralel vida tutma mukavemeti ortalama değeri

Ağaç ve yüzey türüne göre ortaya çıkan vida tutma mukavemeti değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.34’de verilmiştir.

Çizelge 5.34. Ağaç ve yüzey türünün vida tutma mukavemeti değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Yüzey	13774742,866	2	6887371,433	17,203	,000
Ağaç	375046121,423	4	93761530,356	234,192	,000
Yüzey * Ağaç	11108036,902	8	1388504,613	3,468	,001
Hata	114102947,330	285	400361,219		
Toplam	7154622937,761	300			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve yüzey türüne göre ortaya çıkan vida çekme mukavemeti değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.35’de verilmiştir.

Çizelge 5.35. Ağaç türüne göre vida tutma mukavemeti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Vida Tutma Mukavemeti (N)	HG
Kestane	3225,49	E
Sarıçam	3521,59	D
Kayın	5205,02	C
Meşe	5593,34	B
Ceviz	5978,65	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 227,4

Çizelge 5.35’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek vida tutma mukavemeti (5978,65 N) cevizde elde edilirken, bunu sırasıyla (5593,34 N) meşe takip etmektedir. En düşük vida tutma mukavemeti ise (3225,49 N) kestanede ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, yüzey türüne göre ortaya çıkan vida tutma mukavemeti değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan yüzey türü veya yüzey grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.36’da verilmiştir.

Çizelge 5.36. Yüzey türüne göre vida tutma mukavemeti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Kesit Yüzeyi	Vida Tutma Mukavemeti (N)	HG
Enine kesit	4422,31	C
Radyal	4751,12	B
Teğet	4941,02	A

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 176,2

Çizelge 5.36’ da görüldüğü üzere, yüzey türüne göre en yüksek vida tutma mukavemeti (4941,02 N) teğette elde edilirken, bunu (4751,12 N) radyal takip etmektedir. En düşük vida tutma mukavemeti ise (4422,31 N) enine kesitte ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve yüzey türüne göre ortaya çıkan vida tutma mukavemeti değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün

veya grubun değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi izelge 5.37’de verilmiştir.

Çizelge 5.37. Ağaç ve yüzey türüne göre vida tutma mukavemeti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Kesit Yüzeyi	Vida Tutma Mukavemeti (Fmax) (N)	HG
Sarıçam	Enine kesit	2.942,44	H
Kestane	Enine kesit	3.123,18	H
Kestane	Teğet	3.249,89	GH
Kestane	Radyal	3.303,39	GH
Sarıçam	Radyal	3.632,58	FG
Sarıçam	Teğet	3.989,76	F
Kayın	Enine kesit	4.640,66	E
Kayın	Radyal	5.281,51	D
Meşe	Enine kesit	5.385,44	CD
Meşe	Radyal	5.574,23	BCD
Kayın	Teğet	5.692,88	ABC
Meşe	Teğet	5.820,35	AB
Ceviz	Teğet	5.952,22	AB
Ceviz	Radyal	5.963,91	AB
Ceviz	Enine kesit	6.019,82	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:394,0

Çizelge 5.37’ de görüldüğü üzere, ağaç ve yüzey türüne göre en yüksek vida tutma mukavemeti (6.019,82 N) ceviz odunu üzerinde enine kesitte elde edilirken, bunu aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan, ceviz odunu üzerinde (5.963,91 N) radyal ve (5.952,22 N) teğet kesit, meşe odunu üzerinde (5.820,35 N) teğet kesit takip etmektedir. En düşük vida tutma mukavemeti ise sarıçam odunu üzerinde (2.942,44 N) enine kesitte ortaya çıkmaktadır.

Vida tutma mukavemeti numunelerinin, deney süresi ortalama 60-150 sn arasında gerçekleşmiştir. Deney esnasında vidanın belli bir dirençten sonra teğet ve radyal yüzeyden diş çapı kadar, enine kesit yüzeyden ise vidanın çapından daha geniş bir alanı kopararak yüzeyden sıyrıldığı tespit edilmiştir.

5.2. Birleştirme Elemanlarının Uygulanan Mekanik Deney Sonuçları

5.2.1. I-tipi birleştirme elemanlarının boyuna çekme mukavemeti

Boy birleştirme elemanlarında eksenel çekme kuvveti deneyinde, kuvvetin uygulanmaya başlaması ile birleştirme elemanları çekme etkisine maruz kalmışlardır. Deneyler yaklaşık olarak 120 ile 420 *sn* arasında gerçekleşmiştir. Minifiksli (Resim 5.1a), maksifiksli (Resim 5.1b), kavelalı (Resim 5.1c) birleştirmelerde değişik aralıklı düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile birlikte birleşme yerinde 1-2 mm boşluk oluşmakta, soket, vida ve kavela birleşme yerlerinden sıyrılıp gelmektedir. Zıvanalı birleştirmelerde düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile başlayıp giderek artan yüksek seslerle sonlanan deneyde 3-4 mm boşlukla ile birlikte zıvanalarda çoğunlukla kopmalar görülmüştür (Resim 5.1d).



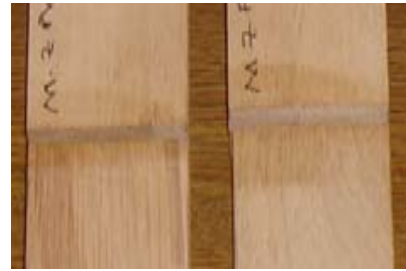
(a)



(b)



(c)



(d)

Resim 5.1. Eksenel çekme kuvveti uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d”

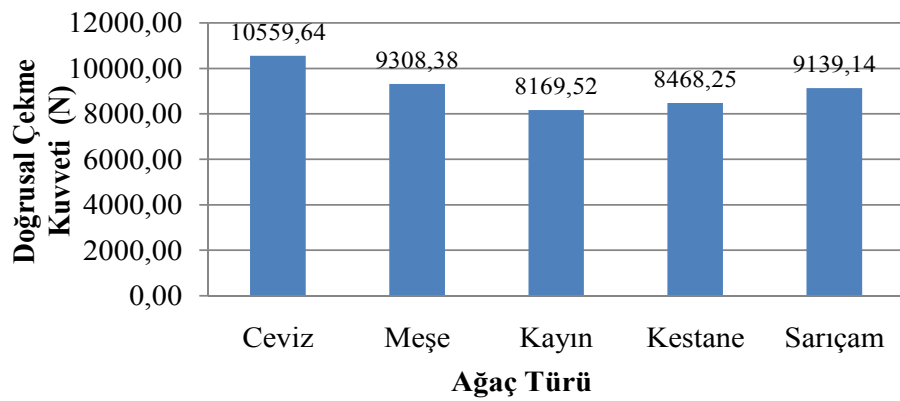
Boy birleştirmede uygulanan birleştirme tekniklerinin eksenel çekme kuvvetine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.38’de verilmiştir.

Çizelge 5.38. Birleştirme tekniklerinin eksenel çekme kuvvetine ilişkin bazı istatistiksel veriler

Birleştirme Tekniği	Ağaç Türü	$X_{\min}$ (N)	$X_{\max}$ (N)	X_{ort} (N)	v (%)
Minifiks	Ceviz	1765,08	2775,10	2098,48	14,88
	Meşe	1353,29	2480,92	1977,88	17,89
	Kayın	2010,23	2932,19	2255,40	12,47
	Kestane	853,12	1363,03	1080,62	15,92
	Sarıçam	706,03	1470,90	1110,06	24,75
Maksifiks	Ceviz	3157,53	5138,34	3997,91	14,29
	Meşe	3255,59	3824,33	3510,55	5,45
	Kayın	2608,40	3536,16	3008,11	10,23
	Kestane	951,18	1637,60	1245,80	16,70
	Sarıçam	509,91	1774,89	1118,21	33,45
Kavela(Pu)	Ceviz	4667,66	7423,14	6136,60	16,56
	Meşe	4648,04	7305,47	6226,85	14,18
	Kayın	3030,05	5638,66	4231,33	22,44
	Kestane	5932,63	7412,54	6784,86	7,64
	Sarıçam	7678,10	9933,98	8727,48	11,27
Zıvana(Pu)	Ceviz	14914,93	19906,18	17207,33	9,96
	Meşe	13238,10	16935,17	14975,62	8,44
	Kayın	10727,22	14699,19	13117,57	8,51
	Kestane	12326,14	16425,05	14170,48	9,15
	Sarıçam	14414,82	17444,87	16119,12	6,60
Kavela(PVAc)	Ceviz	9423,35	11895,31	10484,06	8,37
	Meşe	8845,01	12875,70	11287,34	13,06
	Kayın	7276,05	9962,90	8709,16	10,32
	Kestane	11227,90	13689,18	12383,68	6,75
	Sarıçam	11110,20	13161,59	11947,55	6,35
Zıvana(PVAc)	Ceviz	22082,48	24858,21	23433,48	4,45
	Meşe	16071,82	19995,21	17872,05	7,34
	Kayın	16159,86	18915,99	17695,55	5,55
	Kestane	14110,83	16513,30	15144,08	4,98
	Sarıçam	15326,32	16228,54	15812,40	2,30

$X_{\min}$: En küçük değer $X_{\max}$: En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek eksenel çekme kuvveti değeri, (23433,48 N) cevizden üretilmiş ve PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu zıvana ile birleştirilmiş PVAc ile yapıştırılmış (17872,05 N) meşe deney örnekleri takip etmektedir. En düşük eksenel çekme kuvveti ise (1110,06 N) sarıçamdan üretilmiş minifiksle birleştirilmiş deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelere uygulanan birleştirme tekniklerinin doğrusal çekme kuvveti ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.9’da gösterilmiştir.



Şekil 5.9. Ağaç türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri

Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan doğrusal çekme kuvveti değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.39’da verilmiştir.

Çizelge 5.39. Ağaç türü ve birleştirme tekniğine göre eksenel çekme kuvveti değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Birleştirme Tekniği	11.158.419.103,90	5,00	2.231.683.820,78	2.898,49	0,000
Ağaç	206.171.985,43	4,00	51.542.996,36	66,94	0,000
Birleştirme Tekniği * Ağaç	592.634.584,28	20,00	29.631.729,21	38,49	0,000
Error	207.885.685,67	270,00	769.946,98		
Total	37.166.626.245,43	300,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan eksenel çekme kuvveti değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.40’da verilmiştir.

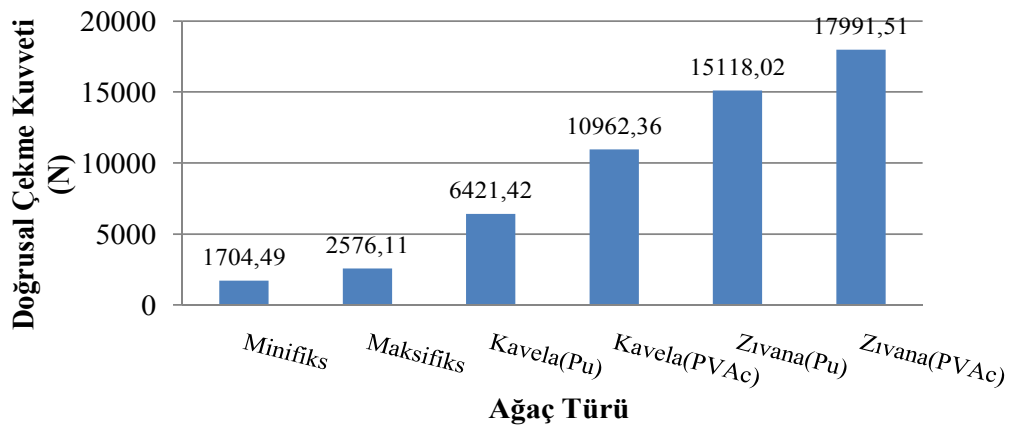
Çizelge 5.40. Ağaç türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Eksenel Çekme Kuvveti (N)	HG
Kayın	8169,52	C
Kestane	8468,25	C
Sarıçam	9139,13	B
Meşe	9308,38	B
Ceviz	10559,64	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 1092

Çizelge 5.40’ da görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek eksenel çekme kuvveti (10559,64 N) ceviz odununda elde edilirken, bunu aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (9308,38 N) meşe ve (9139,13 N) sarıçam odunları takip etmektedir. En düşük eksenel çekme kuvveti ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (8169,52 N) kayın ve (8468,25 N) kestane odunlarında ortaya çıkmaktadır. Birleştirme tekniklerinin eksenel çekme kuvveti ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.10’da gösterilmiştir.



Şekil 5.10. Eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri

$P < 0,05$ olduğundan, birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan eksenel çekme kuvveti değerleri arasındaki farkların oranı olup, farklılık yaratan birleştirme türü veya birleştirme grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.41’de verilmiştir.

Çizelge 5.41. Birleştirme tekniği türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Birleştirme Tekniği	Eksenel Çekme Kuvveti (N)	HG
Minifiks	1704,49	F
Maksifiks	2576,11	E
Kavela(Pu)	6421,42	D
Kavela(PVAc)	10962,36	C
Zıvana(Pu)	15118,02	B
Zıvana(PVAc)	17991,51	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 671,56

Çizelge 5.41’ de görüldüğü üzere, birleştirme tekniği türüne göre en yüksek eksenel çekme kuvveti (17991,51 N) PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu (15118,02 N) Pu ile tutkallanmış zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük eksenel çekme kuvveti ise (1704,49 N) minifiksli birleştirmeli deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan eksenel çekme kuvveti değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün veya grubun değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.42’de verilmiştir.

Çizelge 5.42. Ağaç ve birleştirme tekniği ikili etkileşimlerine göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç	Birleştirme Tekniği	Eksenel Çekme Kuvveti (N)	HG
Kestane	Minifiks	1080,62	R
Sarıçam	Minifiks	1110,06	R
Sarıçam	Maksifiks	1118,21	R
Kestane	Maksifiks	1245,80	PR
Meşe	Minifiks	1977,88	OP
Ceviz	Minifiks	2098,48	O
Kayın	Minifiks	2255,40	NO
Kayın	Maksifiks	3008,11	MN
Meşe	Maksifiks	3510,55	LM
Ceviz	Maksifiks	3997,91	L
Kayın	Kavela(Pu)	4231,33	L
Ceviz	Kavela(Pu)	6136,60	K
Meşe	Kavela(Pu)	6226,85	K
Kestane	Kavela(Pu)	6784,86	K
Kayın	Kavela(PVAc)	8709,16	J
Sarıçam	Kavela(Pu)	8727,48	J
Ceviz	Kavela(PVAc)	10484,06	İ
Meşe	Kavela(PVAc)	11287,34	I
Sarıçam	Kavela(PVAc)	11947,55	HI
Kestane	Kavela(PVAc)	12383,68	GH
Kayın	Zivana(Pu)	13117,57	G
Kestane	Zivana(Pu)	14170,48	F
Meşe	Zivana(Pu)	14975,62	E
Kestane	Zivana(PVAc)	15144,08	DE
Sarıçam	Zivana(PVAc)	15812,40	CD
Sarıçam	Zivana(Pu)	16119,12	C
Ceviz	Zivana(Pu)	17207,33	B
Kayın	Zivana(PVAc)	17695,55	B
Meşe	Zivana(PVAc)	17872,05	B
Ceviz	Zivana(PVAc)	23433,48	A*

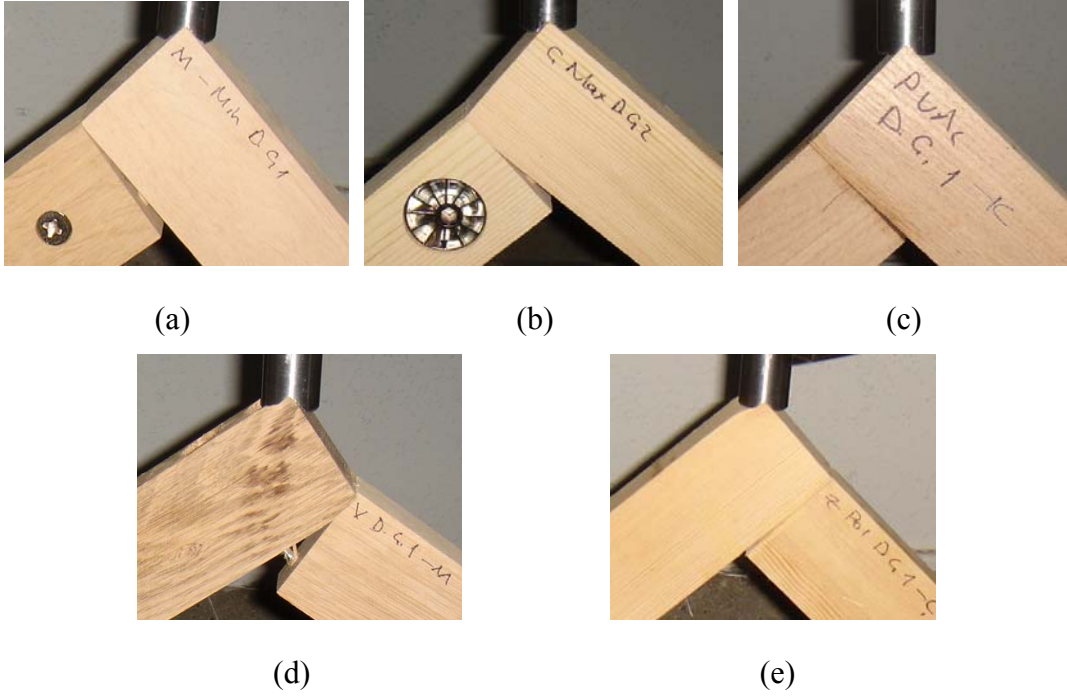
A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:769,1

Çizelge 5.42' de görüldüğü üzere, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre en yüksek eksenel çekme kuvveti (23433,48 N) cevizden üretilmiş ve PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilmiştir. Bunu aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan, (17872,05 N) meşe $\times$ PVAc, (17695,55 N) kayın $\times$ PVAc ve (17207,33 N) ceviz $\times$ Pu ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örnekler takip etmektedir. En düşük eksenel çekme kuvveti ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan, (1080,62 N) kestane $\times$ minifiks, (1110,06 N) sarıçam $\times$ minifiks ve (1118,21 N) sarıçam $\times$ maksifiksle birleştirilmiş deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır.

5.2.2. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki moment kapasiteleri

L birleştirme elemanlarında diyagonal çekme deneyinde, kuvvetin uygulanmaya başlaması ile birleştirme elemanları çekme etkisine maruz kalmışlardır. Deneyler yaklaşık olarak 120 ile 660 *sn* arasında gerçekleşmiştir. Minifiksli (Resim 5.2a), maksifiksli (Resim 5.2b), kavelalı (Resim 5.2c) birleştirmelerde değişik aralıklı düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile birlikte birleşme yerlerinin alt kısmında 4-5 mm boşluk oluştuğu, dönme ekseninin bulunduğu üst kısmında ise ezilmelerin olduğu, soket ve kavelanın birleşme yerinden sıyrılıp geldiği tespit edilmiştir. Vidalı birleştirmelerde alt taraftaki vidanın, dişleri ile birlikte küçük parçaları kopardığı ve vida başının karşı parçadan sıyrıldığı, birleştirmenin alt kısmında 5-10 mm boşluk, üst kısımlarında 3-4 mm üçgen kesitli ezilmelerin oluştuğu görülmüştür (Resim 5.2d). Zıvanalı birleştirmelerde düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile başlayıp giderek aratan yüksek seslerle sonlanan deneyde 4-5 mm boşlukla birlikte zıvanalarda çoğunlukla alt kısımdan başlayan kopmaların olduğu görülmüştür (Resim 5.2e).



Resim 5.2. Diyagonal çekme yükü uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d,e”

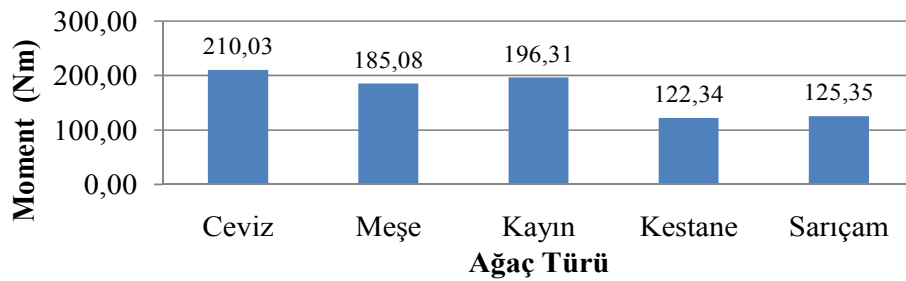
L birleştirmede uygulanan birleştirme tekniklerinin momentine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.43’de verilmiştir.

Çizelge 5.43. Ağaç ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin istatistiksel veriler

Birleştirme Tekniği	Ağaç Türü	X_{min} (Nm)	X_{max} (Nm)	X_{ort} (Nm)	v (%)
Vidalı	Ceviz	203,57	278,31	236,85	8,90
	Meşe	181,22	252,41	214,46	11,28
	Kayın	165,92	247,12	207,63	12,45
	Kestane	87,67	130,62	114,67	14,77
	Sarıçam	81,19	103,55	91,02	8,32
Minifiks	Ceviz	66,48	105,90	89,08	16,55
	Meşe	55,31	90,61	72,79	17,11
	Kayın	67,07	100,07	80,14	11,81
	Kestane	41,19	70,01	55,60	14,89
	Sarıçam	34,13	62,37	45,01	18,57
Maksifiks	Ceviz	101,20	146,27	132,18	11,08
	Meşe	92,37	117,67	103,98	9,24
	Kayın	105,32	132,97	121,67	7,36
	Kestane	64,72	80,02	70,56	8,70
	Sarıçam	49,35	73,55	57,06	13,32
Kavela(Pu)	Ceviz	170,04	194,75	179,16	4,49
	Meşe	151,80	177,10	162,98	5,96
	Kayın	147,68	182,39	165,33	7,03
	Kestane	99,43	125,91	112,22	8,10
	Sarıçam	119,44	134,15	129,26	3,68
Zıvana(Pu)	Ceviz	250,64	296,53	273,75	6,66
	Meşe	151,80	242,40	183,77	17,15
	Kayın	234,76	304,18	254,94	7,72
	Kestane	125,33	239,45	160,74	18,35
	Sarıçam	182,98	244,17	218,96	9,52
Kavela(PVAc)	Ceviz	151,21	199,45	169,21	8,62
	Meşe	160,03	190,04	171,09	5,46
	Kayın	138,85	172,98	160,22	6,29
	Kestane	106,49	125,91	116,10	6,64
	Sarıçam	102,37	131,79	119,10	9,12
Zıvana(PVAc)	Ceviz	316,00	468,92	389,96	13,49
	Meşe	317,71	432,26	386,49	9,54
	Kayın	340,07	440,68	384,20	8,98
	Kestane	168,86	255,35	226,46	11,66
	Sarıçam	190,04	232,22	217,03	6,03

X_{min} : En küçük değer X_{max} : En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek moment, zıvana ile birleştirilmiş ve PVAc ile yapıştırılmış (389,96 Nm) cevizden üretilmiş deney örneklerinde elde edilirken, bunu (386,49 Nm) meşeden üretilmiş PVAc ile yapıştırılmış zıvana ile birleştirilmiş deney örnekleri takip etmektedir. En düşük moment ise minifiks ile birleştirilmiş (45,01 Nm) sarıçamdan üretilmiş deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelere uygulanan birleştirme tekniklerinin moment ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.11’de gösterilmiştir.



Şekil 5.11. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri

Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.44’de verilmiştir.

Çizelge 5.44. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Birleştirme Tekniği	2080686,90	6,00	346781,15	912,36	0,000
Ağaç	473435,06	4,00	118358,76	311,40	0,000
Birleştirme Tekniği * Ağaç	230605,47	24,00	9608,56	25,28	0,000
Error	119728,75	315,00	380,09		
Total	12761612,25	350,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.45’de verilmiştir.

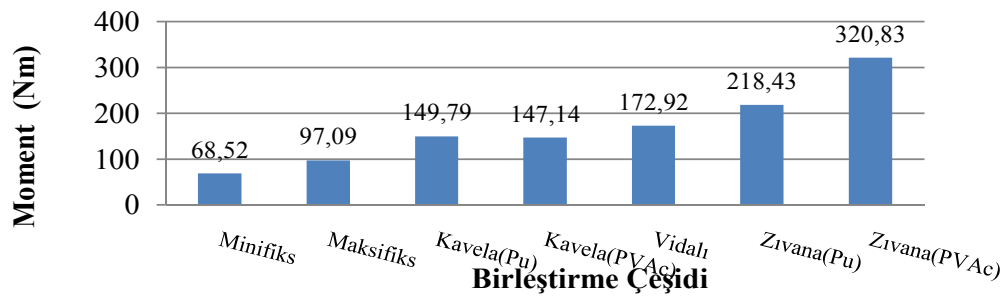
Çizelge 5.45. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Moment (Nm)	HG
Kestane	122,34	D
Sarıçam	125,35	D
Meşe	185,08	C
Kayın	196,31	B
Ceviz	210,03	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 6,45

Çizelge 5.45’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek moment değeri (210,03 Nm) cevizde elde edilirken, bunu (196,31 Nm) kayın takip etmektedir. En düşük moment değeri ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (122,34 Nm) kestane ve (125,35 Nm) sarıçamda ortaya çıkmaktadır. Birleştirme tekniklerinin moment ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.12’de gösterilmiştir.



Şekil 5.12. Birleştirme çeşidine göre moment ortalama değerleri

$P < 0,05$ olduğundan, birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan birleştirme türü veya birleştirme grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.46’da verilmiştir.

Çizelge 5.46. Birleştirme tekniği türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Birleştirme Tekniği	Moment (Nm)	HG
Minifiks	68,52	F
Maksifiks	97,09	E
Kavela(PVAc)	147,14	D
Kavela(Pu)	149,79	D
Vidalı	172,93	C
Zıvana(Pu)	218,43	B
Zıvana(PVAc)	320,83	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 19,21

Çizelge 5.46' da görüldüğü üzere, birleştirme tekniği türüne göre en yüksek moment (320,83 Nm) PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu (218,43 Nm) Pu ile tutkallanmış zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük moment ise (68,52 Nm) minifiksli birleştirmeli deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün veya grubun değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.47'de verilmiştir.

Çizelge 5.47. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Birleştirme Tekniği	Moment (Nm)	HG
Sarıçam	Minifiks	45,01	N
Kestane	Minifiks	55,60	MN
Sarıçam	Maksifiks	57,06	MN
Kestane	Maksifiks	70,56	LM
Meşe	Minifiks	72,79	KLM
Kayın	Minifiks	80,14	KL
Ceviz	Minifiks	89,08	JKL
Sarıçam	Vidalı	91,02	JK
Meşe	Maksifiks	103,98	İJ
Kestane	Kavela(Pu)	112,22	İİ
Kestane	Vidalı	114,67	HIİ
Kestane	Kavela(PVAc)	116,10	HIİ
Sarıçam	Kavela(PVAc)	119,10	HIİ
Kayın	Maksifiks	121,67	HIİ
Sarıçam	Kavela(Pu)	129,26	HI
Ceviz	Maksifiks	132,18	H
Kayın	Kavela(PVAc)	160,22	G
Kestane	Zıvana(Pu)	160,74	G
Meşe	Kavela(Pu)	162,98	G
Kayın	Kavela(Pu)	165,33	FG
Ceviz	Kavela(PVAc)	169,21	FG
Meşe	Kavela(PVAc)	171,09	FG
Ceviz	Kavela(Pu)	179,16	FG
Meşe	Zıvana(Pu)	183,77	F
Kayın	Vidalı	207,63	E
Meşe	Vidalı	214,46	E
Sarıçam	Zıvana(PVAc)	217,03	E
Sarıçam	Zıvana(Pu)	218,96	DE
Kestane	Zıvana(PVAc)	226,46	DE
Ceviz	Vidalı	236,85	D
Kayın	Zıvana(Pu)	254,94	C
Ceviz	Zıvana(Pu)	273,75	B
Kayın	Zıvana(PVAc)	384,20	A
Meşe	Zıvana(PVAc)	386,49	A
Ceviz	Zıvana(PVAc)	389,96	A*

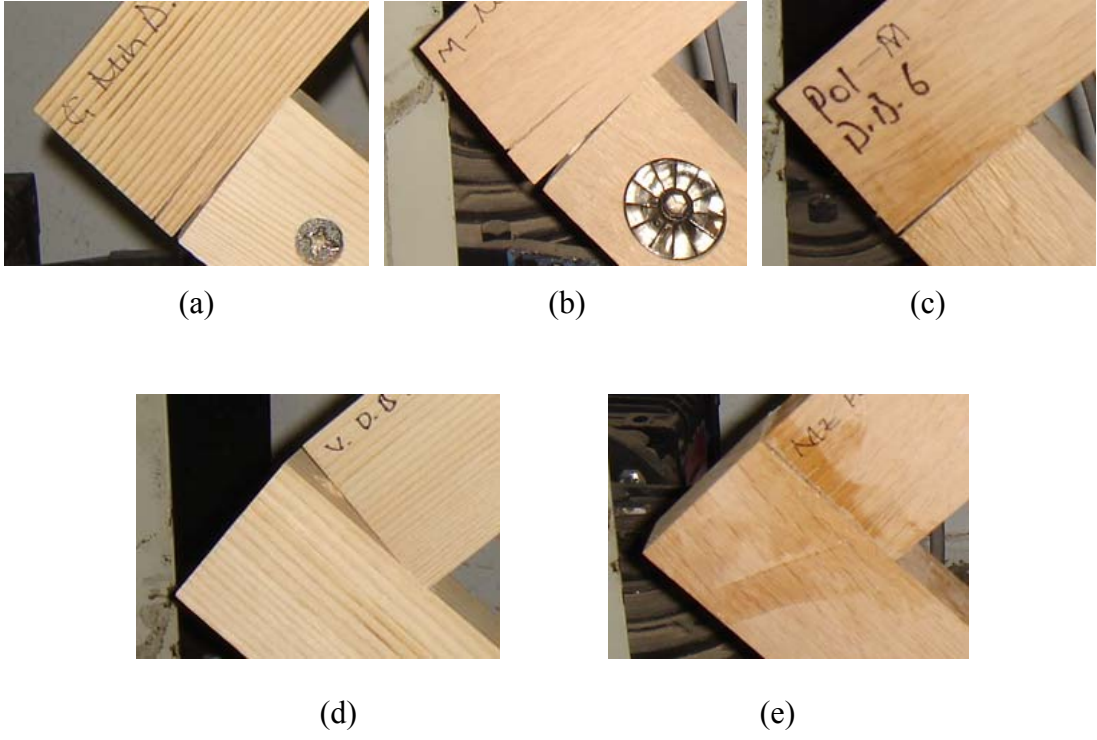
A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:17,08

Çizelge 5.47' de görüldüğü üzere, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre en yüksek değerler, aralarında anlamlı farklılıklar tespit edilmeyen (389,96 Nm) ceviz $\times$ PVAc, (386,49 Nm) meşe $\times$ PVAc, (384,20 Nm) kayın $\times$ PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu (273,75 Nm) Pu ile yapıştırılmış cevizden üretilmiş zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük değer ise (45,01 Nm) sarıçamdan üretilmiş minifiks birleştirmeli deney örneklerinde elde edilmiştir.

5.2.3. L tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basınç yükü altındaki moment kapasiteleri

L birleştirme elemanlarında diyagonal basma deneyinde, kuvvetin uygulanmaya başlaması ile birleştirme elemanları çekme etkisine maruz kalmışlardır. Deneyler yaklaşık olarak 120 ile 540 *sn* arasında gerçekleşmiştir. Minifiksli (Resim 5.3a), maksifiksli (Resim 5.3b), kavelalı (Resim 5.3c) birleştirmelerde değişik aralıklı düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile birlikte birleşme yerlerinin dış kısmında 3-4 mm boşluk oluştuğu, dönme ekseninin bulunduğu iç kısmında ise ezilmelerin olduğu, soket ve kavelanın birleşme yerlerinden sıyrılıp geldiği tespit edilmiştir. Vidalı birleştirmelerde dış taraftaki vidanın, dişleri ile numuneden küçük parçalar kopardığı ve vida başının karşı parçadan sıyrıldığı, birleştirmenin dış kısmında 4-8 mm boşlukların, iç kısımlarında 2-3 mm üçgen kesitli ezilmelerin oluştuğu görülmüştür (Resim 5.3d). Zıvanalı birleştirmelerde düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile başlayıp giderek aratan yüksek seslerle sonlanan deneyde 3-4 mm boşlukla birlikte zıvanalarda çoğunlukla dış kısımdan başlayan kopmaların olduğu görülmüştür (Resim 5.3e).



Resim 5.3. Diyagonal basma yükü uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d,e”

L birleştirmede uygulanan birleştirme tekniklerinin momentine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.48’de verilmiştir.

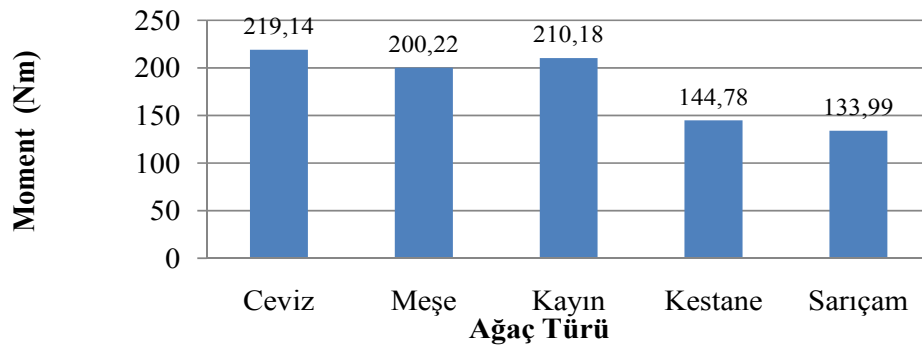
Çizelge 5.48. Ağaç türü ve birleştirme tekniği momentine ilişkin istatistiksel veriler

Birleştirme Türü	Ağaç Türü	X _{min} (Nm)	X _{max} (Nm)	X _{ort} (Nm)	v (%)
Vidalı	Ceviz	205,93	314,18	261,94	13,12
	Meşe	222,40	288,30	251,47	7,44
	Kayın	143,35	284,77	243,68	16,12
	Kestane	130,57	168,27	156,39	7,54
	Sarıçam	104,73	141,21	118,76	10,45
Minifiks	Ceviz	61,19	109,38	88,64	16,54
	Meşe	49,42	83,55	66,38	14,93
	Kayın	62,37	110,61	90,26	14,19
	Kestane	41,19	68,25	53,27	16,30
	Sarıçam	36,48	65,90	51,54	17,55
Maksifiks	Ceviz	132,97	180,04	146,39	9,48
	Meşe	98,84	150,62	120,14	13,47
	Kayın	122,38	162,39	137,91	8,62
	Kestane	68,25	103,55	86,16	13,61
	Sarıçam	60,01	72,96	66,51	6,76
Kavela(Pu)	Ceviz	191,81	270,65	213,69	10,37
	Meşe	185,92	230,64	207,68	6,49
	Kayın	163,44	225,93	188,65	10,11
	Kestane	130,62	167,09	146,64	8,65
	Sarıçam	111,79	151,80	126,16	10,35
Zıvana(Pu)	Ceviz	230,16	274,89	249,15	6,51
	Meşe	202,86	241,23	222,30	5,21
	Kayın	220,05	296,53	257,94	10,63
	Kestane	168,74	252,99	208,58	13,62
	Sarıçam	188,28	234,17	211,95	7,28
Kavela(PVAc)	Ceviz	215,34	251,82	238,04	5,68
	Meşe	189,45	223,58	208,75	5,60
	Kayın	194,16	243,58	215,13	7,48
	Kestane	135,32	172,98	158,67	7,72
	Sarıçam	123,56	154,15	140,38	8,14
Zıvana(PVAc)	Ceviz	283,59	382,43	336,15	8,33
	Meşe	284,88	362,43	324,83	7,30
	Kayın	303,59	388,34	337,72	8,71
	Kestane	170,62	241,23	203,74	12,14
	Sarıçam	174,15	250,64	222,64	9,58

X_{min} : En küçük değerX_{max} : En büyük değerX_{ort} : Ortalama değer

v : Varyasyon katsayısı

En yüksek moment değeri, (337,72 Nm) kayından üretilmiş ve PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu (336,15 Nm) cevizden üretilmiş ve PVAc ile tutkallanmış zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük moment değeri ise minifiks birleştirilmeli (51,54 Nm) sarıçam deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelere uygulanan birleştirme tekniklerinin moment ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.13’de gösterilmiştir.



Şekil 5.13. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri

Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.49’da verilmiştir.

Çizelge 5.49. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Birleştirme Tekniği	1558315,86	6,00	259719,31	729,84	0,000
Ağaç	433689,09	4,00	108422,27	304,68	0,000
Birleştirme Tekniği* Ağaç	114712,68	24,00	4779,69	13,43	0,000
Error	112094,55	315,00	355,86		
Total	13769299,95	350,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan diyagonal basma yükü değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.50’de verilmiştir.

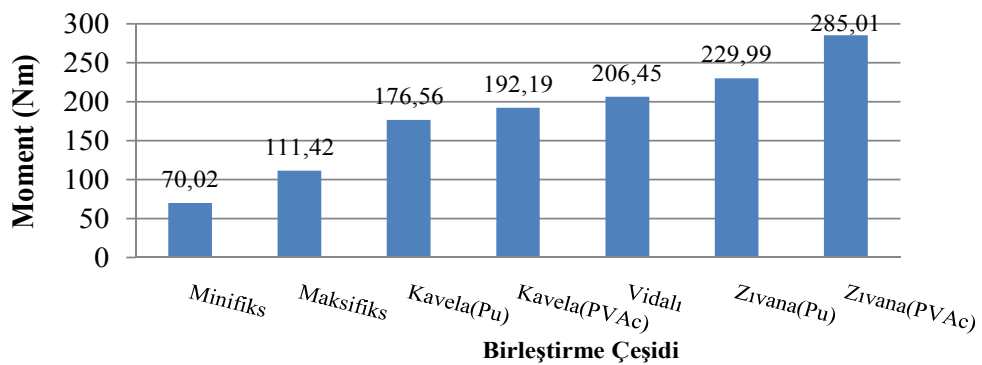
Çizelge 5.50. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Moment (Nm)	HG
Sarıçam	133,99	E
Kestane	144,78	D
Meşe	200,22	C
Kayın	210,18	B
Ceviz	219,14	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 6,249

Çizelge 5.50’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek moment değeri (219,14 Nm) cevizde elde edilirken, bunu (210,18 Nm) kayın takip etmektedir. En düşük moment değeri ise (133,99 Nm) sarıçamda ortaya çıkmaktadır. Birleştirme tekniklerinin moment ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.14’de gösterilmiştir.



Şekil 5.14. Birleştirme tekniğine göre moment ortalama değerleri

$P < 0,05$ olduğundan, birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan birleştirme türü veya

birleştirme grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.51’de verilmiştir.

Çizelge 5.51. Birleştirme tekniğine göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Birleştirme Tekniği	Moment (Nm)	HG
Minifiks	70,02	G
Maksifiks	111,42	F
Kavela(Pu)	176,56	E
Kavela(PVAc)	192,19	D
Vidalı	206,45	C
Zıvana(Pu)	229,99	B
Zıvana(PVAc)	285,01	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 17,20

Çizelge 5.51’ de görüldüğü üzere, birleştirme tekniği türüne göre en yüksek moment değeri (285,01 Nm) PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerde elde edilirken, bunu (229,99 Nm) Pu ile tutkallanmış zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük moment değeri ise (70,02 Nm) minifiks birleştirmeli deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment taşıma kapasitesi değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün veya grubun değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.52’de verilmiştir.

Çizelge 5.52. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç	Birleştirme Tekniği	Moment (Nm)	HG
Sarıçam	Minifiks	51,54	K
Kestane	Minifiks	53,27	K
Meşe	Minifiks	66,38	K
Sarıçam	Maksifiks	66,51	K
Kestane	Maksifiks	86,16	J
Ceviz	Minifiks	88,64	J
Kayın	Minifiks	90,26	J
Sarıçam	Vidalı	118,76	İ
Meşe	Maksifiks	120,14	İ
Sarıçam	Kavela(Pu)	126,16	II
Kayın	Maksifiks	137,91	HI
Sarıçam	Zıvana(Pu)	140,38	GHI
Ceviz	Maksifiks	146,39	GH
Kestane	Kavela(Pu)	146,64	GH
Kestane	Vidalı	156,39	GH
Kestane	Zıvana(Pu)	158,67	G
Kayın	Kavela(Pu)	188,65	F
Kestane	Zıvana(PVAc)	203,74	EF
Meşe	Kavela(Pu)	207,68	E
Kestane	Kavela(PVAc)	208,58	E
Meşe	Zıvana(Pu)	208,75	E
Sarıçam	Kavela(PVAc)	211,95	E
Ceviz	Kavela(Pu)	213,69	E
Kayın	Zıvana(Pu)	215,13	E
Meşe	Kavela(PVAc)	222,30	DE
Sarıçam	Zıvana(PVAc)	222,64	DE
Ceviz	Zıvana(Pu)	238,04	CD
Kayın	Vidalı	243,68	BC
Ceviz	Kavela(PVAc)	249,15	BC
Meşe	Vidalı	251,47	BC
Kayın	Kavela(PVAc)	257,94	B
Ceviz	Vidalı	261,94	B
Meşe	Zıvana(PVAc)	324,834	A
Ceviz	Zıvana(PVAc)	336,146	A
Kayın	Zıvana(PVAc)	337,716	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:16,53

Çizelge 5.52’ de görüldüğü üzere, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre en yüksek değerler, aralarında anlamlı farklılıklar tespit edilmeyen, (337,71 Nm) kayın $\times$ PVAc, (336, 14 Nm) ceviz $\times$ PVAc ve (324,83 Nm) meşe $\times$ PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu cevizden üretilen vidalı birleştirmeli ve PVAc ile tutkallanmış kayından üretilen kavelalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük değer ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (51,54 Nm) sarıçam $\times$ minifiks, (53,27 Nm) kestane $\times$ minifiks, (66,38 Nm) meşe $\times$ minifiks ve (66,51 Nm) sarıçam $\times$ maksifiks birleştirmeli deney örneklerinde elde edilmiştir.

5.2.4. L birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyeti

L birleştirmede uygulanan birleştirme tekniklerinin elastikiyetine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.53’de verilmiştir.

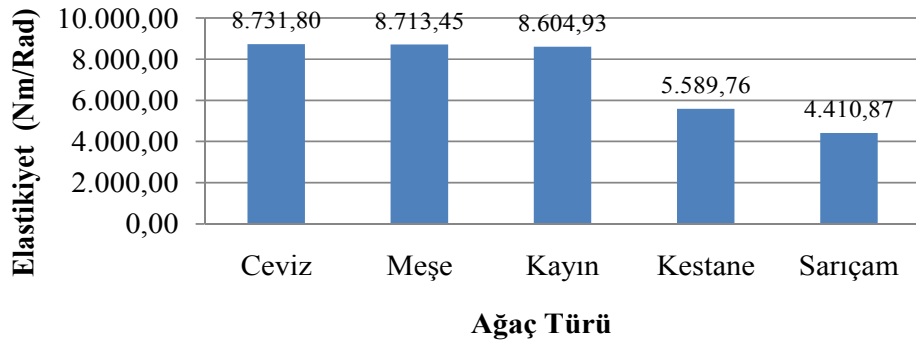
Çizelge 5.53. Birleştirme tekniklerinin elastikiyetine ilişkin bazı istatistiksel veriler

Birleştirme Tekniği	Ağaç Türü	$X_{\min}$ (Nm/Rad)	$X_{\max}$ (Nm/Rad)	X_{ort} (Nm/Rad)	v (%)
Vidalı	Ceviz	1998,94	3211,09	2622,96	13,71
	Meşe	2129,39	3267,35	2646,28	16,88
	Kayın	1661,96	3741,04	2570,52	23,74
	Kestane	1395,71	2676,99	2023,96	18,81
	Sarıçam	768,73	1091,92	968,12	11,07
Minifiks	Ceviz	2088,32	3751,23	3114,03	14,15
	Meşe	2173,70	3200,29	2639,55	11,61
	Kayın	2814,19	4061,43	3436,19	12,11
	Kestane	1484,45	3005,58	2059,66	19,15
	Sarıçam	1305,60	1815,23	1577,50	12,42
Maksifiks	Ceviz	2673,09	4912,58	3520,02	19,76
	Meşe	2442,15	4218,73	3393,26	17,72
	Kayın	2728,61	3863,11	3267,79	13,82
	Kestane	1640,09	2900,55	2257,64	17,84
	Sarıçam	1244,38	2474,07	1645,14	21,73
Kavela(Pu)	Ceviz	10393,15	14109,16	12448,40	9,49
	Meşe	9367,12	12261,03	10316,51	7,71
	Kayın	9474,76	14702,36	11554,65	12,35
	Kestane	5954,02	9248,88	7349,45	13,48
	Sarıçam	4916,80	7426,96	6321,73	15,38
Zıvana(Pu)	Ceviz	7583,31	14716,21	11142,41	21,59
	Meşe	10909,78	15367,85	13721,03	12,10
	Kayın	9529,15	21018,98	13804,26	24,91
	Kestane	4709,73	11665,42	6824,94	31,29
	Sarıçam	6351,28	10718,97	11142,41	21,59
Kavela(PVAc)	Ceviz	10444,60	18761,69	13952,20	18,81
	Meşe	10984,68	17884,93	13804,85	15,67
	Kayın	11888,50	15986,61	13373,86	10,06
	Kestane	6433,04	10050,37	8290,48	15,43
	Sarıçam	5383,54	7247,61	6260,77	10,84
Zıvana(PVAc)	Ceviz	11628,46	16811,20	14322,60	11,16
	Meşe	11801,13	17323,53	14472,64	13,37
	Kayın	10473,18	16716,29	12227,22	14,23
	Kestane	7131,24	16959,32	10322,17	28,46
	Sarıçam	5361,08	8085,12	6357,27	13,65

$X_{\min}$: En küçük değer $X_{\max}$: En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek elastikiyet değeri, meşeden üretilmiş ve (14472,64 Nm/Rad) PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu zıvanalı birleştirmeli ve PVAc ile yapıştırılmış cevizden üretilen deney örnekleri (14322,60

Nm/Rad) takip etmektedir. En düşük elastikiyet değeri ise (1577,50 Nm/Rad) minifiksle birleştirilmiş sarıçamdan üretilen deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelere uygulanan birleştirme tekniklerinin elastikiyet değerleri karşılaştırma sonuçları Şekil 5.15’de gösterilmiştir.



Şekil 5.15. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri

Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.54’de verilmiştir.

Çizelge 5.54. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Birleştirme Tekniği	5900038236,58	6,00	983339706,10	494,34	0,000
Ağaç	1188767504,15	4,00	297191876,04	149,40	0,000
Birleştirme Tekniği * Ağaç	562290191,83	24,00	23428757,99	11,78	0,000
Error	626599586,99	315,00	1989205,04		
Total	26472936673,73	350,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.55’de verilmiştir.

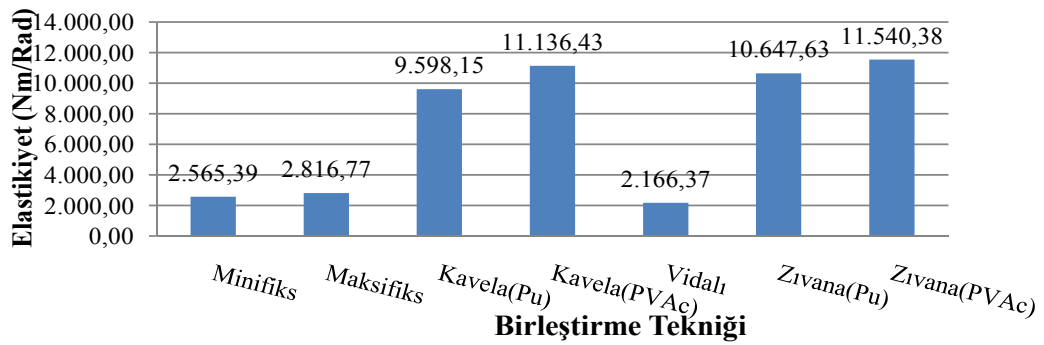
Çizelge 5.55. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Elastikiyet (Nm/Rad)	HG
Kestane	4.410,87	C
Sarıçam	5.589,76	B
Meşe	8.604,93	A
Kayın	8.713,45	A
Ceviz	8.731,80	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 467,2

Çizelge 5.55’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek elastikiyet değeri aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (8.731,80 Nm/Rad) ceviz, (8.713,45 Nm/Rad) kayın ve (8.604,93 Nm/Rad) meşede elde edilirken, bunu (5.589,76 Nm/Rad) sarıçam takip etmektedir. En küçük elastikiyet değeri ise (4.410,87 Nm/Rad) kestanede ortaya çıkmaktadır. Birleştirme tekniklerinin elastikiyet ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.16’da gösterilmiştir.



Şekil 5.16. Birleştirme tekniğine göre ortalama elastikiyet değerleri

$P < 0,05$ olduğundan, birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı olup, farklılık yaratan birleştirme türü veya birleştirme grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.56’da verilmiştir.

Çizelge 5.56. Birleştirme tekniği türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Birleştirme Tekniği	Radyan (Nm/Rad)	HG
Vidalı	2.166,37	E
Minifiks	2.565,39	DE
Maksifiks	2.816,77	D
Kavela(Pu)	9.598,15	C
Zıvana(Pu)	10.647,63	B
Kavela(PVAc)	11.136,43	AB
Zıvana(PVAc)	11.540,38	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 1032

Çizelge 5.56’ da görüldüğü üzere, birleştirme tekniği türüne göre en yüksek elastikiyet değeri (11.540,38 Nm/Rad) PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu (10.647,63 Nm/Rad) Pu ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük elastikiyet değeri ise (2.166,37 Nm/Rad) vidalı birleştirmeli deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün veya grubun değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.57’de verilmiştir.

Çizelge 5.57. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Birleştirme Tekniği	Elastikiyet (Nm/Rad)	HG
Sarıçam	Vidalı	968,12	K
Sarıçam	Minifiks	1.577,50	JK
Sarıçam	Maksifiks	1.645,14	JK
Kestane	Vidalı	2.023,96	İJK
Kestane	Minifiks	2.059,66	İİJK
Kestane	Maksifiks	2.257,64	İİJK
Kayın	Vidalı	2.570,52	İİJ
Ceviz	Vidalı	2.622,96	İİJ
Meşe	Minifiks	2.639,55	İİJ
Meşe	Vidalı	2.646,28	İİJ
Ceviz	Minifiks	3.114,03	İİ
Kayın	Maksifiks	3.267,79	İİ
Meşe	Maksifiks	3.393,26	İİ
Kayın	Minifiks	3.436,19	İİ
Ceviz	Maksifiks	3.520,02	I
Sarıçam	Kavela(PVAc)	6.260,77	H
Sarıçam	Kavela(Pu)	6.321,73	H
Sarıçam	Zıvana(PVAc)	6.357,27	H
Kestane	Zıvana(Pu)	6.824,94	GH
Kestane	Kavela(Pu)	7.349,45	FGH
Sarıçam	Zıvana(Pu)	7.745,53	FG
Kestane	Kavela(PVAc)	8.290,48	F
Meşe	Kavela(Pu)	10.316,51	E
Kestane	Zıvana(PVAc)	10.322,17	E
Ceviz	Zıvana(Pu)	11.142,41	DE
Kayın	Kavela(Pu)	11.554,65	DE
Kayın	Zıvana(PVAc)	12.227,22	CD
Ceviz	Kavela(Pu)	12.448,40	BCD
Kayın	Kavela(PVAc)	13.373,86	ABC
Meşe	Zıvana(Pu)	13.721,03	AB
Kayın	Zıvana(Pu)	13.804,26	AB
Meşe	Kavela(PVAc)	13.804,85	AB
Ceviz	Kavela(PVAc)	13.952,20	A
Ceviz	Zıvana(PVAc)	14.322,60	A
Meşe	Zıvana(PVAc)	14.472,64	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:1236

Çizelge 5.57’ de görüldüğü üzere, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre en yüksek değer, aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan ve PVAc ile yapıştırılmış (14.472,64 Nm/Rad) meşe ve (14.322,60 Nm/Rad) cevizden üretilmiş zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri ile, (13.952,20 Nm/Rad) cevizden üretilmiş kavelalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu gene aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (13.804,85 Nm/Rad) meşeden üretilmiş PVAc ile yapıştırılmış kavelalı birleştirmeli deney örnekleri ile (13.804,26 Nm/Rad) kayın ve (13.721,03 Nm/Rad) meşeden üretilmiş Pu ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük değer ise (968,12 Nm/Rad) sarıçamdan üretilmiş vidalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilmiştir.

5.2.5. L birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyeti

L birleştirmede uygulanan birleştirme tekniklerinin elastikiyetine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.58’de verilmiştir.

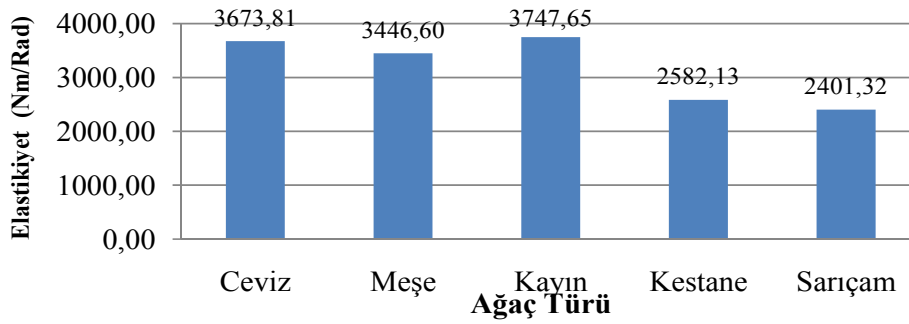
Çizelge 5.58. Birleştirme teknikleri elastikiyet değerlerine ilişkin istatistiksel veriler

Birleştirme Tekniği	Ağaç Türü	$X_{\min}$ (Nm/Rad)	$X_{\max}$ (Nm/Rad)	X_{ort} (Nm/Rad)	v (%)
Vidalı	Ceviz	755,26	1343,01	1082,02	20,03
	Meşe	875,73	1320,86	1180,07	11,18
	Kayın	668,15	1243,12	1039,52	17,79
	Kestane	629,37	1035,23	863,13	17,71
	Sarıçam	374,15	707,88	530,98	21,51
Minifiks	Ceviz	858,59	1636,91	1186,27	20,12
	Meşe	797,51	1212,88	968,32	14,84
	Kayın	737,52	1374,68	990,31	17,10
	Kestane	660,01	978,46	819,63	13,84
	Sarıçam	433,73	1002,39	679,00	30,42
Maksifiks	Ceviz	1291,94	1770,55	1537,05	12,76
	Meşe	1088,02	1627,65	1333,82	12,88
	Kayın	885,56	1614,48	1168,12	21,54
	Kestane	649,93	1161,31	925,88	17,57
	Sarıçam	587,13	1031,43	795,21	16,01
Kavela(Pu)	Ceviz	4228,46	6662,37	5624,51	17,13
	Meşe	3768,48	5365,56	4710,39	12,28
	Kayın	5157,10	8957,15	6185,85	18,28
	Kestane	3253,05	5370,26	4104,75	16,80
	Sarıçam	2899,72	5012,32	3615,35	17,31
Zıvana(Pu)	Ceviz	3756,83	5377,83	4609,63	11,83
	Meşe	4253,51	8264,59	6320,17	19,73
	Kayın	4467,14	5835,32	5024,45	8,85
	Kestane	2901,24	4749,39	3685,15	15,37
	Sarıçam	3294,62	4563,87	3896,10	11,45
Kavela(PVAc)	Ceviz	4839,12	9792,68	7454,80	20,15
	Meşe	4353,67	7626,62	5638,90	15,44
	Kayın	4997,15	11013,67	7821,44	25,88
	Kestane	3561,25	6428,45	4835,53	20,31
	Sarıçam	2899,25	5325,91	4136,15	17,24
Zıvana(PVAc)	Ceviz	3004,07	5780,50	4222,42	20,39
	Meşe	3031,20	4913,00	3974,50	15,16
	Kayın	3283,84	4810,98	4003,83	13,53
	Kestane	1953,22	4333,28	2840,87	24,75
	Sarıçam	2569,43	4025,73	3156,47	15,74

$X_{\min}$: En küçük değer $X_{\max}$: En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek elastikiyet değeri, (7821,44 Nm/Rad) kavelalı birleştirilmiş ve PVAc ile yapıştırılmış kayından üretilen deney örneklerinde elde edilirken, bunu cevizden üretilmiş PVAc ile yapıştırılmış kavelalı birleştirmeli deney örnekleri (7454,80

Nm/Rad) takip etmektedir. En düşük elastikiyet değeri ise (530,98 Nm/Rad) vidalı birleştirilmiş sarıçamdan üretilmiş deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelere uygulanan birleştirme tekniklerinin elastikiyet ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.17’de gösterilmiştir.



Şekil 5.17. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri

Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.59’da verilmiştir.

Çizelge 5.59. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Birleştirme Tekniği	1367657053,40	6,00	227942842,23	464,59	0,000
Ağaç	112032086,07	4,00	28008021,52	57,09	0,000
Birleştirme Tekniği * Ağaç	103092970,73	24,00	4295540,45	8,76	0,000
Error	154549875,19	315,00	490634,52		
Total	5255119246,26	350,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.60’da verilmiştir.

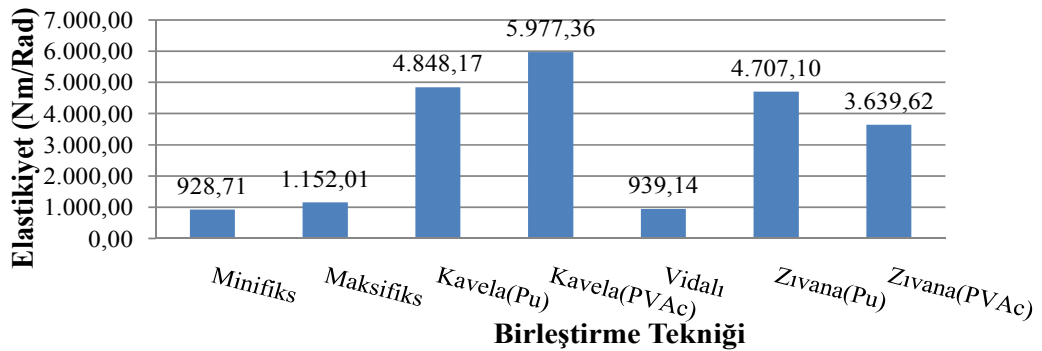
Çizelge 5.60. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Elastikiyet(Nm/Rad)	HG
Sarıçam	2.401,32	C
Kestane	2.582,13	C
Meşe	3.446,60	B
Ceviz	3.673,81	AB
Kayın	3.747,65	A

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 232,06

Çizelge 5.60’ da görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek elastikiyet değeri (3.747,65 Nm/Rad) kayında elde edilirken, bunu (3.446,60 Nm/Rad) meşe takip etmektedir. En küçük elastikiyet değeri ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (2.401,32 Nm/Rad) sarıçam ve (2.582,13 Nm/Rad) kestane ortaya çıkmaktadır. Birleştirme tekniklerinin elastikiyet ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.18’de gösterilmiştir.



Şekil 5.18. Birleştirme tekniğine göre ortalama elastikiyet değerleri

$P < 0,05$ olduğundan, birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan birleştirme türü veya birleştirme grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.61’de verilmiştir.

Çizelge 5.61. Birleştirme tekniği türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Birleştirme Tekniği	Radyan (Nm/Rad)	HG
Minifiks	928,71	D
Vidalı	939,14	D
Maksifiks	1.152,01	D
Zıvana(PVAc)	3.639,62	C
Zıvana(Pu)	4.707,10	B
Kavela(Pu)	4.848,17	B
Kavela(PVAc)	5.977,36	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 406,9

Çizelge 5.61’ de görüldüğü üzere, birleştirme tekniği türüne göre en yüksek elastikiyet değeri, (5.977,36 Nm/Rad) PVAc ile yapıştırılmış kavelalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan Pu ile yapıştırılmış (4.848,17 Nm/Rad) kavelalı ve (4.707,10 Nm/Rad) zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük elastikiyet değeri ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (928,71 Nm/Rad) minifiksli, (939,14 Nm/Rad) vidalı ve (1.152,01 Nm/Rad) maksifiksli birleştirmeli deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün veya grubun değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.62’de verilmiştir.

Çizelge 5.62. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Birleştirme Tekniği	Elastikiyet (Nm/Rad)	HG
Sarıçam	Vidalı	530,98	M
Sarıçam	Minifiks	679,00	LM
Sarıçam	Maksifiks	795,21	KLM
Kestane	Minifiks	819,63	KLM
Kestane	Vidalı	863,13	KLM
Kestane	Maksifiks	925,88	KLM
Meşe	Minifiks	968,32	KLM
Kayın	Minifiks	990,31	KLM
Kayın	Vidalı	1.039,52	KLM
Ceviz	Vidalı	1.082,02	KLM
Kayın	Maksifiks	1.168,12	KLM
Meşe	Vidalı	1.180,07	KLM
Ceviz	Minifiks	1.186,27	KLM
Meşe	Maksifiks	1.333,82	KL
Ceviz	Maksifiks	1.537,05	K
Kestane	Zıvana(PVAc)	2.840,87	J
Sarıçam	Zıvana(PVAc)	3.156,47	İJ
Sarıçam	Kavela(Pu)	3.615,35	İİ
Kestane	Zıvana(Pu)	3.685,15	İİ
Sarıçam	Zıvana(Pu)	3.896,10	I
Meşe	Zıvana(PVAc)	3.974,50	HI
Kayın	Zıvana(PVAc)	4.003,83	HI
Kestane	Kavela(Pu)	4.104,75	GHI
Sarıçam	Kavela(PVAc)	4.136,15	GHI
Ceviz	Zıvana(PVAc)	4.222,42	FGHI
Ceviz	Zıvana(Pu)	4.609,63	EFGH
Meşe	Kavela(Pu)	4.710,39	EFG
Kestane	Kavela(PVAc)	4.835,53	EF
Kayın	Zıvana(Pu)	5.024,45	DE
Ceviz	Kavela(Pu)	5.624,51	CD
Meşe	Kavela(PVAc)	5.638,90	CD
Kayın	Kavela(Pu)	6.185,85	BC
Meşe	Zıvana(Pu)	6.320,17	B
Ceviz	Kavela(PVAc)	7.454,80	A
Kayın	Kavela(PVAc)	7.821,44	A

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

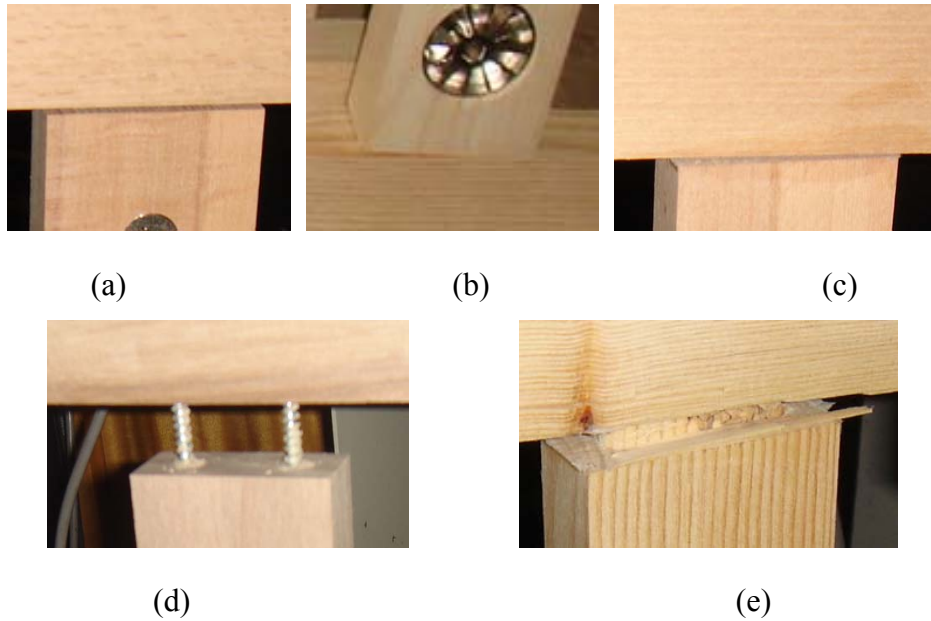
LSD:613,9

Çizelge 5.62' de görüldüğü üzere, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre en yüksek değer, (7.821,44 Nm/Rad) kayın ve (7.454,80 Nm/Rad) cevizden üretilmiş ve PVAc

ile yapıştırılmış kavelalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu Pu ile yapıştırılmış zıvana ile birleştirilmiş (6.320,17 Nm/Rad) meşeden üretilen deney örnekleri takip etmektedir. En düşük değer ise (530,98 Nm/Rad) sarıçamdan üretilmiş vidalı birleştirmeli deney örneklerinde edilmiştir.

5.2.6. T-tipi birleştirme elemanlarında çekme mukavemeti

T birleştirme elemanlarında aksenal çekme kuvveti deneyinde, kuvvetin uygulanmaya başlaması ile birleştirme elemanları çekme etkisine maruz kalmışlardır. Deneyler yaklaşık olarak 120 ile 540 *sn* arasında gerçekleşmiştir. Minifiksli (Resim 5.4a), maksifiksli (Resim 5.4b), kavelalı (Resim 5.4c) birleştirmelerde değişik aralıklı düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile birlikte birleşme yerinde 1-2 mm boşluk oluşmakta, soket, vida ve kavela birleşme yerlerinden sıyrılıp gelmektedir. Vidalı birleştirmelerde vida dişleri ile birlikte parçadan koparmalar oluşmuş ve vida başının karşı parçadan sıyrıldığı tespit edilmiştir (Resim 5.4d). Zıvanalı birleştirmelerde düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile başlayıp giderek aratan yüksek seslerle sonlanan deneyde 4-5 mm boşlukla birlikte zıvanalarda çoğunlukla kopmalar görülmüştür (Resim 5.4e).



Resim 5.4. Aksenal çekme kuvveti yükü uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d,e”

T birleştirmede uygulanan birleştirme tekniklerinin aksenel çekme kuvvetine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.63’de verilmiştir.

Çizelge 5.63. Birleştirme teknikleri aksenel çekme kuvveti değerlerine ilişkin istatistiksel veriler

Birleştirme Tekniği	Ağaç Türü	X_{min} (N)	X_{max} (N)	X_{ort} (N)	v (%)
Vidalı	Ceviz	9531,43	12894,89	10973,78	10,05
	Meşe	8188,01	11816,23	9943,25	13,03
	Kayın	9766,56	12090,80	10626,74	7,92
	Kestane	5383,49	6717,11	6075,78	8,12
	Sarıçam	3569,58	6040,50	4552,95	14,91
Minifiks	Ceviz	2116,16	3079,08	2623,87	10,67
	Meşe	1853,33	2647,62	2228,12	12,33
	Kayın	2110,23	2735,87	2433,03	9,37
	Kestane	1127,69	1686,63	1318,51	14,04
	Sarıçam	853,12	1392,18	1118,69	13,06
Maksifiks	Ceviz	3275,20	4108,71	3654,71	8,18
	Meşe	2324,02	3745,89	3251,67	14,41
	Kayın	2637,81	3892,98	3225,19	15,84
	Kestane	1372,84	2353,44	1734,68	14,65
	Sarıçam	1088,47	1372,84	1247,29	6,42
Kavela(Pu)	Ceviz	4295,03	6824,98	5700,26	15,94
	Meşe	4824,55	7207,41	6030,66	12,70
	Kayın	3020,25	5510,97	4046,84	18,32
	Kestane	3892,98	5648,26	4573,60	13,09
	Sarıçam	3677,25	5363,88	4445,09	10,91
Zıvana(Pu)	Ceviz	10590,48	13973,55	12522,64	10,63
	Meşe	15954,36	19602,19	17804,69	7,48
	Kayın	9501,59	12936,53	11418,64	12,52
	Kestane	7099,12	9217,64	8040,81	9,51
	Sarıçam	8639,09	11474,80	9848,69	7,89
Kavela(PVAc)	Ceviz	5108,93	6893,81	5987,42	10,35
	Meşe	4755,91	6296,62	5804,25	8,43
	Kayın	4873,58	6364,09	5479,93	9,57
	Kestane	4138,13	5991,47	4939,24	13,83
	Sarıçam	3147,73	4422,29	3767,64	12,56
Zıvana(PVAc)	Ceviz	16062,33	20249,39	17812,23	9,15
	Meşe	16680,01	18974,61	17459,72	4,60
	Kayın	15591,54	19749,28	17307,85	8,67
	Kestane	7927,28	9257,50	8654,15	4,83
	Sarıçam	8707,73	10521,84	9934,18	6,13

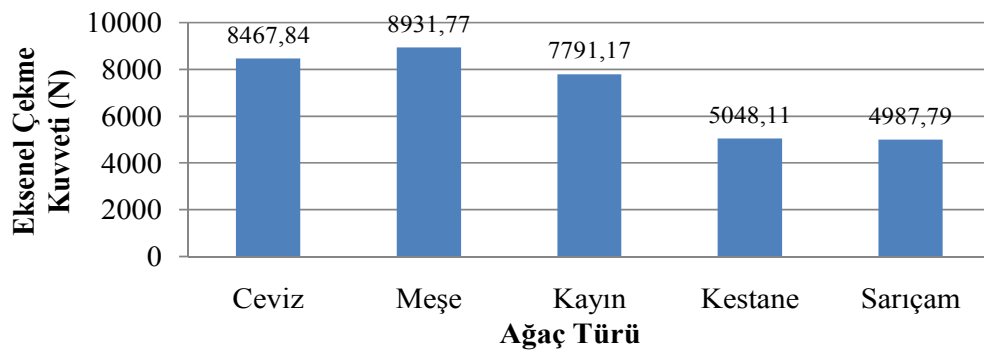
X_{min} : En küçük değer

X_{max} : En büyük değer

X_{ort} : Ortalama değer

v : Varyasyon katsayısı

En yüksek eksenel çekme kuvveti değeri, (17812,23 N) cevizden üretilmiş ve PVAc ile tutkallanmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu zıvana ile birleştirilmiş Pu ile yapıştırılmış (17804,72 N) meşeden üretilen deney örnekleri takip etmektedir. En düşük eksenel çekme kuvveti ise minifiksle birleştirilmiş (1118,69 N) sarıçamdan üretilen deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelere uygulanan birleştirme tekniklerinin eksenel çekme kuvveti ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.19’da gösterilmiştir.



Şekil 5.19. Eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri

Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan eksenel çekme kuvveti değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.64’de verilmiştir.

Çizelge 5.64. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Birleştirme Tekniği	6.539.214.918,27	6,00	1.089.869.153,05	1.715,64	0,000
Ağaç	1.005.257.920,98	4,00	251.314.480,24	395,61	0,000
Birleştirme Tekniği* Ağaç	829.814.957,10	24,00	34.575.623,21	54,43	0,000
Error	200.104.798,90	315,00	635.253,33		
Total	25.947.261.327,80	350,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan eksenel çekme kuvveti değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu

değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.65’de verilmiştir.

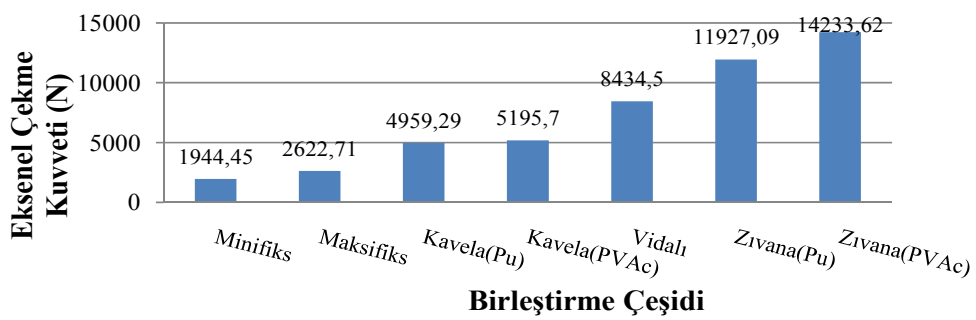
Çizelge 5.65. Ağaç türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Eksenel Çekme Kuvveti (N)	HG
Kestane	5048,11	D
Sarıçam	5142,07	D
Kayın	7791,17	C
Ceviz	8467,84	B
Meşe	8931,77	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 312,43

Çizelge 5.65’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek eksenel çekme kuvveti (8931,77 N) meşede elde edilirken, bunu (8467,84 N) ceviz takip etmektedir. En düşük eksenel çekme kuvveti ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (5048,11 N) kestane ve (5142,07 N) sarıçamda ortaya çıkmaktadır. Birleştirme tekniklerinin eksenel çekme kuvveti ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.20’de gösterilmiştir.



Şekil 5.20. Birleştirme tekniğine göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri

$P < 0,05$ olduğundan, birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan eksenel çekme kuvveti değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan birleştirme türü veya birleştirme grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.66’da verilmiştir.

Çizelge 5.66. Birleştirme tekniği türüne göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Birleştirme Tekniği	Eksenel Çekme Kuvveti (N)	HG
Minifiks	1944,45	F
Maksifiks	2622,71	E
Kavela(Pu)	4959,29	D
Kavela(PVAc)	5195,70	D
Vidalı	8434,50	C
Zıvana(Pu)	11927,09	B
Zıvana(PVAc)	14233,62	A

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 954,8

Çizelge 5.66' de görüldüğü üzere, birleştirme tekniği türüne göre en yüksek eksenel çekme kuvveti (14233,62 N) PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu (11927,09 N) Pu ile yapıştırılan zıvanalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük eksenel çekme kuvveti ise (1944,45 N) minifiksli birleştirmeli deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan eksenel çekme kuvveti değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün veya grubun değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.67'de verilmiştir.

Çizelge 5.67. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre eksenel çekme kuvveti ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç	Birleştirme Tekniği	Eksenel Çekme Kuvveti (N)	HG
Sarıçam	Minifiks	1118,69	R
Sarıçam	Maksifiks	1247,29	R
Kestane	Maksifiks	1318,51	R
Kestane	Maksifiks	1734,68	PR
Meşe	Minifiks	2228,12	OP
Kayın	Minifiks	2433,03	OP
Ceviz	Minifiks	2623,87	NO
Kayın	Maksifiks	3225,19	MN
Meşe	Maksifiks	3251,67	MN
Ceviz	Maksifiks	3654,71	LM
Sarıçam	Kavela(PVAc)	3767,64	KLM
Kayın	Kavela(Pu)	4046,84	JKL
Sarıçam	Kavela(Pu)	4445,09	İJK
Sarıçam	Vidalı	4552,95	İJ
Kestane	Kavela(Pu)	4573,60	İJ
Kestane	Kavela(PVAc)	4939,24	İİ
Kayın	Kavela(PVAc)	5479,93	HI
Ceviz	Kavela(Pu)	5700,26	H
Meşe	Kavela(PVAc)	5804,25	H
Ceviz	Kavela(PVAc)	5987,42	H
Meşe	Kavela(Pu)	6030,66	H
Kestane	Vidalı	6075,78	H
Kestane	Zıvana(Pu)	8040,81	G
Kestane	Zıvana(PVAc)	8654,15	G
Sarıçam	Zıvana(Pu)	9848,69	F
Sarıçam	Zıvana(Pu)	9934,18	EF
Meşe	Vidalı	9943,25	EF
Kayın	Vidalı	10626,74	DE
Ceviz	Vidalı	10973,78	CD
Kayın	Zıvana(Pu)	11418,64	C
Ceviz	Zıvana(Pu)	12522,64	B
Kayın	Zıvana(PVAc)	17307,85	A
Meşe	Zıvana(PVAc)	17459,72	A
Meşe	Zıvana(Pu)	17804,69	A
Ceviz	Zıvana(PVAc)	17812,23	A*

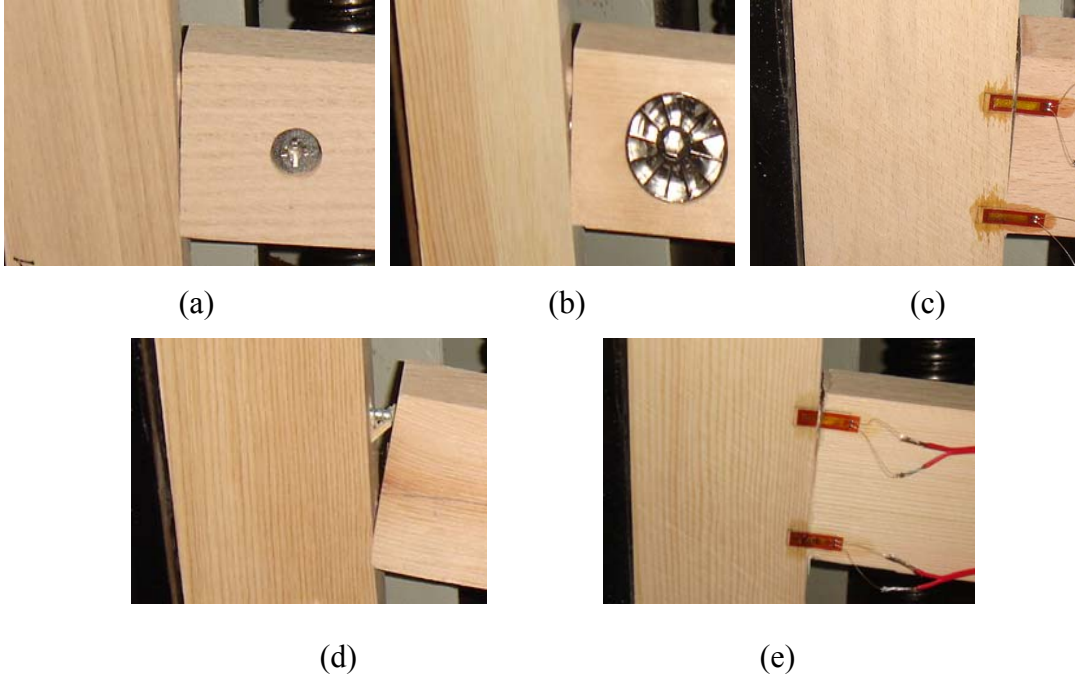
A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:698,6

Çizelge 5.67' de görüldüğü üzere, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre en yüksek değeri aralarında anlamlı farklılıklar tespit edilmeyen (17812,23 N) ceviz, (17804,69 N), meşe ve (17459,72 N) kayından elde edilen PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli ve (17307,85 N) meşeden üretilmiş Pu ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu zıvana ile birleştirilmiş ve Pu ile yapıştırılmış (12522,64 N) cevizden üretilen deney örnekleri takip etmektedir. En düşük değer ise (1118,69 N) sarıçamdan üretilmiş minifiksli birleştirmeli deney örneklerinde elde edilmiştir.

5.2.7. T –tipi birleştirme elemanlarının moment kapasitesi

T birleştirme elemanlarının basma deneyinde, kuvvetin uygulanmaya başlaması ile birleştirme elemanları çekme etkisine maruz kalmışlardır. Deneyler yaklaşık olarak 90 ile 420 *sn* arasında gerçekleşmiştir. Minifiksli (Resim 5.5a), maksifiksli (Resim 5.5b), kavelalı (Resim 5.5c) birleştirmelerde değişik aralıklı düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile birlikte birleşme yerlerinin üst kısmında 2-3 mm boşluk oluştuğu, dönme ekseninin bulunduğu alt kısmında ise ezilmelerin olduğu, soket ve kavelanın birleşme yerlerinden sıyrılıp geldiği tespit edilmiştir. Vidalı birleştirmelerde üst taraftaki vidanın, dişleri ile numuneden küçük parçalar kopardığı ve vida başının karşı parçadan sıyrıldığı, birleştirmenin üst kısmında 5-10 mm boşlukların, alt kısımlarında 2-4 mm üçgen kesitli ezilmelerin oluştuğu görülmüştür (Resim 5.5d). Zıvanalı birleştirmelerde düşük yoğunluklu zorlanma sesleri ile başlayıp giderek artan yüksek seslerle sonlanan deneyde 3-4 mm boşlukla birlikte zıvanalarda çoğunlukla üst kısımdan başlayan kopmaların olduğu görülmüştür (Resim 5.5e).



Resim 5.5. Basma yükü uygulanmış deney numunelerinde deformasyon örnekleri “a,b,c,d,e”

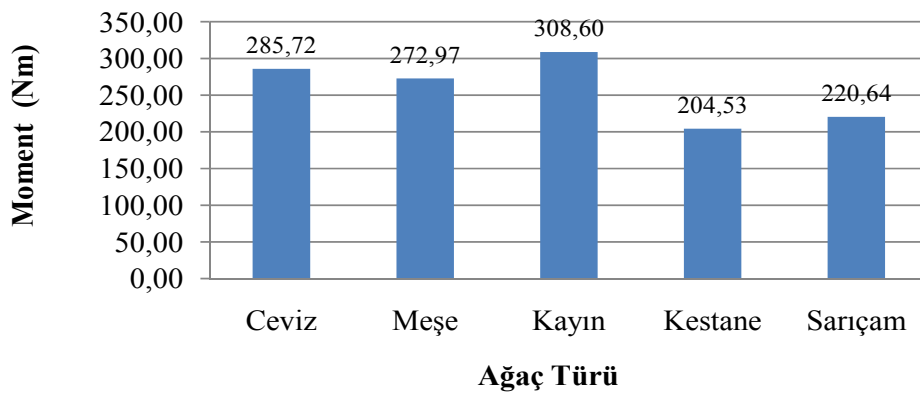
T birleştirmede uygulanan birleştirme tekniklerinin momentine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.68’de verilmiştir.

Çizelge 5.68. Birleştirme teknikleri ve ağaç türünün moment değerlerine ilişkin istatistiksel veriler

Birleştirme Tekniği	Ağaç Türü	X_{min} (Nm)	X_{max} (Nm)	X_{ort} (Nm)	v (%)
Vidalı	Ceviz	196,36	293,45	237,67	12,89
	Meşe	207,40	264,76	231,25	8,60
	Kayın	185,33	258,14	221,95	9,38
	Kestane	132,38	176,51	147,21	10,87
	Sarıçam	119,14	136,79	129,80	4,36
Minifiks	Ceviz	40,61	121,35	102,04	23,15
	Meşe	70,60	88,25	79,43	6,55
	Kayın	70,60	101,49	87,11	12,15
	Kestane	63,98	86,05	72,80	9,60
	Sarıçam	59,57	77,22	69,94	9,41
Maksifiks	Ceviz	125,76	141,21	129,53	4,01
	Meşe	42,82	130,17	109,74	22,93
	Kayın	105,91	130,17	115,79	5,63
	Kestane	68,40	90,46	80,75	9,48
	Sarıçam	61,69	70,60	65,74	4,14
Kavela(Pu)	Ceviz	108,11	149,43	131,23	10,62
	Meşe	108,11	145,62	126,59	8,86
	Kayın	110,32	145,62	127,79	8,99
	Kestane	92,67	141,21	111,01	13,82
	Sarıçam	72,81	101,49	84,72	11,13
Zıvana(Pu)	Ceviz	239,60	368,46	305,41	14,14
	Meşe	227,25	337,57	286,54	14,83
	Kayın	214,02	335,36	281,97	13,60
	Kestane	176,11	262,55	206,80	12,53
	Sarıçam	189,76	251,52	220,14	9,10
Kavela(PVAc)	Ceviz	90,46	121,35	108,59	8,96
	Meşe	94,87	121,35	107,27	7,65
	Kayın	92,67	202,09	115,08	27,59
	Kestane	52,95	99,29	78,54	16,71
	Sarıçam	50,75	79,47	67,88	13,02
Zıvana(PVAc)	Ceviz	233,87	302,27	285,72	7,40
	Meşe	218,86	348,60	272,97	14,76
	Kayın	247,24	350,81	308,60	12,20
	Kestane	158,86	242,70	204,53	14,16
	Sarıçam	191,95	238,29	220,64	7,48

X_{min} : En küçük değer X_{max} : En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek moment değeri, (308,60 Nm) kayından üretilen ve PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu Pu ile yapıştırılmış zıvanalı olarak (305,41 Nm) cevizden elde edilen birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük moment değeri ise (65,74 Nm) maksifiks birleştirmeli sarıçamdan üretilen deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelere uygulanan birleştirme tekniklerinin moment ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.21’de gösterilmiştir.



Şekil 5.21 Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri

Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment taşıma kapasitesi değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.69’da verilmiştir.

Çizelge 5.69. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimleri moment değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Birleştirme Tekniği	1825944,24	6,00	304324,04	640,69	0,000
Ağaç	250520,64	4,00	62630,16	131,85	0,000
Birleştirme Tekniği* Ağaç	74629,51	24,00	3109,56	6,55	0,000
Error	149623,87	315,00	475,00		
Total	11046870,48	350,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.70’de verilmiştir.

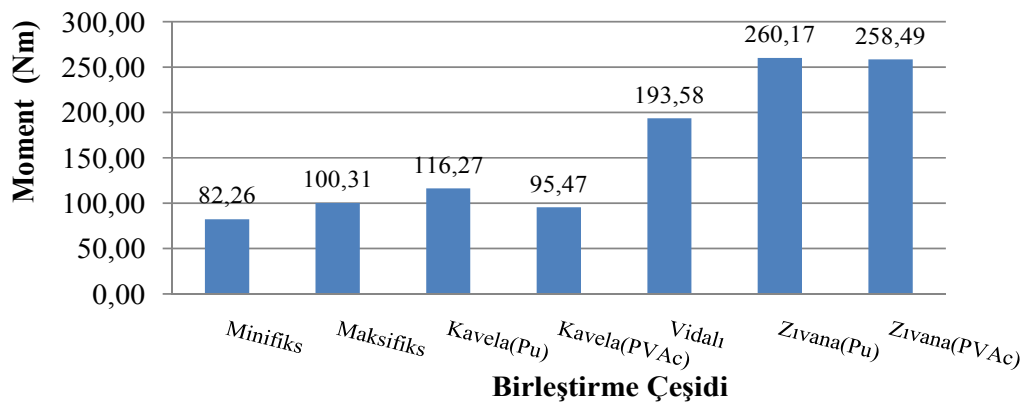
Çizelge 5.70. Ağaç türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Moment (Nm)	HG
Sarıçam	122,69	C
Kestane	128,81	C
Meşe	173,40	B
Kayın	179,76	AB
Ceviz	185,74	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 7,220

Çizelge 5.70’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek moment değeri (185,74 Nm) cevizde elde edilirken, bunu (179,76 Nm) kayın takip etmektedir. En düşük moment değeri ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (122,69 Nm) sarıçam ve (128,81 Nm) kestanede ortaya çıkmaktadır. Birleştirme tekniklerinin moment ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.22’de gösterilmiştir.



Şekil 5.22. Birleştirme çeşidine göre moment değerleri

$P < 0,05$ olduğundan, birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan birleştirme türü veya

birleştirme grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.71’de verilmiştir.

Çizelge 5.71. Birleştirme tekniği türüne göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Birleştirme Tekniği	Moment (Nm)	HG
Minifiks	82,26	E
Kavela(PVAc)	95,47	D
Maksifiks	100,31	D
Kavela(Pu)	116,27	C
Vidalı	193,58	B
Zıvana(PVAc)	258,49	A
Zıvana(Pu)	260,17	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 14,58

Çizelge 5.71’ de görüldüğü üzere, birleştirme tekniği türüne göre en yüksek moment değeri aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan zıvanalı birleştirmelerden (260,17 Nm) pu ve (258,49 Nm) PVAc ile yapıştırılmış deney örneklerde elde edilirken, bunu (193,58 Nm) vidalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük moment değeri ise (82,26 Nm) minifiksli birleştirmeli deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan moment değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün veya grubun değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.72’de verilmiştir.

Çizelge 5.72. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre moment ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç	Birleştirme Tekniği	Moment (Nm)	HG
Sarıçam	Maksifiks	65,74	K
Sarıçam	Kavela(PVAc)	67,88	K
Sarıçam	Minifiks	69,94	K
Kestane	Minifiks	72,80	K
Kestane	Kavela(PVAc)	78,54	K
Meşe	Minifiks	79,43	K
Kestane	Maksifiks	80,75	K
Sarıçam	Kavela(Pu)	84,72	JK
Kayın	Minifiks	87,11	İJK
Ceviz	Minifiks	102,04	İİJ
Meşe	Kavela(PVAc)	107,27	HIİ
Ceviz	Kavela(PVAc)	108,59	GHI
Meşe	Maksifiks	109,74	GHI
Kestane	Kavela(Pu)	111,01	GHI
Kayın	Kavela(PVAc)	115,08	GHI
Kayın	Maksifiks	115,79	GHI
Meşe	Kavela(Pu)	126,59	FGH
Kayın	Kavela(Pu)	127,79	FGH
Ceviz	Maksifiks	129,53	FGH
Sarıçam	Vidalı	129,80	FGH
Ceviz	Kavela(Pu)	131,23	FG
Kestane	Vidalı	147,21	F
Kestane	Zıvana(PVAc)	204,53	E
Kestane	Zıvana(Pu)	206,80	E
Sarıçam	Zıvana(Pu)	220,14	DE
Sarıçam	Zıvana(PVAc)	220,64	DE
Kayın	Vidalı	221,95	DE
Meşe	Vidalı	231,25	D
Ceviz	Vidalı	237,67	D
Meşe	Zıvana(PVAc)	272,97	C
Kayın	Zıvana(Pu)	281,97	C
Ceviz	Zıvana(PVAc)	285,72	BC
Meşe	Zıvana(Pu)	286,54	BC
Ceviz	Zıvana(Pu)	305,41	AB
Kayın	Zıvana(PVAc)	308,60	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:19,10

Çizelge 5.72' de görüldüğü üzere, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre en yüksek değer (308,60 Mm) kayından üretilmiş ve PVAc ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmeli deney örneklerinde bulunurken, bunu (286,54 Nm) Pu tutkalı kullanılarak zıvanalı şekilde meşeden elde edilen birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük değer ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (65,74, Nm) sarıçam $\times$ (69,94 Nm) maksifiks, sarıçam $\times$ minifiks, (72,80 Nm) kestane $\times$ minifiks, kestane $\times$ maksifiksli ve (67,88 Nm), sarıçam $\times$ PVAc ve (78,54 Nm) kestane $\times$ PVAc ile yapıştırılmış (79,43 Nm) kavelalı birleştirmeli deney örneklerinde (80,75 Nm) elde edilmiştir.

5.2.8. T birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyeti

T birleştirmede uygulanan birleştirme tekniklerinin elastikiyetine ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5.73'de verilmiştir.

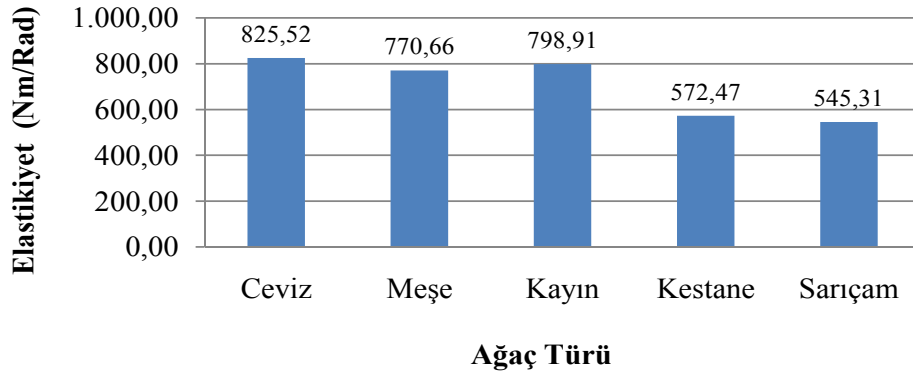
Çizelge 5.73. Birleştirme teknikleri elastikiyet değerlerine ilişkin istatistiksel veriler

Birleştirme Tekniği	Ağaç Türü	X_{min} (Nm/Rad)	X_{max} (Nm/Rad)	X_{ort} (Nm/Rad)	v (%)
Vidalı	Ceviz	872,73	1304,20	1056,32	12,89
	Meşe	921,76	1176,72	1027,76	8,60
	Kayın	823,70	1147,30	986,44	9,38
	Kestane	588,36	784,48	654,25	10,87
	Sarıçam	529,52	607,97	576,90	4,36
Minifiks	Ceviz	180,49	539,33	453,50	23,15
	Meşe	313,79	392,24	353,02	6,55
	Kayın	313,79	451,08	387,14	12,15
	Kestane	284,37	382,43	323,54	9,60
	Sarıçam	264,76	343,21	310,85	9,41
Maksifiks	Ceviz	558,94	627,58	575,69	4,01
	Meşe	190,30	578,55	487,73	22,93
	Kayın	470,69	578,55	514,62	5,64
	Kestane	303,99	402,05	358,90	9,48
	Sarıçam	274,18	313,79	292,18	4,14
Kavela(Pu)	Ceviz	480,49	664,12	583,26	10,62
	Meşe	480,49	647,20	562,64	8,86
	Kayın	490,30	647,20	567,95	8,99
	Kestane	411,85	627,58	493,36	13,82
	Sarıçam	323,60	451,08	376,55	11,13
Zıvana(Pu)	Ceviz	1064,87	1637,60	1357,39	14,14
	Meşe	1010,02	1500,32	1273,52	14,83
	Kayın	951,18	1490,51	1253,21	13,60
	Kestane	782,73	1166,91	919,13	12,53
	Sarıçam	843,39	1117,88	978,38	9,10
Kavela(PVAc)	Ceviz	402,05	539,33	482,63	8,96
	Meşe	421,66	539,33	476,76	7,65
	Kayın	411,85	898,17	511,47	27,59
	Kestane	235,34	441,27	349,08	16,71
	Sarıçam	225,54	353,22	301,68	13,02
Zıvana(PVAc)	Ceviz	1039,44	1343,42	1269,88	7,40
	Meşe	972,73	1549,35	1213,20	14,76
	Kayın	1098,85	1559,15	1371,56	12,20
	Kestane	706,03	1078,66	909,00	14,16
	Sarıçam	853,12	1059,05	980,60	7,48

X_{min} : En küçük değer X_{max} : En büyük değer X_{ort} : Ortalama değer v : Varyasyon katsayısı

En yüksek elastikiyet değeri, (1371,56 Nm/Rad) zıvanalı olarak PVAc ile yapıştırılmış kayından üretilen deney örneklerinde elde edilirken, bunu cevizden üretilen ve Pu ile yapıştırılan (1357,39 Nm/Rad) zıvanalı birleştirmeli deney

örnekleri takip etmektedir. En düşük elastikiyet değeri ise (292,18 Nm/Rad) maksifiks ile birleştirilen sarıçamdan üretilen deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. Ağaç malzemelere uygulanan birleştirme tekniklerinin elastikiyet ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.23’de gösterilmiştir.



Şekil 5.23. Ağaç türüne göre ortalama elastikiyet değerleri

Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların önemli olup olmadığının tespitine ilişkin olarak yapılan varyans analizi Çizelge 5.74’de verilmiştir.

Çizelge 5.74. Ağaç malzemelerin birleştirme tekniği ortalama elastikiyet değerlerine ilişkin varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Önem Düzeyi
Birleştirme Tekniği	36067959,60	6,00	6011326,60	640,69	0,000
Ağaç	4948564,22	4,00	1237141,05	131,85	0,000
Birleştirme Tekniği * Ağaç	1474156,16	24,00	61423,17	6,55	0,000
Error	2955518,62	315,00	9382,60		
Total	218209524,58	350,00			

$P < 0,05$ olduğundan, ağaç türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan ağaç türü veya ağaç grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.75’de verilmiştir.

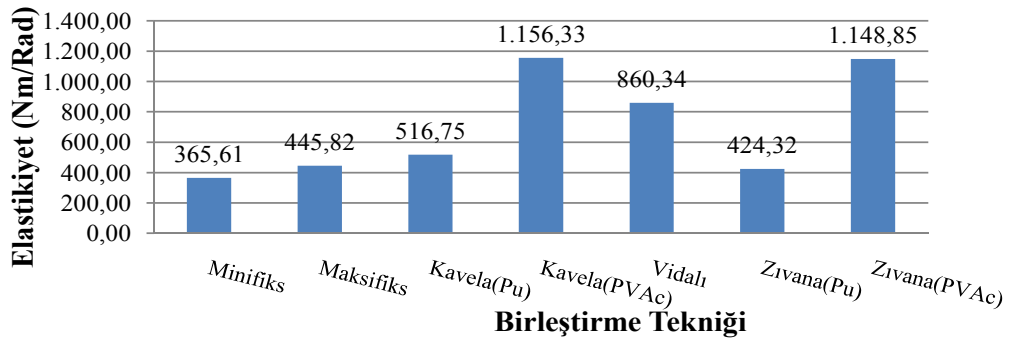
Çizelge 5.75. Ağaç ve birleştirme tekniği türleri ikili etkileşimlerine göre elastikiyet ortalama değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Elastikiyet (Nm/Rad)	HG
Sarıçam	545,31	C
Kestane	572,47	C
Meşe	770,66	B
Kayın	798,91	AB
Ceviz	825,52	A

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 32.09

Çizelge 5.75’ de görüldüğü üzere, ağaç türüne göre en yüksek elastikiyet değeri (825,52 Nm/Rad) cevizde elde edilirken, bunu (770,66 Nm/Rad) meşe takip etmektedir. En düşük elastikiyet değeri ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (545,31 Nm/Rad) sarıçam ve (572,31 Nm/Rad) kestanede ortaya çıkmaktadır. Birleştirme tekniklerinin elastikiyet ortalama değerlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları Şekil 5.24’de gösterilmiştir.



Şekil 5.24. Birleştirme tekniğine göre ortalama elastikiyet değerleri

$P < 0,05$ olduğundan, birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan birleştirme türü veya birleştirme grubu değerlerinin belirlenmesine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.76’da verilmiştir.

Çizelge 5.76. Birleştirme tekniği türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Birleştirme Tekniği	Radyan (Nm/Rad)	HG
Minifiks	365,61	E
Kavela(PVAc)	424,32	D
Maksifiks	445,82	D
Kavela(Pu)	516,75	C
Vidalı	860,34	B
Zıvana(PVAc)	1.148,85	A
Zıvana(Pu)	1.156,33	A*

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD: 64,81

Çizelge 5.76’ da görüldüğü üzere, birleştirme tekniği türüne göre en yüksek elastikiyet değeri aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan zıvanalı olarak üretilen (1.156,33 Nm/Rad) Pu ve (1.148,85 Nm/Rad) PVAc ile yapıştırılan birleştirmeli deney örneklerinde elde edilirken, bunu (860,34 Nm/Rad) vidalı birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük elastikiyet değeri ise (365,61 Nm/Rad) minifiksli birleştirmeli deney örneklerinde ortaya çıkmaktadır. $P < 0,05$ olduğundan, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortaya çıkan elastikiyet değerleri arasındaki farkların oranı önemli olup, farklılık yaratan türün veya grubun değerlerinin tespitine ilişkin olarak yapılan homojenlik testi Çizelge 5.77’de verilmiştir.

Çizelge 5.77. Ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre ortalama elastikiyet değerleri arasındaki farklılıklara ilişkin homojenlik testi

Ağaç Türü	Birleştirme Tekniği	Elastikiyet (Nm/Rad)	HG
Sarıçam	Maksifiks	292,18	K
Sarıçam	Kavela(PVAc)	301,68	K
Sarıçam	Minifiks	310,85	K
Kestane	Minifiks	323,54	K
Kestane	Kavela(PVAc)	349,08	K
Meşe	Minifiks	353,02	K
Kestane	Maksifiks	358,90	K
Sarıçam	Kavela(Pu)	376,55	JK
Kayın	Minifiks	387,14	İJK
Ceviz	Minifiks	453,50	İİJ
Meşe	Kavela(PVAc)	476,76	HIİ
Ceviz	Kavela(PVAc)	482,63	GHI
Meşe	Maksifiks	487,73	GHI
Kestane	Kavela(Pu)	493,36	GHI
Kayın	Kavela(PVAc)	511,47	GHI
Kayın	Maksifiks	514,62	GHI
Meşe	Kavela(Pu)	562,64	FGH
Kayın	Kavela(Pu)	567,95	FGH
Ceviz	Maksifiks	575,69	FGH
Sarıçam	Vidalı	576,90	FGH
Ceviz	Kavela(Pu)	583,26	FG
Kestane	Vidalı	654,25	F
Kestane	Zıvana(PVAc)	909,00	E
Kestane	Zıvana(Pu)	919,13	E
Sarıçam	Zıvana(Pu)	978,38	DE
Sarıçam	Zıvana(PVAc)	980,60	DE
Kayın	Vidalı	986,44	DE
Meşe	Vidalı	1.027,76	D
Ceviz	Vidalı	1.056,32	D
Meşe	Zıvana(PVAc)	1.213,20	C
Kayın	Zıvana(Pu)	1.253,21	C
Ceviz	Zıvana(PVAc)	1.269,88	BC
Meşe	Zıvana(Pu)	1.273,52	BC
Ceviz	Zıvana(Pu)	1.357,39	AB
Kayın	Zıvana(PVAc)	1.371,56	A

A*: En yüksek değeri ifade etmektedir

LSD:84,90

Çizelge 5.77’ de görüldüğü üzere, ağaç ve birleştirme tekniği türüne göre en yüksek değer, (1.371,56 Nm/Rad) kayından zıvanalı olarak PVAc ile üretilen birleştirmeli

deney örneklerinde elde edilirken, bunu (1.273,52 Nm/Rad) zıvanalı olarak meşeden Pu ile yapıştırılarak üretilen birleştirmeli deney örnekleri takip etmektedir. En düşük değer ise aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan (358,90 Nm/Rad) kestane x maksifiks, (353,02 Nm/Rad) meşe x minifiks, (310,85 Nm/Rad) sarıçam x minifiks, (323,54 Nm/Rad) kestane x minifiks, (292,18 Nm/Rad) sarıçam x maksifiks ile (349,08 Nm/Rad) kestane x PVAc ve (301,68 Nm/Rad) sarıçam x PVAc ile yapıştırılan kavelalı birleştirmeli deney örneklerinde elde edilmiştir.

5.2.9. T-tipi birleştirme elemanlarının birleşme yerlerinde eğilme yükü altında oluşan gerilmeler

T-tipi birleştirmede kavelalı olarak uygulanan birleştirme tekniklerinin basma yükü altındaki birleşme yerlerinde eğilme yükü altında oluşan yüzeylerindeki gerinimlere ilişkin deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri ve yüzde farklarına ilişkin değerler, polivinilasetatla yapıştırılmış birleştirme için Çizelge 5.78’ de, poliüretanla yapıştırılmış birleştirme için Çizelge 5.79’da verilmiştir.

T- tipi birleştirmede zıvanalı olarak uygulanan birleştirme tekniklerinin basma yükü altındaki birleşme yerlerinde eğilme yükü altında oluşan yüzeylerindeki gerinimlere ilişkin deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri, yüzde farkları ve hata katsayılarına ilişkin değerler, polivinilasetatla yapıştırılmış birleştirme için Çizelge 5.80’de, poliüretanla yapıştırılmış birleştirme için Çizelge 5.81’de verilmiştir.

Çizelge 5.78. Polivinilasetat ile yapıştırılmış kavelalı birleştirmenin, gerinimleri, deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri ve yüzde farklarına ilişkin değerler

Ağaç	S.N	Gerinim	Deneylerden Elde Edilen Moment	Teorik Hesaplanan Moment	Teorik Hesaplanan Moment % Fark	Gerilimden Çıkarılan Moment	Gerilim Çıkarılan Moment % Fark
Ceviz	1	5257,52	101,5	59,05	41,82	104,71	-3,17
	2	5737,96	121,3	59,05	51,34	114,28	5,82
	3	4775,77	90,46	59,05	34,72	95,12	-5,15
	4	5210,57	110,3	59,05	46,47	103,78	5,93
	5	4989,43	101,5	59,05	41,82	99,37	2,09
Sarıçam	1	4674,82	75,2	55,33	26,42	83,65	-11,24
	2	4884,11	79,47	55,33	30,38	87,39	-9,96
	3	4937,22	78,56	55,33	29,57	88,34	-12,46
	4	3652,89	59,57	55,33	7,13	65,36	-9,72
	5	4903,63	68,26	55,33	18,95	87,74	-28,54
Kayın	1	4160,89	99,27	54,89	44,71	88,58	10,77
	2	4328,87	105,9	54,89	48,17	92,15	12,98
	3	4832,76	92,67	54,89	40,76	102,88	-11,02
	4	4004,51	99,29	54,89	44,71	85,25	14,14
	5	4366,08	103,7	54,89	47,07	92,95	10,37
Kestane	1	6259,59	68,38	57,73	15,57	72,37	-5,85
	2	7971,34	86,05	57,73	32,91	92,16	-7,11
	3	5767,02	66,19	57,73	12,78	66,68	-0,74
	4	5870,99	77,22	57,73	25,24	67,88	12,10
	5	7892,34	88,25	57,73	34,59	91,25	-3,39
Meşe	1	6107,15	121,3	56,72	53,26	126,87	-4,55
	2	5153,23	108,5	56,72	47,74	107,05	1,38
	3	5734,27	101,5	56,72	44,11	119,12	-17,37
	4	6862,21	116,9	56,72	51,49	142,55	-21,90
	5	5772,57	105,9	56,72	46,44	119,92	-13,23

Gerinim ölçerlerden çıkarılan momentlerin cevizde % 4, 43, sarıçamda % 14, 38, kayında % 11, 86, kestanede % 5, 4 ve meşede % 11, 69 oranında deney momentine yaklaştığı tespit edilmiştir. Teorik hesaplama ile elde edilen momentin ise cevizde % 43,24, sarıçamda % 22, 49, kayında % 45, 08, kestanede % 24, 22 ve meşede % 48, 61 oranında deney momentine yaklaştığı görülmüştür.

Çizelge 5.79. Poliüretan ile yapıştırılmış kavelalı birleştirmenin, gerinimleri, deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri ve yüzde farklarına ilişkin değerler

Ağaç	S.N	Gerinim	Deneylerden Elde Edilen Moment	Teorik Hesaplanan Moment	Teorik Hesaplanan Moment % Fark	Gerilimden Çıkarılan Moment	Gerilim Çıkarılan Moment % Fark
Ceviz	1	5770,78	108,1	58,41	45,97	114,93	-6,31
	2	5508,3	132,6	58,41	55,95	109,71	17,27
	3	4984,9	119,1	58,41	50,97	99,28	16,67
	4	5575,29	141,1	58,41	58,61	111,04	21,32
	5	5253,36	134,6	58,41	56,60	104,63	22,26
Sarıçam	1	3466,31	72,81	58,26	19,98	62,02	14,81
	2	4647,94	77,22	58,26	24,55	83,17	-7,70
	3	4904,47	94,87	58,26	38,59	87,76	7,50
	4	3660,91	79,43	58,26	26,65	65,51	17,53
	5	4775,8	94,87	58,26	38,59	85,46	9,93
Kayın	1	3779,87	110,3	65,95	40,22	80,47	27,06
	2	4034,12	130,2	65,95	49,34	85,88	34,03
	3	4126,74	114,7	65,95	42,52	87,85	23,43
	4	5256,45	133,7	65,95	50,67	111,90	16,29
	5	4458,96	145,6	65,95	54,71	94,92	34,81
Kestane	1	3011,9	99,29	54,84	44,77	34,82	64,93
	2	4221,13	103,7	54,84	47,12	48,80	52,94
	3	4016,12	141,2	54,84	61,17	46,43	67,12
	4	3437,42	105,9	54,84	48,22	39,74	62,47
	5	3454,91	92,67	54,84	40,82	39,95	56,89
Meşe	1	4421,52	108,1	61,68	42,95	91,85	15,04
	2	4969,59	125,8	61,68	50,95	103,24	17,91
	3	4986,69	114,7	61,68	46,24	103,59	9,71
	4	4108,84	119,1	61,68	48,20	85,35	28,32
	5	4873,12	134,6	61,68	54,17	101,23	24,78

Gerinim ölçerler yardımı ile elde edilen momentlerin cevizde % 16, 77, sarıçamda % 11,49, kayında % 27,12, kestanede % 60,87 ve meşede % 19, 15 oranında deney momentine yaklaştığı tespit edilmiştir. Teorik yöntemle bulunan momentin cevizde % 53, 62, sarıçamda % 29, 67, kayında % 47, 49, kestanede % 48, 42 ve meşede % 48, 50 oranında deney momentine yaklaştığı görülmüştür.

Çizelge 5.80. Polivinilasetat ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmenin, gerinimleri, deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri, yüzde farkları ve hata katsayılarına ilişkin değerler

Ağaç	S. N	Gerinim	Deneylerden Elde Edilen Moment	Teorik Hesaplanan Moment	Teorik Hesaplanan Moment % Fark	Gerilimden Çıkarılan Moment	Gerilimden Çıkarılan Moment/Deney Momenti (Hata Katsayısı)
Ceviz	1	5922,41	286,8	258,13	10,00	5465,36	19,05
	2	5229,4	293,4	258,13	12,03	4825,83	16,45
	3	5260,34	302,3	258,13	14,60	4854,38	16,06
	4	5503,83	293,4	258,13	12,03	5079,08	17,31
	5	5624,36	300,1	258,13	13,97	5190,31	17,30
Sarıçam	1	5191,94	231,7	194,56	16,02	4304,56	18,58
	2	5516,86	231,7	194,56	16,02	4573,95	19,74
	3	4955,77	225	194,56	13,55	4108,75	18,26
	4	4437,03	203	194,56	4,15	3678,68	18,12
	5	4122,68	238,3	194,56	18,35	3418,05	14,34
Kayın	1	4180,5	313,3	262,19	16,31	4123,53	13,16
	2	3391,39	339,8	262,19	22,84	3345,18	9,85
	3	3572,18	333,2	262,19	21,30	3523,50	10,58
	4	5485,1	350,8	262,19	25,26	5410,36	15,42
	5	4222,04	341,9	262,19	23,32	4164,51	12,18
Kestane	1	5959,36	200,8	149,55	25,52	3192,50	15,90
	2	5628,22	218,4	149,55	31,53	3015,11	13,80
	3	6940,36	242,7	149,55	38,38	3718,04	15,32
	4	6100,04	222,8	149,55	32,89	3267,87	14,66
	5	5843,45	158,9	149,55	5,86	3130,41	19,71
Meşe	1	4649,57	311,1	252,80	18,74	4475,33	14,39
	2	5526,64	304,5	252,80	16,97	5319,54	17,47
	3	6752,24	348,6	252,80	27,48	6499,21	18,64
	4	5349,11	262,6	252,80	3,72	5148,66	19,61
	5	6568,2	286,8	252,80	11,86	6322,07	22,04

Teorik yöntemle bulunan momentin cevizde % 12, 53, sarıçamda % 13, 62, kayında % 21, 81, kestanede % 26, 84 ve meşede % 15, 75 oranında deney momentine yaklaştığı görülmüştür. Gerinim ölçerler yardımı ile elde edilen momentlerin cevizde 17, 23, sarıçamda 17, 81, kayında 12, 24, kestanede 15, 88 ve meşede 18, 43 hata katsayısı ile deney momentine yaklaştığı tespit edilmiştir.

Çizelge 5.81. Poliüretan ile yapıştırılmış zıvanalı birleştirmenin, gerinimleri, deney momentleri, teorik momentleri, gerinimden çıkarılan momentleri, yüzde farkları ve hata katsayılarına ilişkin değerler

Ağaç	S. N	Gerinim	Deneylerden Elde Edilen Moment	Teorik Hesaplanan Moment	Teorik Hesaplanan Moment % Fark	Gerilimden Çıkarılan Moment	Gerilimden Çıkarılan Moment/Deney Momenti (Hata Katsayısı)
Ceviz	1	4946,75	317,8	258,13	18,78	4564,99	14,36
	2	5478,53	347,7	258,13	25,77	5055,73	14,54
	3	4612,45	297,9	258,13	13,34	4256,49	14,29
	4	5959,78	368,5	258,13	29,94	5499,84	14,93
	5	5341,78	346,4	258,13	25,48	4929,54	14,23
Sarıçam	1	5227,77	238,3	194,56	18,35	4334,27	18,19
	2	4831,32	238,3	194,56	18,35	4005,58	16,81
	3	3992,54	192,8	194,56	-0,90	3310,16	17,17
	4	6323,17	251,5	194,56	22,65	5242,45	20,84
	5	4046,95	225	194,56	13,55	3355,27	14,91
Kayın	1	3566,48	297,9	262,19	11,98	3517,88	11,81
	2	2943,56	280,2	262,19	6,43	2903,45	10,36
	3	2773,29	240,5	262,19	-9,02	2735,50	11,37
	4	3647,1	311,1	262,19	15,72	3597,40	11,56
	5	4981,21	335,4	262,19	21,82	4913,33	14,65
Kestane	1	3243,99	176,1	162,13	7,94	1737,86	9,87
	2	2313,18	227,3	162,13	28,66	1239,21	5,45
	3	2721,99	199,9	162,13	18,89	1458,22	7,30
	4	2576,22	262,6	162,13	38,25	1380,12	5,26
	5	3480,97	205,1	162,13	20,94	1864,81	9,09
Meşe	1	4991,65	337,6	162,13	7,94	4804,59	14,23
	2	5064,8	324,3	162,13	28,66	4875,00	15,03
	3	5177,28	319,8	162,13	18,89	4983,27	15,58
	4	5250	324,3	162,13	38,25	5053,26	15,58
	5	4839,95	308,9	162,13	20,94	4658,58	15,08

Teorik yöntemle bulunan momentin cevizde 22, 66, sarıçamda % 14, 40, kayında % 9, 39, kestanede % 22, 93 ve meşede % 21, 66 oranında deney momentine yaklaştığı görülmüştür. Gerinim ölçerler yardımı ile elde edilen momentlerin cevizde 14, 47 sarıçamda 17, 58, kayında % 11, 95, kestanede % 7, 39 ve meşede % 15, 10 hata katsayısı ile deney momentine yaklaştığı tespit edilmiştir.

6. SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; öncelikle mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan bazı masif ağaç malzemelerin fiziksel ve mekanik özellikleri hakkında sayısal değerler elde edilmiştir. Birleştirme elemanları olarak testlere tabi tutulacak bu malzemelerin kavela çekme dirençleri ve vida tutma mukavemetleri de ayrıca tespit edilmiştir. Test edilecek deney elemanları vidalı, minifiksli, maksifiksli, poliüretan ve PVAc tutkalı kavelalı ve zıvanalı birleştirme olmak üzere “I” birleştirme, “T” birleştirme, “L” birleştirme, formlarında ve 1/1 ölçeğinde üretilmiştir. Bu birleştirme elemanlarının taşıyacağı yükler, momentler, elastikiyet değerleri ve birleştirme yüzey gerilimleri hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda, masif malzemelerden üretilecek mobilyaların mukavemet analizi için gerekli olan sayısal veriler elde edilmiştir.

Ön çalışmalar anlamında yapılan fiziksel ve mekanik denemelerin sonuçlarına göre; yoğunlukta en yüksek değer meşede, en düşük değer kestanede, tam kuru yoğunlukta ise en yüksek değer meşede, en düşük değer kestane ve sarıçamda elde edilmiştir. Çekme direnci numunelerinde, en yüksek değer kayında, en düşük değer kestanede bulunmuştur. Basma direnci numunelerinde, en yüksek değer kayında, en düşük değer sarıçamda görülmüştür. Kesme direnci numunelerinde, en yüksek değer meşede, en düşük değer ise sarıçam ve kestanede tespit edilmiştir. Eğilme direnci numunelerinde, en yüksek değer kayın, ceviz ve meşede, en düşük değer ise kestanede bulunmuştur. Elastikiyet modülü değerlerinde, en yüksek değer kayın ve meşede, en düşük değer ise kestanede saptanmıştır.

Ağaç malzeme yüzeylerinden; teğet yüzeyde liflere dik kavela çekme direncinde, en yüksek çekme direnci kayında bulunurken, en düşük çekme direnci kestanede elde edilmiştir. Yapılan çalışmalarda teğet yüzeyin daha yüksek sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Efe ve Demirci 2001). Kavela çekme direncinde kullanılan örneklerde tutkal çeşidine göre ise en yüksek çekme direnci PVAc tutkalında ve en düşük çekme direnci poliüretan tutkalında elde edilmiştir. Ağaç malzeme türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşiminde en yüksek çekme direnci kestane x PVAc tutkalı etkileşiminde ve en düşük çekme direnci ise kayın x PVAc tutkalı etkileşiminde olduğu saptanmıştır.

Diğer yandan en yüksek çekme direnci meşe x poliüretan ve en düşük ise kestane x poliüretan ikili etkileşiminde olduğu görülmüştür.

Enine kesit yüzeyinde liflere paralel kavela çekme direncinde, en yüksek değer cevizde, en düşük ise kestane elde edilmiştir. Tutkal çeşidine göre, en yüksek çekme direnci PVAc tutkalında, en düşük ise poliüretan tutkalında tespit edilmiştir. Ağaç malzeme türü ve tutkal çeşidi ikili etkileşimine göre en yüksek çekme direnci PVAc tutkalı x meşe ve en düşük değer ise PVAc x kestane etkileşiminde görülmüştür. Diğer yandan en yüksek çekme direnci ceviz x poliüretan, en düşük ise kestane x poliüretan etkileşiminde saptanmıştır.

Vida tutma mukavemeti testlerinde; ağaç türüne göre; en yüksek kuvvet cevizde, en düşük ise kestane elde edilmiştir. Ağaç yüzeylerine göre, en yüksek kuvvet teğet kesit yüzeyde, en düşük ise enine kesit yüzeyde tespit edilmiştir. Ağaç malzeme türü ve yüzey çeşidi ikili etkileşimine göre teğet, radyal ve enine kesit yüzeyler arasında en yüksek vida tutma kuvveti cevizde ve en düşük ise sarıçamda saptanmıştır.

Araştırma konusu birleştirme elemanlarının deney sonuçlarına göre; “T” birleştirme elemanlarına uygulanan eksenel çekme deneyinde, ağaç malzeme türüne göre en yüksek çekme kuvveti değeri cevizde, en düşük ise kayında elde edilmiştir. Literatürde bu sonucu desteklemektedir (Efe 1998) Cevizde en yüksek değer elde edilmesinin sebebi, bu malzemenin tutkalla iyi bağlantı kurmasından kaynaklanabilir. Kayın ağacının en düşük değeri vermesi poliüretan tutkalı moleküllerinin nispeten daha büyük olması ve malzeme hücrelerine nüfuz etmemesinden kaynaklanabilir. Birleştirme tekniklerine göre, en yüksek çekme kuvveti değeri zıvanalı PVAc tutkallı birleştirmede, en düşük değer ise minifiksli örnekler üzerinde görülmüştür. Zıvanalı birleştirmede mukavemet eden tutkallı alanın görece daha büyük olması, zıvanalı birleştirmeyi başarılı kılarken, minifiksli birleştirmede ise kuvvete direnç gösteren alanın soket-vida dış yüzeyi ile sınırlı olmasının bu sonuçlar üzerinde etkili olduğu düşünülebilir. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimine göre, en yüksek değer ceviz –zıvana PVAc’ de, en düşük değer ise kestane-minifiks numunelerinde tespit edilmiştir. Ceviz malzemenin

elastikiyet değerinin yüksek olması, zıvanalı birleştirmelerde tutkal alanının büyük olması buna karşılık kestanenin elastikiyet değerinin düşük ve minifiksli birleştirmede direnç gösteren soket-vida alanının küçük olması bu sonuç üzerinde etkili olabilir.

T birleştirme elemanlarında uygulanan eksenel çekmede, ağaç malzeme türüne göre en yüksek çekme kuvveti meşede, en düşük çekme kuvveti ise sarıçamda elde edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda bu yönde bulguları desteklemektedir (Efe 1988), (Efe ve Demirci 2000). Bu sonuç meşe malzemesinin halkalı traheli yapısı ve yoğunluğundan ve sarıçam malzemesinin gerek yapısı ve düşük yoğunluğundan kaynaklanıyor olabilir. Birleştirme tekniklerine göre, en yüksek çekme kuvveti değeri zıvanalı ve PVAc tutkallı birleştirmede, en düşük değer ise minifiksli birleştirmeli örneklerde bulunmuştur. Zıvanalı birleştirmede mukavemet yüzey alanlarının görece büyüklüğü, tutkal moleküllerinin küçüklüğü ve soket vida direnç alanlarının küçüklüğü bu sonuçlar üzerinde etkili olmuş olabilir. Ağaç malzeme türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimine göre, en yüksek değer ceviz-zıvana PVAc tutkallı birleştirme etkileşiminde, en düşük değer ise sarıçam-minifiksli birleştirme etkileşimi üzerinde görülmüştür. Bu sonuçlar yukarıda verilen açıklamalar çerçevesinde yorumlanabilir.

L birleştirme elemanlarının diyagonal çekme direnci deneylerinden elde edilen moment değerlerinde, ağaç malzeme türüne göre en yüksek değer cevizde, en düşük değer ise yaklaşık eşit değerlerle sarıçam ve kestanede elde edilmiştir. Bu sonuç ceviz odununun, sarıçam ve kestane odunlarından daha yüksek elastikiyet değerlerine sahip olması ile açıklanabilir. Birleştirme tekniklerine göre, en yüksek moment değeri, zıvana PVAc tutkallı birleştirmelerde, en düşük değer ise minifiksli birleştirme örneklerinde elde edilmiştir. Bu sonuçlar ile daha önce yapılan çalışmalar arasında bir paralellik olduğu görülmüştür (Efe ve Kasal 2000). Polivinilasetat tutkalı moleküllerinin nispeten küçük yapısı nedeniyle masif malzemelerle iyi bir bağlantı gerçekleştirmesinden kaynaklandığı söylenebilir. Ağaç malzeme türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimine göre, en yüksek değer aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan ceviz, meşe ve kayından üretilmiş PVAc tutkalı ile yapıştırılmış zıvanalı

birleştirmede, en dūřuk değer ise sarıçam-minifiks örneklerinde saptanmıştır. Ceviz, meře ve kayın malzemelerinin gerek elastikiyetleri gerekse yoğunluk değerlerinin yüksekliği, zıvana direnç alanının büyüklüğü ve sarıçamın gevrek yapısal özelliği ve dūřuk yoğunluğu ile soket-vida direnç alanlarının küçük olması bu sonuçlar üzerinde etkili olmuş olabilir.

L birleştirme elemanlarının diyagonal basma direnci deneylerinden elde edilen moment değerlerinde, aęaç türüne göre en yüksek moment değeri cevizde, en dūřuk ise sarıçamda elde edilmiştir. Bu sonuçlar ceviz ve sarıçam malzemelerinin elastikiyet ve yoğunluk değerleri ile açıklanabilir. Birleřtirme tekniklerine göre, en yüksek moment değeri zıvanalı PVAc tutkallı birleştirmede, en dūřuk moment değeri ise minifiksli örneklerde grlmştr. Bu sonuçlara ilişkin yorumlar yukarıda verilmiştir. Aęaç malzeme türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimine göre, en yüksek değer aralarında anlamlı farklılıklar bulunmayan kayın-zıvana PVAc tutkallı ve ceviz-zıvana PVAc tutkallı ile meře-zıvanalı PVAc tutkallı birleştirmelerde, en dūřuk değer ise sarıçam-minifiks örneklerinde tespit edilmiştir. Bu sonuçlar üzerinde ilk gruptaki malzemelerin elastikiyet değerleri, yoğunlukları, zıvanalı birleştirmenin özelliği ve sarıçam malzemesinin yapısal özellikleri ile direnç elemanı soket-vidanın küçük ölçekli olması etkili olmuş olabilir.

T birleştirme elemanlarının basma direnci deneylerinden elde edilen moment değerleri, aęaç malzeme türüne göre en yüksek cevizde, en dūřuk ise sarıçamda elde edilmiştir. Bu sonuç doğrudan ceviz ve sarıçam malzemelerinin yapısal özellikleri ile açıklanabilir. Birleřtirme tekniklerine göre, en yüksek moment değeri zıvanalı poliüretan tutkallı, en dūřuk ise minifiksli örneklerde bulunmuştur. Bu sonuç üzerinde büyük hücreli poliüretan tutkalının zıvanayı sırtlarından sıkıştırmış olduğu ifade edilebilir. Daha nceki bulgular da zıvana ölçüsünün birleştirmenin rijitliğinin arttırdığı belirlenmiştir (Hill ve Ecelman 1973). Aęaç malzeme türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimine göre, en yüksek değer kayın ve zıvanalı PVAc tutkallı, en dūřuk ise sarıçam-maksifiksli birleştirme örneklerinde tespit edilmiştir. Halkalı dağınık traheli yapısı ile nispeten homojen bir yapı arz eden kayın odunu, yüksek elastikiyet değeri ve uygun yoğunluğu ve PVAc tutkalıyla yaptığı kuvvetli bağları

sayesinde bu tip bir sonuca vesile olmuş olabilir. Diğer yandan sarıçam malzemesinin gerek gevrek yapısı gerekse düşük yoğunluğu nedeniyle soket-vida malzemesini yeteri derecede içerisinde muhafaza edemediği öne sürülebilir.

L birleştirme elemanlarına uygulanan diyagonal çekme altındaki elastikiyet değeri, ağaç malzeme türüne göre en yüksek cevizde, en düşük kestanede elde edilmiştir. Ceviz malzemenin yapısal birleşenleri arasında selüloz gibi esnek (krep) malzemelerin iştirak oranının nispeten daha fazla olması elastikiyet değerinin yüksek çıkmasına neden olabilir. Ayrıca yıllık halkalar arasındaki farkın azlığıda bir etken sayılabilir. Buna karşılık kestane için aynı ifadeler kullanılamaz. Birleştirme tekniklerine göre, en yüksek elastikiyet değeri zıvanalı PVAc tutkallı, birleştirmelerde en düşük elastikiyet değeri ise vidalı birleştirmeli örneklerde bulunmuştur. Ağaç malzeme türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimi sonuçlarına göre, en yüksek elastikiyet değer meşe-zıvana PVAc tutkallı birleştirmelerde, en düşük değer ise sarıçam-vidalı birleştirmeli örneklerde tespit edilmiştir. Zıvanalı birleştirmeler yapıları itibariyle daha fazla tutkal alanına sahiptir. Yani esnek sünek yapısı ile bilinen PVAc tutkalı bu özelliğini bu tip birleştirmelerin daha yüksek elastikiyet değerine çıkmasında önem göstermiş olabilir.

L birleştirme elemanlarına uygulanan diyagonal basma altındaki elastikiyet değeri, ağaç malzeme türüne göre en yüksek kayında, en düşük sarıçamda elde edilmiştir. Kayın odunu kimyasal yapısında selüloz oranının fazla, sarıçam odununda ise lignin katılım oranının fazla olmasının bu sonuç üzerinde etkili olduğu belirtilebilir. Birleştirme tekniklerine göre, en yüksek elastikiyet değeri kavelalı PVAc tutkallı birleştirmelerde, en düşük minifiksli birleştirme örneklerinde görülmüştür. PVAc tutkalı esnek bir yapı arz eder, diğer yandan kavelaların yapıldığı kayın odunu da nispeten esnek bir malzemedir. Minifiks birleştirme elamanı soket-vidalı parçasıyla ağaç malzemeyi doğrudan mekanik zorlamaya tabi tutmaktadır. Sonuçlara bu açıdan bakmak gerekmektedir. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimine göre, en yüksek değer kayın kavela PVAc tutkallı birleştirmelerde, en düşük değer ise sarıçam vidalı birleştirme örneklerinde tespit edilmiştir. Yukarıda kayın ve kavelalı PVAc tutkallı birleştirmenin sonuçlarına ilişkin yapısal yorumlar, ikili etkileşim

sonuçları içinde geçerli olabilir. Benzer şekilde yukarıda açıklanan sarıçam ve vidanın mekanik davranış özellikleri, ikili etkileşim sonuçları üzerinde etkili olmuş olabilir.

T birleştirme elemanlarına uygulanan basma altındaki elastikiyet değeri, ağaç malzeme türüne göre en yüksek cevizde, en düşük sarıçamda elde edilmiştir. Ceviz malzemenin yoğun yapısı, nispeten halkalı dağınık traheli oluşu, yıllık halkalar arasında farkın belirsiz olması, bazı esraktif maddeler ile selüloz katılım oranının fazlalığı esnek bir mekanik davranışa neden olmuş olabilir. Sarıçam için ise bu özellikler hemen hemen tersinden ifade edilebilir. Birleştirme tekniklerine göre, en yüksek elastikiyet değeri kavelalı PVAc tutkallı birleştirmelerde, en düşük ise minifiksli birleştirme örneklerinde bulunmuştur. Ağaç türü ve birleştirme tekniği ikili etkileşimine göre, en yüksek değer kayın kavela PVAc tutkallı birleştirmelerde, en düşük değer ise sarıçam maksifiksli birleştirme örneklerinde saptanmıştır. Her iki sonuca ilişkin yukarıda yapılan birleştirme tekniği ile ilgili yorumlar, burada da geçerli olabilir.

Kavelalı birleştirmelerde; gerçek deneylerden elde edilen momentlere, gerinimden çıkarılan momentler ile teorik hesaplamalarla elde edilen momentlere nazaran daha yakın sonuçlar elde edilmiştir. Zıvanalı birleştirmelerde ise bu durumun aksine, gerçek deney momentlerine ulaşmada teorik hesapla çıkarılan momentler daha kabul edilebilir değerler vermişlerdir. Zıvanalı birleştirmelerde gerinimden çıkarılan momentler gerçek deneylerden elde edilen momentlerden çok daha büyük değerler verdiği için hata katsayıları hesaplanmıştır. Zıvanalı birleştirmelerde gerinimden çıkarılan momentlerin ortalama katsayı hataları PVAc' li tutkallı birleştirmede gerçek deneylerden elde edilen momentlerin yaklaşık 16,32 katı, poliüretan tutkallı birleştirmelerde ise yaklaşık 13,30 katı olarak tespit edilmiştir.

Geleneksel birleştirme çeşitleri ile alternatif gereçlerle elde edilen birleştirmeler rijitlik bakımından karşılaştırıldığında, geleneksel birleştirmelerden zıvanalı birleştirmenin daha rijit olduğu görülmüştür. Yani, geleneksel birleştirmeler tutkalsız birleştirmelere kıyasla, aynı kuvvet değerleri altında daha az yer değiştirmesi

yapmışlardır. Zıvanalı ve kavelalı birleştirmeler ani bir şekilde kırılmaya uğradıktan sonra yük taşıyamamalarına karşın, alternatif gereçlerle oluşturulan birleştirmelerde açılma yavaş yavaş gerçekteştiğinden, açılmaların başlangıcından itibaren birleştirmeler yük taşımaya devam etmişlerdir. Yükleme devam ettikçe açılma miktarları da artmış ve bir noktadan sonra sabit kalmıştır. Bu aşamadan sonra birleştirmeler artık yük taşıyamamışlardır.

Araştırma sonucunda yapılan deneylerin mobilya mühendisliğinin önemli kademelerini oluşturduğı düşünülerek, deneyler sonucunda elde edilen verilerin kullanım esnasında doğabilecek mukavemet zaaflarının önceden görölmesine yardımcı olacağı ve böylece kullanımı esnasında uğrayacağı hasarlar hakkında fikir verebileceğı anlaşılmıştır. Araştırmadan elde edilen sayısal veriler ile ileriki çalışmalarda, ağaç malzemelerin çeşitli birleştirme teknikleriyle ve değışik mukavemet elemanlarında denenmesi, daha sonra da üretilen 1/1 ölçekli prototipler üzerinde performans deneylerinin yapılması önerilebilir. Bu tür bilimsel ve sistemli yaklaşımlar sayesinde uygun malzemelerin uygun alanlarda kullanımı teknik açıdan standartların yükselmesine, ekonomik bakımdan malzeme ve işçilik tasarrufu ile rekabetçi yapıda ilgili işletmelere üstünlük sağlayacağı ifade edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Efe, H., “Modern Mobilya Çerçeve Konstrüksiyon Tasarımında Geleneksel ve Alternatif Bağlantı Tekniklerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, Doktora Tezi, **K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 3-8 (1994).
2. Eckelman, C., A., “A Look at... The Strength Design of Furniture”, **Forest Product Journal**, (16) 3: 21–24 (1966).
3. Cross, N., “Engineering Design Methods: Strategies for Product Design 3rd Edition”, **John Wiley & Sons**, Ltd, New York, 2-4 (2000).
4. Kasal, A., “Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerden Üretilmiş Çerçeve Konstrüksiyonlu Koltukların Performansları”, **G.Ü. Fen Bil. Ens. Doktora Tezi**, Ankara, 1-4, (2004).
5. Kasal, A., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Masa Ayak Kayıt Birleştirmelerde Köşe Takozunun Birleştirme Direncine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-5 (1998).
6. İnternet: Balıkesir Üniversitesi, “Strain Ölçme”, w3.balikesir.edu.tr/~ay/lectures/ot/strain.olcme.pdf
7. Kaya, Ş.T., “Yanal İzotrop Fiber Kompozitlerden Sarı Çam (Pinus Sylvestris)’ ın Kırılma Eğrisinin Deneysel Çalışmalar Yardımıyla Çıkarılması”, Yüksek Lisans Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 73-78 (2007).
8. Duppont, W., “Rationalization of Glue Joints in the Woodworking Industry”, Department of Forestry, **Forest Products Laboratory**, Canada, 1-8 (1963).
9. Sandquist, T., Wessgren, H., “Screw Withdrawal Resistance from Particleboard Tables”, **Schraubenausziehewiderstand Von Snaplatten**, 15 (2): 40–42 (1968).
10. Eckelman, C., A., “Bending Strength and Moment Rotation Characteristics of Two–Pin Dowel Joints”, **Forest Product Journal**, 21 (3): 35–39 (1970).
11. Hill, D., M., and Eckelman, C., A., “Flexibility and Bending Strength of Mortise and Tenon Joints”, **Purdue University Paper**, 4758: 25–33 (1973).
12. Eckelman, C., A., “Screwholding Performance In Hardwoods and Particleboard”, **Forest Product Journal**, 25 (6): 30–35 (1975).
13. Eckelman, C., A., “Withdrawal Strength of Dowel Joints: Effect of Shear Strength”, **Forest Product Journal**, 29 (1): 48 – 52 (1979).
14. Eckelman, C., A., “Performance Testing of Furniture. Part I. Underlying Concepts”, **Forest Product Journal**, 38 (3): 44–48 (1988).

15. Eckelman, C., A., “Performance Testing of Furniture. Part II. A Multipurpose Universal Structural Performance Test Method”, *Forest Product Journal*, 38 (4): 13–18 (1988).
16. Efe, H., “Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Levhaların Soket–Vida Tutma Yetenekleri”, Yüksek Lisans Tezi, *G. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 12-16 (1992).
17. Küreli, İ., “Sandalyelerde Kullanılan Önemli Ahşap Birleştirmelerin Mekanik Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 45-50 (1993).
18. Doğanay, S., “Mobilya Endüstrisi’nde Kullanılan Ahşap Malzemenin Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 15-18 (1995).
19. Altınok, M., “Sandalye Tasarımında gerilme analizine göre mukavemet elemanlarının boyutlandırılması”, Doktora Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (1995).
20. Sayıl, B., “Ahşap Doğrama Köşe Birleştirmelerinin Rijitliğini Araştırma Yolları Üzerine Bir Araştırma”, Doktora Tezi, *İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1-160 (1996).
21. Uysal, B., “Ağaç Türü ve Zıvana Uzunluğunun Zıvanalı Boy Birleştirmede Eğilme Direncine Etkileri”, G. Ü. T. E. F., *Politeknik Dergisi*, 1 (3–4): 13-18 (1998).
22. Kasal, A., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Masa Ayak Kayıt Birleştirmelerde Köşe Takozunun Birleştirme Direncine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1-5 (1998).
23. Örs, Y., Efe, H., “The Mechanical Behavior Properties of Fasteners in Furniture Design for Frame Construction”, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22: 21-28 (1998).
24. Örs, Y., Efe, H., “Mobilya (Çerçeve Konstrüksiyon) Tasarımında Bağlantı Elemanlarının Mekanik Davranış Özellikleri”, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 22:21-27 (1998).
25. Eckelman, C., A., “Holding Strength of T–Nuts In Solid Wood and Wood Composites”, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 56 (4): 253-258 (1998).
26. Efe, H., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya “T” Birleştirmelerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, G.Ü., *Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (6): 113-131 (1998).

27. Efe, H., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Boy Birleştirmelerinde Farklı Kavela Türlerinin Mekanik Davranış Özellikleri”, G. Ü. T. E. F. , **Politeknik Dergisi**, 1 (1-2): 65-74 (1998).
28. Efe, H., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya En Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı”, G.Ü., **Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 12 (2): 377-391 (1999).
29. Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., “ Farklı Ağaç Türleri ile Yonga ve Lif Levhalarda PVAc veya Desmodur-VTKA Tutkalı Kullanılarak Uygulanan Kavelalarda Çekme Mukavemeti”, **Tr. J. of Agriculture and Forestry**, 23(1): 151-156 (1999).
30. Efe, H., “Kutu Konstrüksiyonlu Mobilyada Sabit (Yabancı Çıtalı) ve Demonte (Trapez) Köşe Birleştirmelerin Çekme ve Basma Dirençleri”, G. Ü. T. E. F., **Politeknik Dergisi**, 2 (4): 43-51 (1999).
31. Uzer, A.U., “Ahşap İmalatında Köşe birleştirmelerine Ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-46 (1999).
32. Kap, T., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Kapılarda Ağaç Türü ve Birleşme Çeşidinin Diyagonal Yüklere etkisinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-46 (1999).
33. Demir, Ö., “Ahşap Yapı Elemanlarında Farklı Boy Birleştirmelerin Eğilme ve Çekme Mukavemetinin Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 1-52 (1999).
34. Altınok, M., Söğütlü, C., Döngel, N., “Şerit Testerede Açılmış Zıvanalı Birleşmenin Çekme Direncini Etkileyen Temel Faktörlerin Analizi”, Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi, **Teknoloji Dergisi**, 3 (2–3): 195–203 (2000).
35. Altınok, M., Söğütlü, C., Döngel, N., “Zıvanalı “T” Birleştirmelerde Ağaç Türü, Tutkal Çeşidi ve Presleme Yönünün Çekme Direncine Etkileri”, **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, 24 (6): 767–771 (2000).
36. Efe, H., Demirci, S., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Mobilya Kavelalı Birleştirmelerde Ağaç türü Tutkal Çeşidi ve Kesit Şeklinin Çekme Direncine Etkileri”, G.Ü.T.E.F., **Politeknik Dergisi**, 3 (4): 45-51 (2000).
37. Efe, H., Demirci, S., “ Ağaç Malzemede Kesiş Yönünün Kavela Çekme Direncine”, G.Ü., **Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 14(4): 127-135 (2001).
38. Efe, H., İmirzi, H., Ö., “Çerçeve Konstrüksiyonlu Masif Mobilya “T” Birleştirmelerde Çekme Dirençleri Karşılaştırmaları”, G. Ü. T. E. F., **Politeknik Dergisi**, 4 (4): 95-101 (2001).

39. Altınok, M., Söğütlü, C., Döngel, N., Kaplanmış Yonga Levhada Kavela Tutma Direncinin Belirlenmesi, **G.Ü. Orman Fak. Dergisi**, (2002)
40. Efe, H., Erdil, Y., Z., Kasal, A., İmirzi, H., Ö., “Withdrawal Strength and Moment Capacity of Screwed T-Type End to Side Grain Furniture Joints”, **Forest Products Journal**, Kabul Edilmiştir, (2003).
41. Güntekin, E.,“ Montaja Hazır Mobilya Birleştirmelerinin Performansları”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi** A(2): 37-48 (2003).
42. Efe, H.,Kasal, A.,“ Çerçeve Konstrüksiyonlu mobilya ”T” Tipi Kavelalı Birleştirmelerde Köşe Destek Elemanı Boyutunun Çekme Direncine Etkisi”, G.Ü., **Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 16 (2): 339-350 (2003).
43. Efe, H., Zhang, J., L., Erdil, Y., Z., Kasal, A., “Moment Capacity of Traditional and Alternative T-Type End to Side Grain Furniture Joints”, **Forest Product Journal**, Kabul Edilmiştir, (2003).
44. Tankut, N., A., “ Lambalı-Zıvanalı Birleştirme Direnci Üzerine Birleştirme Şekil ve Boyutunun Etkisi”, G.Ü., **Türk J Agric For Tübitak**, 29: 493-498 (2005)
45. Efe, H.,Demirci, S.“Farklı Ağaç Malzemelerde Kesiş Yönünün Soket Vida Tutma Mukavemetine Etkileri”, G.Ü., **Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi**, 18(1): 127-135 (2005)
46. Tokgöz, H., Kap, T., Özgan, E.,“ Farklı Ağaç Türleri ve Zıvanalı Birleştirme Biçimleriyle Oluşturulan Çerçeve Konstrüksiyonlu Doğramalarda Diyagonal Yük Analizi”, **Teknoloji Dergisi**, 8 (4): 363-376 (2005).
47. Arslan, M., Subaşı, S.,Altuntaş, C.,“ Ahşap Pencere Kanatlarında Birleşim Yerleri Mekanik Özellikleri”, G.Ü., **Müh. Mim. Fak. Dergisi**, 21(2): 265-273, (2006)
48. Kasal A.,“ Bazı Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerin Kavela Tutma Performanslarının Belirlenmesi”, **G.Ü., Müh. Mim. Fak. Dergisi**, 22 (3): 387-397, (2007)
49. Özgan, E.,Kap, T., “Eğilme Momentine Maruz Çerçeve Konstrüksiyonlu “L” Tipi Köşe Birleştirmelerin Performanslarının İncelenmesi”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.** 23(2): 385-384 (2008).
50. http://www.asyahirdavat.com.tr/site/kat_det.asp?idKat=255
51. TS 3891, “Yapıştırıcılar–Polivinilasetat Esaslı Emülsiyon (Ahşap Malzeme İçin), (Tadil AMD1: 1992 – 07)”, **T.S.E.** , Ankara, (1982).

52. TS 4539, “Ahşap Birleştirmeler – Kavelalı Birleştirme Kuralları”, **T.S.E.** , Ankara, (1985).
53. TS 61, “Ağaç Vidaları”, **T.S.E.**, Ankara, (1978).
54. İnternet: Konak Cıvata, “SuntaVidası”, <http://www.konakcivata.com/ithalurunler.php> (2011)
55. İnternet: Hafele Genel Katalog, “Minifiks-Maksifiks”, [http://www.hafele.com.tr/tr/ external/HTR-MM2009-V3-1904010/index.html](http://www.hafele.com.tr/tr/external/HTR-MM2009-V3-1904010/index.html)
56. TS 2470 “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler”, **T.S.E.**, Ankara, (1976).
57. TS 2472 “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Hacim Ağırlığı Tayini”, **T.S.E.**, Ankara, (1976).
58. TS 2471, “Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarının Tayini”, **T.S.E.**, Ankara, (1976).
59. İmirzi, H.Ö., “Farklı Yapım Teknikleri ve Değişik Kalınlıklardaki Levhalar İle Üretilmiş Kutu Tipi Mobilyaların Mukavemet Özellikleri, Doktora Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2008).
60. TS 2475 “Odunda Liflere Paralel Doğrultuda Çekme Gerilmesinin Tayini”, **T.S.E.**, Ankara, (1976).
61. TS 2595 “Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Dayanımı Tayini”, **T.S.E.**, Ankara, (1977).
62. TS 53 “Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları”, **T.S.E.**, Ankara, (1981).
63. DIN 52187 “Prüfung von Holz; Bestimmung der Scherfestigkeit in Faser- richtung, Testing of Wood: Determination of the Ultimate Shearing Stress Parallel to Grain”, Normenausschub, **Holz im DIN**, (1979).
64. TS 2474 “Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini”, **T.S.E.**, Ankara, (1976).
65. TS 2478 “Odunun Statik Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini”, **T.S.E.**, Ankara, (1976).
66. Tankut, A. N. ve N. Tankut, “Effect of Some Factors on the Strength of Furniture Corner Joints Constructed with Wood Biscuits.”*Turkish Journal of Agriculture and Forestry*. 28(4): 301-309 (2004)].

67. İnternet: Ders Notu, “Strain-Gage (Strengçe) Ölçümleri”, [www.batul.deu.edu.tr/mak/derslerpdf/ Sınıf4/olcme.../mekanik_2.doc](http://www.batul.deu.edu.tr/mak/derslerpdf/Sınıf4/olcme.../mekanik_2.doc) (2011)
68. Eckelman, C., A., “Bending Strength and Moment-Rotation Characteristics of Two-Pin Moment-Resisting Dowel Joint”, *Forest Product Journal*, 21 (3): 35–39 (1988).

EKLER

Deney / Mukavemet Elemanı Türü	Ağaç Türleri	Birleştirme Çeşitleri							Toplam
		Vidalı	Minifiks	Maksifiks	Kavela (Poliüretan)	Zıvana (Poliüretan)	Kavela (PVAc)	Zıvana (PVAc)	
I-Tipi Birleştirmede Eksenel Çekme Elemanı	Çam	0	10	10	10	10	10	10	60
	Kayın	0	10	10	10	10	10	10	60
	Meşe	0	10	10	10	10	10	10	60
	Kestane	0	10	10	10	10	10	10	60
	Ceviz	0	10	10	10	10	10	10	60
T –Tipi Birleştirmede Eksenel Çekme Elemanı	Çam	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kayın	10	10	10	10	10	10	10	70
	Meşe	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kestane	10	10	10	10	10	10	10	70
	Ceviz	10	10	10	10	10	10	10	70
L-Tipi Birleştirmede Diyagonal Çekme Elemanı	Çam	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kayın	10	10	10	10	10	10	10	70
	Meşe	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kestane	10	10	10	10	10	10	10	70
	Ceviz	10	10	10	10	10	10	10	70
L-Tipi Birleştirmede Diyagonal Basma Elemanı	Çam	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kayın	10	10	10	10	10	10	10	70
	Meşe	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kestane	10	10	10	10	10	10	10	70
	Ceviz	10	10	10	10	10	10	10	70
T-Tipi Birleştirmede Eğilme (Basınç) Elemanı	Çam	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kayın	10	10	10	10	10	10	10	70
	Meşe	10	10	10	10	10	10	10	70
	Kestane	10	10	10	10	10	10	10	70
	Ceviz	10	10	10	10	10	10	10	70
Toplam		200	250	250	250	250	250	250	1700

EK-2 Deney verileri

Çizelge 7.1. Meşe ağacı rutubet ve özgül ağırlık verileri tablosu

İlk Ölçüm					Son Ölçüm				
S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık	S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık
1	20,01	20,2	25,21	8,62	1	19,45	19,81	25,16	7,94
2	20,15	20,06	25,36	7,17	2	19,66	19,4	25,31	6,67
3	20,2	20,13	25,36	8,53	3	19,71	19,47	25,29	7,88
4	19,46	19,97	25,33	7,37	4	19,36	19,44	25,29	6,77
5	20,2	20,02	25,39	7,91	5	19,46	19,36	25,33	7,31
6	20,27	20,03	25,3	7,74	6	19,6	19,51	25,28	7,11
7	20,18	20,05	25,39	7,59	7	19,66	19,67	25,37	6,99
8	20,19	20,14	25,17	8,38	8	19,7	19,44	25,13	7,7
9	20,1	20,26	25,31	7,47	9	19,66	19,52	25,31	6,9
10	19,88	20,03	25,34	7,34	10	19,41	19,6	25,33	6,75
11	20,1	20,04	25,09	7,99	11	19,36	19,49	25,09	7,35
12	20,12	20,18	25,18	8,67	12	19,66	19,66	25,17	7,96
13	20,12	20	25,38	6,94	13	19,68	19,77	25,32	6,37
14	20,07	19,96	25,35	8,39	14	19,38	19,64	25,28	7,73
15	19,95	20,1	25,36	8,44	15	19,42	19,54	25,26	7,77
16	19,92	20,12	25,36	7,71	16	19,51	19,52	25,35	7,07
17	20,02	20,2	25,45	8,16	17	19,23	19,42	25,4	7,49
18	20,07	20,09	25,56	5,84	18	19,64	19,67	25,5	5,43
19	20,07	20,15	25,31	7,5	19	19,62	19,45	25,22	6,86
20	20,16	20,08	25,42	7,53	20	19,69	19,35	25,3	6,91

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.2. Kestane ağacı rutubet ve özgül ağırlık verileri tablosu

İlk Ölçüm					Son Ölçüm				
S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık	S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık
1	20,17	20,03	25,47	5,16	1	19,7	19,7	25,45	4,74
2	20,31	20,12	25,4	5,54	2	19,66	19,83	25,31	5,09
3	20,18	20,18	25,41	5,19	3	19,68	19,94	25,35	4,77
4	20,13	20,27	25,49	4,77	4	19,69	19,75	25,47	4,39
5	20,26	20,35	25,5	5,32	5	19,99	19,71	25,45	4,87
6	20,23	20,2	25,52	4,79	6	19,6	19,9	25,49	4,45
7	20,18	20,2	25,52	4,41	7	19,73	19,88	25,49	4,09
8	20,09	20,25	25,55	5,61	8	19,75	19,9	25,45	5,16
9	20,24	20,29	25,44	4,31	9	19,87	19,82	25,47	3,99
10	20,13	20,17	25,56	4,47	10	19,8	19,6	25,55	4,1
11	20,12	20,24	25,53	5,94	11	19,52	19,82	25,46	5,45
12	20,18	20,2	25,62	4,78	12	19,72	19,8	25,59	4,44
13	20,21	20,29	25,46	5,13	13	19,79	19,82	25,4	4,73
14	20,27	20,29	25,42	5,29	14	19,7	19,99	25,35	4,89
15	20,17	20,28	25,57	4,48	15	19,82	19,69	25,4	4,16
16	20,17	20,27	25,34	4,97	16	19,64	19,89	25,32	4,57
17	20,18	20,15	25,4	4,98	17	19,81	19,79	25,24	4,58
18	20,21	20,2	25,12	4,36	18	19,93	19,64	24,91	4,04
19	20,22	20,19	25,4	5,22	19	19,9	19,64	25,38	4,82
20	20,31	20,26	25,58	4,76	20	19,8	19,94	25,55	4,41

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.3. Ceviz ağacı rutubet ve özgül ağırlık verileri tablosu

İlk Ölçüm					Son Ölçüm				
S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık	S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık
1	20,29	20,13	25,35	6,19	1	19,68	19,74	25,32	5,72
2	20,21	20,34	25,41	6,82	2	19,85	19,79	25,37	6,31
3	20,15	20,34	25,44	6,4	3	19,76	20,03	25,36	5,94
4	20,15	20,24	25,44	7,21	4	19,78	19,96	25,35	6,69
5	20,31	20,31	25,27	7,17	5	19,73	19,46	25,18	6,63
6	20,15	20,31	25,5	6,71	6	19,83	19,68	25,48	6,22
7	20,19	20,22	25,4	6,68	7	19,65	19,81	25,36	6,2
8	20,25	20,13	26,65	6,75	8	19,9	19,68	25,56	6,25
9	20,26	20,34	25,38	5,65	9	19,93	19,84	25,29	5,21
10	20,1	20,17	25,37	6,6	10	19,74	19,6	25,35	6,1
11	20,22	20,14	25,43	6,32	11	19,68	19,62	25,3	5,8
12	20,18	20,16	25,25	7,08	12	19,81	19,69	25,17	6,55
13	20,2	20,16	25,39	5,84	13	19,82	19,56	25,22	5,36
14	20,13	20,29	25,44	6,15	14	19,73	19,79	25,42	5,69
15	20,16	20,21	24,55	6,2	15	19,74	19,65	24,42	5,74
16	20,22	20,28	25,34	6,28	16	19,71	19,51	25,28	5,77
17	20,2	20,29	25,42	5,98	17	19,75	19,81	25,3	5,52
18	20,21	20,2	25,12	6,4	18	19,87	19,65	25	5,85
19	20,18	20,21	25,46	6,02	19	19,74	19,86	25,37	5,56
20	20,01	20,15	25,56	7,04	20	19,66	19,79	25,48	6,46

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.4. Sarıçam ağacı rutubet ve özgül ağırlık verileri tablosu

İlk Ölçüm					Son Ölçüm				
S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık	S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık
1	20,17	20,13	25,49	4,6	1	19,69	19,67	25,49	4,25
2	20,15	20,13	25,29	4,87	2	19,68	19,64	25,28	4,46
3	20,16	20,17	25,48	5,28	3	19,55	19,7	25,47	4,82
4	20,02	20,2	25,3	4,6	4	19,76	19,75	25,3	4,27
5	20,15	20,15	25,47	4,93	5	19,73	19,68	25,43	4,54
6	20,1	20,14	25,43	5,93	6	19,65	19,53	25,43	5,47
7	20,18	20,2	25,34	4,8	7	19,84	19,57	25,28	4,44
8	20,12	20,22	25,43	4,71	8	19,65	19,8	25,41	4,33
9	20,13	20,13	25,5	4,53	9	19,81	19,7	25,49	4,18
10	20,01	20,12	25,27	4,36	10	19,59	19,62	25,29	4,05
11	20,17	20,15	25,52	4,64	11	19,76	19,58	25,52	4,3
12	20,21	20,18	25,22	5,32	12	19,86	19,59	25,19	4,93
13	20,2	20,27	25,41	4,74	13	19,68	19,74	25,4	4,36
14	20,15	20,18	25,45	4,8	14	19,36	19,84	25,43	4,38
15	20,18	20,13	25,41	4,38	15	19,63	19,64	25,37	4,03
16	20,25	20,14	25,56	4,87	16	19,72	19,57	25,55	4,47
17	20,19	20,2	25,41	4,8	17	19,95	19,67	25,4	4,4
18	20,28	20,29	25,33	5,58	18	19,68	19,88	25,32	5,11
19	20,2	20,2	25,59	5,19	19	19,82	19,6	25,57	4,75
20	20,2	20,09	25,49	4,58	20	19,67	19,67	25,47	4,21

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.5. Kayın ağacı rutubet ve özgül ağırlık verileri tablosu

İlk Ölçüm					Son Ölçüm				
S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık	S.N.	Genişlik	Derinlik	Yükseklik	Ağırlık
1	20,21	20,16	25,43	7,35	1	19,5	19,57	25,36	6,79
2	20,2	20,19	25,47	7,46	2	19,81	19,4	25,43	6,9
3	20,25	20,05	25,37	7,7	3	19,37	19,45	25,22	7,14
4	20,08	20,24	25,38	7,32	4	19,6	19,35	25,36	6,73
5	20,22	20,05	25,45	7,02	5	19,52	19,52	25,36	6,46
6	20,16	20,22	25,53	7,68	6	19,65	19,7	25,42	7,08
7	20,18	20,01	25,6	7,45	7	19,45	19,44	25,52	6,85
8	20,16	20,26	25,52	7,91	8	19,71	19,37	25,5	7,26
9	20,18	20,16	25,32	8,16	9	19,6	19,42	25,27	7,5
10	20	20,17	25,4	7,76	10	19,44	19,28	25,32	7,1
11	20,13	20,2	25,44	7,57	11	19,25	19,74	25,3	6,95
12	20,19	20,17	25,5	6,71	12	19,42	19,71	25,49	6,21
13	20,21	20,04	25,48	7,37	13	19,45	19,54	25,41	6,79
14	20,08	20,08	25,32	6,31	14	19,31	19,67	25,27	5,82
15	20,24	20,16	25,52	7,24	15	19,84	19,65	25,48	6,73
16	20,19	20,13	25,51	7,26	16	19,54	19,48	25,49	6,7
17	20,29	20,14	25,53	6,21	17	19,9	19,48	25,46	5,73
18	20,17	20,2	25,36	6,78	18	19,57	19,63	25,31	6,25
19	20,26	20,21	25,45	8,43	19	19,77	19,38	25,4	7,75
20	20,1	20,04	25,4	6,3	20	19,34	19,72	25,33	5,81

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.6. Çekme direnci verileri tablosu

Malzemenin Cinsi					
S.N.	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	17.062	15.228	9.158	11.443	8.952
2	7.962	13.767	8.727	9.502	8.492
3	13.453	16.915	8.452	11.355	7.550
4	11.149	15.777	12.669	9.129	6.422
5	13.444	16.081	11.933	10.237	7.481
6	9.237	15.552	10.933	12.551	6.236
7	13.473	14.022	8.335	6.658	8.913
8	13.600	14.855	8.815	13.924	8.158
9	6.295	17.552	8.746	9.590	7.442
10	9.423	14.659	11.247	7.560	9.443

Çizelge 7.7. Basınç direnci verileri tablosu

Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	21.632	26.132	15.679	20.455	21.632
2	24.446	25.819	16.562	25.848	24.446
3	23.570	26.584	20.327	16.248	23.570
4	24.720	23.838	16.287	16.072	24.720
5	19.532	23.750	17.856	22.543	19.582
6	23.858	23.691	16.954	15.856	23.858
7	29.370	26.142	17.944	28.457	29.370
8	23.710	23.358	16.954	26.546	23.701
9	20.563	23.701	17.944	25.475	20.563
10	21.386	23.955	19.337	25.270	21.386

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.8. Kesme direnci verileri tablosu

Kesme Direnci					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	49.100	37.154	26.986	43.362	26.927
2	46.300	38.704	33.056	44.538	25.388
3	49.700	37.978	23.877	40.449	25.015
4	47.300	40.067	31.144	45.931	25.799
5	46.900	36.419	25.113	47.902	24.593
6	54.800	39.194	25.319	47.558	26.711
7	49.200	39.596	24.534	45.911	26.348
8	47.500	37.096	24.956	46.480	22.367
9	40.800	37.066	26.642	43.362	25.377
10	53.700	37.468	26.780	46.529	25.397

Çizelge 7.9. Eğilme direnci verileri tablosu

Eğilme Direnci					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	132	123	99	122	70
2	100	148	75	157	65
3	123	127	83	115	70
4	142	141	98	112	75
5	113	109	104	115	76
6	127	107	94	133	68
7	100	123	85	113	66
8	129	132	95	113	70
9	96	109	89	121	76
10	123	110	90	109	65

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.10. Elastikiyet modülü verileri tablosu

Elastikiyet Modülü					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	14.780	11.810	12.453	13.138	6.452
2	12.684	15.084	8.291	12.928	7.086
3	13.151	12.912	8.718	10.013	5.969
4	13.668	13.983	10.319	13.890	7.093
5	11.323	11.116	12.920	9.125	7.171
6	14.522	11.059	11.217	11.001	6.538
7	9.661	12.094	9.739	13.653	5.714
8	12.520	14.344	11.960	9.487	6.673
9	9.967	11.099	10.445	9.682	7.284
10	13.337	11.125	10.691	13.680	7.706

Çizelge 7.11. Kavela çekme verileri tablosu

Teğet Kesit (PVAc)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1750,6	1599,38	1872,95	1774,89	1716,05
2	1529,74	1669,44	1500,35	1698,46	1382,65
3	1794,5	1088,47	1814,11	1863,14	1098,27
4	1427,58	1598,38	1971,01	1539,54	1794,5
5	1333,62	1627,8	1765,08	1667,02	1892,56
6	1814,11	2020,04	2069,07	1912,17	1774,89
7	2176,93	1716,05	1539,54	1657,21	2108,29
8	1647,41	1235,56	961,2	1863,14	1794,5
9	2000,42	1480,71	1931,57	1794,5	1804,3
10	1255,17	1247,78	1657,21	1784,69	1412,06

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.12. Kavela çekme verileri tablosu

Enine Kesit (PVAc)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2647,62	2382,86	2422,08	2608,4	1735,66
2	2784,9	2333,83	2765,76	2245,57	2843,74
3	2363,25	2616,2	2353,44	2608,4	2216,16
4	3059,47	2735,87	2971,22	2775,1	1363,03
5	2431,89	2382,86	3177,14	2451,5	1941,59
6	2578,98	2373,05	2520,14	2176,93	2343,63
7	2951,61	2108,29	2951,61	2863,35	1990,62
8	2686,84	2716,26	2814,32	3177,14	2078,24
9	1784,69	2392,66	2775,1	2500,53	2118,1
10	2814,32	1863,14	2608,4	2353,44	2539,57

Çizelge 7.13. Kavela çekme verileri tablosu

Enine Kesit (Pu)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1696,44	1931,78	1735,66	1578,77	1117,88
2	1706,24	1510,12	1667,83	1774,89	1068,85
3	2206,35	1608,18	1794,5	1500,32	2127,9
4	1647,41	1735,66	1519,93	1421,87	1245,36
5	1559,15	1608,18	1971,01	1814,11	1774,89
6	1402,26	1716,05	1912,17	1441,48	1196,33
7	2049,45	1893,02	1706,24	1647,41	1686,63
8	2196,64	1784,69	1961,21	1559,15	1314
9	1441,48	2882,96	1470,9	1931,78	1647,41
10	1441,48	1843,51	2147,51	2098,48	1382,65

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.14. Kavela çekme verileri tablosu

Enine Kesit (Pu)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1147,3	1372,84	1490,51	2059,26	1019,82
2	1431,68	1147,09	1353,23	2382,86	715,84
3	1117,88	1078,66	1431,68	2402,47	1225,17
4	1480,71	1971,01	1304,2	1166,91	902,15
5	1559,15	1617,99	1863,14	2324,02	1157,11
6	1186,53	1578,77	2098,48	1304,2	1674,41
7	1441,48	1549,35	1176,72	1716,05	1039,44
8	1784,69	1470,9	1421,87	1196,33	1441,48
9	1392,45	1941,59	1480,71	1117,88	1068,85
10	1137,5	1363,03	941,38	1215,94	1019,82

Çizelge 7.15. Vida tutma mukavemeti verileri tablosu

Kayın						
S.N.	Radyal 1	Radyal 2	Teğet 1	Teğet 2	Enine 1	Enine 2
1	4824,55	4863,78	5667,87	5089,31	4344,06	4020,46
2	6815,17	6864,2	6628,86	6834,78	5373,69	4959,03
3	4932,42	4981,45	5452,14	5579,61	4952,03	4000,85
4	4481,34	4608,82	5677,67	5609,03	3922,4	4932,42
5	4628,43	4736,3	5550,2	5334,46	4000,85	4500,95
6	5040,28	4853,97	5560	5520,78	5305,05	4304,83
7	6579,83	7050,51	6570,02	6452,35	5442,33	5971,81
8	5206,99	5334,46	5334,46	5373,69	4314,64	4667,66
9	4961,84	5030,48	5177,57	5452,14	4736,3	4500,95
10	4883,39	4952,03	5560,07	5432,5	4304,83	4258,02

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.16. Vida tutma mukavemeti verileri tablosu

Ceviz						
S.N.	Radyal 1	Radyal 2	Teğet 1	Teğet 2	Enine 1	Enine 2
1	5403,11	5510,97	5540,39	6354,29	5412,91	5716,9
2	5520,78	5246,15	5452,14	5079,51	5677,67	5030,48
3	7070,13	7030,9	6589,63	7099,54	7481,98	7148,57
4	5461,94	4952,03	5520,78	4677,46	5364,34	4059,68
5	5305,05	5393,3	5903,21	5785,54	6246,25	5667,14
6	5991,47	6903,42	6334,68	7177,99	6364,09	7089,74
7	6893,62	7638,87	7276,05	6952,45	7484,98	7128,96
8	6117	6275,84	6295,45	5501,17	5756,12	7315,28
9	5246,21	5932,6	4952,03	5932,64	6256,23	5108,93
10	5903,21	5481,55	5236,03	5383,49	4746,1	5340,1

Çizelge 7.17. Vida tutma mukavemeti verileri tablosu

Sarıçam						
S.N.	Radyal 1	Radyal 2	Teğet 1	Teğet 2	Enine 1	Enine 2
1	4500,95	4471,54	4098,91	4893,18	3471,32	3794,92
2	3598,4	3696,86	4628,43	4461,73	4481,34	3039,86
3	3049,67	2990,83	3373,26	3726,28	2353,44	2039,65
4	2922,17	2804,52	3500,75	3461,52	2392,87	2245,57
5	5510,97	5157,37	4471,54	5040,28	3245,79	3471,32
6	2971,22	2961,4	3553,65	3912,59	2480,92	2647,62
7	5089,31	4922,61	4608,72	4246	3372,26	4324,45
8	3255,59	3294,82	3863,56	3942,01	2592,75	2529,95
9	2686,84	2598,59	3402,68	3402,68	2872,95	2500,53
10	3186,95	2981,02	3873,37	3334,04	2294,6	2696,65

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.18. Vida tutma mukavemeti verileri tablosu

Kestane						
S.N.	Radyal 1	Radyal 2	Teğet 1	Teğet 2	Enine 1	Enine 2
1	3235,98	3020,25	3422,29	3432,29	2853,55	3137,92
2	3177,14	3216,37	2843,74	2892,26	2941,3	2578,98
3	3216,37	3206,56	3000,74	2951,61	2804,52	3020,25
4	3275,2	3239,59	3137,92	3069,28	2843,74	3343,85
5	3414,49	3235,98	3402,68	3500,74	3079,08	3020,25
6	3304,43	3226,17	3294,82	3245,79	3343,85	3755,7
7	3461,52	3363,46	3224,23	3304,62	3098,7	3000,64
8	3363,46	4128,32	2820,14	3373,26	3137,72	2853,55
9	3118,31	3039,16	3334,04	3402,68	3657,64	3422,29
10	3412,49	3412,49	3824,34	3520,35	3137,92	3432,1

Çizelge 7.19. Vida tutma mukavemeti verileri tablosu

Meşe						
S.N.	Radyal 1	Radyal 2	Teğet 1	Teğet 2	Enine 1	Enine 2
1	5805,15	5560	5746,32	5275,63	5305,05	5079,51
2	6505,39	6815,17	6589,63	6844,59	5324,66	6991,68
3	5550,2	5530,58	5295,24	5913,02	5579,61	5245,57
4	5354,08	5363,88	5844,38	5628,64	5638,45	5138,34
5	5579,61	5373,69	6099,33	6364,09	4814,86	6315,06
6	5340,39	5716,9	5667,87	5834,57	5569,81	5658,06
7	5501,17	5658,06	6619,05	5089,31	5167,76	5236,4
8	5373,69	5089,31	5736,51	5667,87	5560	4932,42
9	5216,79	5383,49	4814,75	5344,27	4765,72	4971,96
10	5099,12	5667,87	5834,57	6197,39	4893,19	5520,78

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.20. I-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Minifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1774,89	2137,71	911,96	1784,69	1019,82
2	2480,92	2490,72	1470,9	1990,62	1029,63
3	2167,13	2118,1	892,35	2775,1	951,18
4	1353,29	2932,19	1470,9	1765,08	980,6
5	1559,18	2049,45	970,99	2118,1	1088,47
6	2255,38	2235,77	921,76	2402,42	1343,42
7	1872,95	2137,71	1441,48	2206,35	960,99
8	1863,14	2373,05	1166,91	2088,68	1215,94
9	2167,13	2010,23	1147,3	1794,5	853,12
10	2284,8	2069,07	706,03	2059,26	1363,03

Çizelge 7.21. I-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Maksifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	3549,77	2902,58	748,48	4491,15	1451,29
2	3441,91	3265,4	1500,32	5138,34	1196,33
3	3785,12	2745,68	1774,89	3981,24	951,18
4	3255,59	2608,4	509,91	3157,53	1393,45
5	3638,03	3536,16	1029,63	3373,26	1019,82
6	3334,04	2726,07	1029,63	4079,3	1180,08
7	3510,55	3402,68	1461,09	4275,42	1137,5
8	3432,1	2892,83	1010,02	4108,71	1637,6
9	3334,04	3098,7	951,18	3628,22	1333,62
10	3824,33	2902,58	1166,91	3745,89	1157,11

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.22. I-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	6520,99	3716,47	7785,96	6619,05	6502,86
2	5677,67	3147,94	7913,55	4903	7138,77
3	7021,1	5638,66	9933,98	6403,32	6167,97
4	7305,47	3030,05	9884,8	7197,6	6952,45
5	6433,16	3765,5	8089,95	5854,18	7364,52
6	5903,21	4491,15	9874,64	7423,14	7412,54
7	5089,31	5618,84	7678,1	6874,01	6677,89
8	7119,16	3569,17	9355,35	6589,63	5932,63
9	4648,04	5001,27	7707,52	4667,66	7256,44
10	6550,41	4334,25	9050,94	4834,36	6442,54

Çizelge 7.23. I-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	13238,1	13257,71	16317,82	19111,19	14973,76
2	14581,52	12276,48	16758,45	16444,24	13816,65
3	15905,33	13551,89	15620,53	15571,5	13276,07
4	13738,21	13474,82	17444,87	15806,85	13727,98
5	16228,93	12571,29	17160,5	16669,78	14601,13
6	16336,8	14317,61	15111,05	1637602	16425,05
7	16935,17	12816,44	14796,62	19906,18	15454,26
8	14140,25	14699,19	14414,82	18700,04	12326,14
9	14277,54	13483,07	16553,16	18572,56	14620,75
10	14374,32	10727,22	17013,41	14914,93	12483,04

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.24. I-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	9729,13	7276,05	12728,61	10972,91	13689,18
2	11865,26	9766,99	12502,62	10394,36	12522,26
3	8845,01	8590,06	11647,9	11777,64	11237,68
4	9188,22	8445,97	11129,14	9570,66	12414,4
5	12237,89	7550,62	11482,83	9423,35	12267,31
6	12237,89	9522,26	11,110,20	11895,31	12629,24
7	11286,71	9962,9	13161,59	9741,34	13208,68
8	12875,7	8226,81	11737,78	10747,38	11558,94
9	12169,67	8599,86	11257,29	9825,19	11227,9
10	12437,87	9150,06	12717,53	10492,42	13081,2

Çizelge 7.25. -tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	16071,82	18915,99	15699,41	22082,48	14718,19
2	18777,43	16836,9	16160,29	22543,36	15640,57
3	17414,4	16895,11	15969,29	24858,21	14434,01
4	17680,22	18474,59	15326,32	22396,9	15688,54
5	18149,21	16159,86	16209,74	23850	14110,83
6	19435,49	16523,11	15865,68	24376,91	15503,71
7	18278,38	18219,55	16228,54	24054,75	15620,41
8	19995,21	18484,31	15345,97	22112,53	14541,66
9	16385,61	18170,52	15346,39	24329,11	16513,3
10	16532,7	18275,6	15972,34	23730,52	14669,56

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.26. T-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Vidalı birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	9933,48	10325,72	5099,12	9600,27	6706,88
2	8188,01	10972,91	6040,5	10600,87	6079,72
3	11816,23	10806,21	3569,58	11941,71	5530,58
4	10002,12	10060,96	4167,55	9531,43	5628,64
5	11159,23	12090,8	4118,52	11120	6324,87
6	8933,37	11933,9	4128,33	11080,78	6530,8
7	9570,6	9766,8	4275,42	12012,87	5383,49
8	11698,56	9766,56	4677,46	11031,75	6717,11
9	9854,61	9933,48	4706,88	12894,89	6138,8
10	8276,26	10610,09	4746,1	9923,25	5716,9

Çizelge 7.27. T-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Minifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2333,83	2196,54	1176,72	2422,08	1147,3
2	2647,62	2598,59	1245,36	2598,59	1127,69
3	1892,56	2333,83	1029,63	3079,08	1353,23
4	2451,5	2110,23	1392,18	2382,86	1235,56
5	1961,2	2510,34	1108,8	2657,43	1274,78
6	2237,77	2608,4	1059,05	2814,11	1280,6
7	2069,07	2667,23	1089,27	2116,16	1588,57
8	2520,14	2735,87	853,12	2500,53	1686,63
9	2314,22	2431,89	1029,63	2824,13	1323,81
10	1853,33	2137,4	1203,14	2843,74	1166,91

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.28. T-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Maksifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	3608,61	2637,81	1235,56	3343,85	1637,6
2	3392,88	3481,13	1215,36	3294,82	1637,6
3	3745,89	3843,95	1088,47	3961,62	1578,77
4	3275,2	3030,05	1343,42	3530,16	1755,27
5	2324,02	3892,98	1372,84	3716,47	2353,44
6	2990,83	2696,65	1257,21	3981,34	1676,83
7	2696,65	3696,86	1215,94	3726,28	1372,84
8	3589	2755,49	1249,34	3275,2	1755,27
9	3726,28	3510,55	1196,33	3608,61	1872,95
10	3167,34	2706,46	12098,45	4108,71	1706,24

Çizelge 7.29. T-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	6050,3	5510,97	5363,88	5618,84	4491,54
2	5687,48	3392,38	4363,67	5618,84	5432,01
3	4824,55	3549,77	4098,91	4549,98	3992,4
4	7168,19	4540,18	5089,31	4873,89	4246
5	6285,65	3020,25	4187,46	5697,29	3892,98
6	7207,41	3794,5	4295,03	6824,98	5648,26
7	5206,89	3716,47	4638,24	6158,17	4108,27
8	6305,26	4530,37	4412,7	4295,03	4814,75
9	5991,47	3775,31	4324,45	6815,17	4285,22
10	5579,4	4638,2	3677,25	6550,41	4824,55

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.30. T-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme (Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	19602,19	9687,9	8639,09	10590,48	7128,96
2	18680,43	12002,54	10051,57	10882,66	8187,14
3	16023	9668,72	9668,72	13660,61	9119,79
4	18857,28	10457,56	9260,27	13913,87	7168,19
5	18719,65	11952,88	9844,8	13973,55	8090,8
6	17649,53	9501,59	9423,57	12707,52	8373,48
7	15954,36	12936,53	9884,45	11120	7099,12
8	18053,48	12767,41	11474,8	11722,98	8227,23
9	18425,17	12306,53	10659,12	13680,22	9217,64
10	16081,84	12904,7	9580,46	12974,52	7795,77

Çizelge 7.31. T-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	6060,11	6364,09	3922,4	5795,35	5971,85
2	6060,11	5677,67	3196,97	5579,61	5030,48
3	4755,91	4873,58	4422,29	6755,91	5334,04
4	6296,62	5530,58	4098,91	5108,93	4481,34
5	6285,65	6295,45	3147,73	6893,81	4177,36
6	5785,54	5520,78	3961,41	5746,32	4451,92
7	5628,43	5305,05	3961,62	5481,34	4599,01
8	5638,24	5334,46	3424,29	5510,97	5216,79
9	5324,66	4971,64	3245,79	6510,38	5991,47
10	6207,2	4926,02	4295,03	6491,57	4138,13

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.32. T-tipi birleştirme elemanlarında eksenel çekme direnci verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	17386,04	16758,45	8707,73	16934,96	8756,76
2	16680,01	17979,89	10463	20249,39	9041,13
3	16836,01	18229,35	10502,23	16296,3	8325,08
4	17306,95	19749,28	10482,61	17886,14	7927,28
5	16689,81	16189,28	10009,37	19749,28	8138,88
6	17219,34	17904,01	9247,06	19768,9	9257,5
7	18337,64	15630,01	9629,49	16140,68	8815,23
8	18974,61	19141,31	9962,68	18325,51	8746,95
9	16868,32	15905,33	9815,81	16062,33	8972,49
10	18298,42	15591,54	10521,84	16708,79	8560,21

Çizelge 7.33. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü verileri tablosu

Vidalı birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	3775,31	3569,38	1588,57	3942,01	2176,93
2	4157,74	3785,12	1402,26	3863,56	1765,08
3	3167,34	2765,29	1568,96	4222,51	2069,07
4	3020,25	3667,44	1480,71	4147,94	2176,93
5	3196,76	4118,72	1647,41	3902,79	2176,93
6	3343,85	3628,22	1421,87	4638,42	1716,05
7	3569,38	3706,67	1353,23	3392,88	1529,74
8	3628,22	3128,11	1382,65	3500,74	1461,09
9	3677,25	3402,68	1725,86	3951,82	1863,14
10	4206,77	2833,93	1598,38	3912,59	2176,93

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.34. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü verileri tablosu

Minifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1078,66	1274,78	1039,44	1686,83	951,18
2	1323,81	1451,29	637,39	1568,96	1029,82
3	1286,59	1137,56	568,75	1765,08	921,26
4	1010,02	1284,59	578,55	1284,59	813,9
5	1510,12	1117,88	843,32	1304,2	902,15
6	1039,44	1382,65	715,84	1755,27	1068,85
7	1323,81	1667,8	823,7	1166,91	902,15
8	1127,69	1402,26	764,87	1108,08	1166,91
9	1510,22	1323,81	764,87	1608,018	686,42
10	921,76	1314	764,87	1598,38	823,7

Çizelge 7.35. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü verileri tablosu

Maksifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1679,83	2039,65	931,57	2245,57	1117,88
2	1647,41	1784,69	921,76	2373,05	1108,08
3	1539,54	2098,48	822,54	1686,63	1333,62
4	1588,57	2216,16	1039,44	2412,28	1078,66
5	1931,78	2078,87	843,32	2333,83	1098,27
6	1961,2	2127,9	843,32	1951,39	1274,78
7	1961,2	1990,62	941,38	2206,35	1255,91
8	1676,83	1755,27	872,73	2363,25	1098,27
9	1735,66	2049,45	1068,85	2020,4	1090,41
10	1608,18	2137,71	1225,75	2437,81	1304,2

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.36. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2637,81	3039,86	2108,29	2882,96	1961,2
2	2529,95	2824,13	1990,62	2863,35	1745,47
3	2931,99	2990,83	2235,58	2961,41	2098,48
4	2637,81	2853,55	2235,58	2941,8	1657,21
5	2716,26	2529,95	2196,54	3245,79	1784,67
6	2539,75	2598,8	2235,77	3010,44	1768,96
7	2951,61	2637,81	2088,68	3137,92	2010,23
8	2549,56	2461,31	2167,13	2892,77	2039,65
9	2843,74	2863,35	2118,1	3088,89	1735,66
10	2824,13	2755,37	2167,13	2833,93	1902,36

Çizelge 7.37. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2529,95	4089,53	3922,4	4285,65	2588,78
2	2559,37	3912,59	3563,46	4834,46	2686,84
3	2745,68	4226,39	3628,22	4452,35	2628,01
4	2775,1	3912,59	3883,18	4334,68	2496,54
5	3196,97	5069,7	3992,4	4681,84	2510,55
6	3171,43	4128,33	3667,04	4942,22	2696,65
7	4040,07	4412,7	3608,61	4883,39	3990,83
8	3363,46	4225,59	3049,67	4198,7	2543,85
9	2539,75	4275,42	3108,5	4177,36	2088,89
10	3706,67	4236,4	4069,49	4833,93	2559,37

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.38. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2981,02	2706,46	1882,75	2737,71	2039,65
2	2804,413	2716,26	2196,54	2931,99	1794,5
3	2853,55	2747,51	1814,11	2863,14	2098,48
4	2667,23	2314,22	2157,32	2765,29	2002,47
5	2794,71	2510,34	1912,17	2628,01	1921,98
6	2745,68	2686,84	1804,3	3098,7	1778,77
7	3010,44	2882,96	1706,24	2694,6	1988,57
8	2706,34	2814,32	2186,74	2520,14	1774,89
9	3167,34	2775,1	2108,29	2637,81	2098,48
10	2784,9	2549,56	2080,68	3324,23	1852,33

Çizelge 7.39. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	6148,36	7197,6	3618,41	5775,73	3892,98
2	6717,11	7344,69	3824,34	6339,51	4236,19
3	6326,62	5667,87	3870,37	6484,47	3667,44
4	6923,04	6491,57	3667,44	7334,89	4059,68
5	7139,6	5854,18	3432,1	6383,71	3374,22
6	5295,24	6422,92	3579,19	7815,38	4255,8
7	6324,87	6893,62	3765,5	6315,06	4020,46
8	6638,66	6060,11	3794,92	7717,99	3569,38
9	5697,29	6040,5	3167,34	5559,9	2814,32
10	7204,41	6060,32	3451,71	5266,6	3853,13

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.40. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü verileri tablosu

Vidalı birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1853,33	1971,01	1000,21	2461,31	1402,26
2	2225,96	2373,05	1000,21	1814,11	1333,62
3	2176,93	2314,22	972,79	1716,05	1363,42
4	2402,47	1921,98	1010,02	2039,65	1363,03
5	2098,48	1980,81	921,76	2108,29	1323,81
6	2127,9	2167,13	902,15	2431,89	1372,84
7	2049,45	2167,13	1147,3	2167,13	1343,42
8	1961,2	1194,59	892,35	2127,9	1186,63
9	2108,29	2088,68	1176,72	2343,63	1088,08
10	1951,39	2127,8	872,73	2618,2	1255,17

Çizelge 7.41. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü verileri tablosu

Minifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	411,85	822,54	549,14	715,84	343,21
2	676,61	687,97	480,49	774,67	441,27
3	549,14	774,67	382,43	882,54	422,66
4	529,52	921,76	441,27	911,46	470,69
5	520,52	764,87	480,49	767,87	568,75
6	509,91	725,64	303,99	647,2	353,02
7	696,23	784,48	460,88	745,26	486,49
8	509,91	823,7	323,6	509,91	431,46
9	558,94	519,72	411,85	813,9	392,24
10	568,75	696,23	460,88	617,78	529,52

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.42. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü verileri tablosu

Maksifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	911,96	1157,11	578,55	1117,88	745,26
2	1255,17	1098,27	568,75	1166,91	862,93
3	823,7	1019,82	558,94	1235,96	804,09
4	902,15	1215,94	588,36	1147,3	588,36
5	1176,72	1196,33	521,66	1264,97	637,39
6	872,73	1078,66	500,11	1500,32	568,75
7	1049,24	1186,53	539,33	1108,08	764,87
8	1000,21	1353,23	578,55	1235,56	794,29
9	1019	1157,11	500,11	1274,78	745,26
10	1000,21	1029,63	607,97	1147,3	668,75

Çizelge 7.43. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1735,66	1678,66	991,27	1627,8	1117,88
2	1617,28	1519,82	1127,69	1676,83	1256,97
3	1921,98	1578,77	1049,54	1598,38	1157,11
4	1696,44	1755,27	931,57	2255,38	1343,42
5	1814,11	1510,12	941,38	1814,11	1108,08
6	1549,35	1480,71	1264,97	1823,92	1088,47
7	1716,05	1882,75	990,41	1784,69	1245,36
8	1863,14	1412,06	1029,63	1784,69	1392,45
9	1657,21	1540,25	1186,53	1765,08	1314
10	1735,66	1362,03	1000,21	1676,83	1196,33

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.44. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1784,69	2098,48	1568,96	1951,39	1735,66
2	1933,63	1917,12	1647,41	2078,87	1490,51
3	1747,38	2471,11	1765,08	2049,45	1637,6
4	1859,15	1863,14	1833,72	2290,72	1511,96
5	1825,75	1833,72	1951,39	2204,52	1406,14
6	1690,51	2157,32	1716,05	1961,19	1755,27
7	2010,23	2373,05	1804,3	1917,99	2108,29
8	1947,78	2108,29	1892,56	2196,54	2069,07
9	1878,77	2392,66	1608,18	2182,43	1774,89
10	1847,16	2279,99	1874,99	1929,74	1892,56

Çizelge 7.45. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1696,44	1833,72	1049,24	1794,5	1284,59
2	1814,11	1617,99	1108,08	2059,26	1349,24
3	1598,38	2029,84	1196,33	2000,42	1278,66
4	1578,77	1892,56	1255,17	2098,48	1441,48
5	1765,08	1912,17	1029,63	2028,68	1243,53
6	1774,89	1713,17	1264,97	1921,98	1421,87
7	1853,33	1652,23	1235,56	2088,68	1382,65
8	1696,443	1667,02	1196,33	1921,98	1437,6
9	1755,27	1863,14	1284,59	2098,48	1255,17
10	1863,14	1745,47	1078,66	1823,92	1127,69

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.46. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2882,96	2529,95	1833,72	2363,25	1421,87
2	2843,74	2990,83	2020,04	2981,02	1872,95
3	2416,28	2931,99	1755,27	2614,19	1568,85
4	2735,87	2647,62	2088,68	2775,1	1494,39
5	3020,25	2576,93	1765,08	2696,65	1804,3
6	2647,62	3010,44	1863,14	2696,44	2010,23
7	2755,49	2982,77	1451,29	3010,44	1902,36
8	2726,07	2549,56	1921,98	3186,95	1559,15
9	2667,23	2686,84	1872,95	2922,19	1519,93
10	2373,96	3236,17	1980,81	2766,07	1823,92

Çizelge 7.47. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü verileri tablosu

Vidalı birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	931,57	1147,3	578,55	1304,2	784,48
2	1176,72	1068,85	568,75	1147,3	755,06
3	1010,02	1010,02	568,75	921,76	676,61
4	1019,82	892,35	549,14	1049,24	676,61
5	970,79	921,36	590,3	1059,05	637,39
6	1147,3	1010,02	607,2	1215,94	588,36
7	971,76	1029,63	607,97	992,54	588,36
8	1019,82	1010,02	570,69	931,57	588,36
9	1108,08	823,7	529,52	872,73	590,3
10	921,76	951,18	598,17	1068,85	657

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.48. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü verileri tablosu

Minifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	333,4	419,72	343,21	402,05	323,6
2	372,63	451,08	343,21	490,3	303,39
3	353,02	343,21	313,79	431,36	313,79
4	313,79	431,46	313,79	462,82	294,18
5	372,63	411,85	274,57	509,11	343,21
6	353,02	313,79	323,6	529,11	382,43
7	392,24	353,02	333,4	509,91	303,99
8	362,82	402,05	274,57	539,33	362,82
9	343,21	333,4	264,76	480,49	323,6
10	333,4	411,85	323,6	180,49	284,37

Çizelge 7.49. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü verileri tablosu

Maksifiksli birleştirme (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	568,75	539,33	284,43	588,36	382,43
2	578,55	500,11	294,18	558,94	333,4
3	490,3	509,91	303,99	558,94	343,21
4	190,3	529,52	284,37	598,17	402,05
5	441,27	470,69	284,37	568,75	343,21
6	539,33	500,11	313,79	558,94	402,05
7	529,25	507,97	284,37	578,55	323,6
8	529,52	509,91	294,18	558,94	372,63
9	519,72	578,55	274,18	627,58	303,99
10	490,3	500,11	303,93	559,72	382,43

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.50. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	549,14	588,36	451,08	480,49	470,69
2	578,55	637,39	323,6	589,4	460,88
3	480,49	509,91	353,02	492,24	598,14
4	647,2	549,14	343,21	607,97	627,58
5	558,94	490,3	343,21	529,52	480,49
6	615,84	578,55	421,66	664,12	441,27
7	558,94	594,14	353,02	637,14	462,13
8	509,91	647,2	382,43	606,24	470,69
9	529,2	549,14	421,66	627,26	509,91
10	598,17	535,34	372,63	598,17	411,85

Çizelge 7.51. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(Pu) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1421,17	1382,65	945,26	1545,47	889,17
2	1500,32	1490,51	921,18	1206,14	1000,21
3	1441,48	1255,17	1059,05	1064,87	804,09
4	1441,48	1323,81	970,79	1323,81	782,73
5	1106,03	1245,36	1059,05	1166,91	1010,02
6	1117,88	1078,66	857	1637,6	888,36
7	1294,39	951,18	1117,88	1470,9	1166,91
8	1029,63	1343,42	1010,02	1412,49	915,84
9	1010,02	1068,85	843,39	1539,54	911,46
10	1372,84	1392,45	1000,21	1206,14	822,54

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.52. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	539,33	441,2	334,21	490,3	372,63
2	482,43	898,17	303,99	521,4	382,43
3	470,69	470,69	284,37	451,08	303,89
4	451,08	411,85	353,22	500,11	294,18
5	451,08	470,69	349,14	451,08	235,34
6	509,81	509,91	264,76	529,52	343,21
7	519,72	441,27	313,79	539,33	372,63
8	470,69	549,14	284,37	402,05	353,02
9	421,66	460,88	303,39	490,3	441,27
10	451,08	460,88	225,54	451,08	392,24

Çizelge 7.53. -tipi birleştirme elemanlarının basma yükü verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(PVAc) (N)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	972,73	1117,88	1019,82	1343,42	990,41
2	1206,14	1392,45	902,15	1304,2	843,32
3	1549,35	1510,12	951,18	1255,17	990,41
4	1098,27	1461,09	1029,63	1343,42	843,32
5	1117,88	1098,85	1029,63	1039,44	725,64
6	1166,91	1559,15	902,15	1274,78	892,35
7	1382,65	1323,81	1000,21	1333,62	706,03
8	1274,78	1480,71	1059,05	1314	1049,05
9	1353,23	1251,94	1059,05	1186,53	970,79
10	1010,02	1519,57	853,12	1304,2	1078,66

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.54. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Vidalı birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	14,2	13,55	15,77	14,78	11,9
2	12,6	11,83	12,72	16,05	7,78
3	14,7	16,65	15,58	16,23	10,13
4	14,1	13,38	16,42	14,88	7,95
5	13,8	10,85	15,27	14,43	9,1
6	13,98	13,82	18,6	14,37	8,05
7	15,02	14,42	14,15	17	10,8
8	11,2	14,15	16,7	16,15	9,55
9	12,7	12,63	16,2	13,15	8,98
10	13,17	15,95	16,17	14,18	9,88

Çizelge 7.55. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Minifiksli birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	3,6	3,1	5,56	5,38	4,23
2	5,25	4,5	3,97	4,48	5,45
3	5,2	3,27	4,15	5,4	4,92
4	3,27	3,37	3,62	5,98	5,32
5	5,65	2,65	4,85	3,6	4,1
6	3,82	3,95	5,32	5,87	5,53
7	5,25	5,57	4,48	3,53	4,03
8	3,4	3,98	4,32	3,5	3,75
9	5,57	3,48	5,56	5,12	3,25
10	4,1	4,52	4,3	4,12	3,83

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.56. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Maksifiksli birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	5,37	6,92	4,9	5,03	5
2	5,2	5,13	5,77	7,6	4,95
3	4,22	5,7	5,7	5,37	4,45
4	6,33	6,75	7,15	6	4,32
5	5,38	5,22	4,25	4,6	4,3
6	4,5	5,4	6,6	7,12	5,83
7	4,5	5,28	5,78	7,05	5,56
8	5,07	6,25	6,1	6,1	6,52
9	4,25	7,33	6,4	6,07	6,17
10	5,63	7,32	4,8	7,38	4,55

Çizelge 7.57. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (Pu) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2,65	2,62	2,88	2,32	2,3
2	2,6	2,25	2,58	1,95	2,47
3	2,3	2,75	4,4	2,17	2,53
4	2,4	2,27	3,3	2,4	2,68
5	2,5	1,96	3	2,5	2,55
6	2,45	2,38	4,38	2,25	2,67
7	2,68	2,32	3,53	2,18	2,55
8	2,45	2,5	3,85	2,68	2,12
9	2,65	2,35	2,92	2,3	2,45
10	2,72	1,8	2,92	2,48	2,35

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.58. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(Pu) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1,82	4,15	4,33	4,77	2,98
2	1,6	3,35	5,28	3,38	5,37
3	1,82	3,25	4,75	4,3	3,48
4	1,75	2,85	5,35	5,55	3,55
5	2,78	2,32	5,45	4,12	5,17
6	2,8	2,5	3,3	4,25	3,38
7	2,83	3,28	4,8	3,2	3,3
8	2,2	2,42	4,65	4,65	4,55
9	1,88	2,82	3,87	3,33	4,15
10	2,32	4,02	4,65	3,45	3,75

Çizelge 7.59. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (PVAc) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	1,6	1,98	2,5	1,4	1,95
2	1,9	2,13	3,15	2,02	2,33
3	2,5	1,65	3,25	1,65	2,05
4	1,65	1,87	3,65	2,3	3
5	1,95	1,97	2,9	1,67	2,12
6	2,18	2,1	2,53	2,45	2,23
7	2,25	1,95	2,98	1,8	2,1
8	2,27	1,8	3,75	2,15	2,45
9	1,9	1,96	290	2,43	2,75
10	2,02	1,87	3,25	2,1	1,9

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.60. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal çekme yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(PVAc) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	4,2	5,9	4,33	3,53	3,28
2	4,85	4,25	5,98	4,8	4,43
3	5,2	5,25	5,4	4,65	3,18
4	5,1	5,95	4,97	4,22	4,52
5	4,23	4,4	5,85	3,85	4,37
6	4,1	5,1	6,5	5,42	3,45
7	3,9	5,4	5,93	4,02	2,28
8	3,8	5,05	6,72	5,45	4,85
9	4,08	4,95	4,55	4,63	3,45
10	4,02	5,03	5,9	3,7	3,27

Çizelge 7.61. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Vidalı birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	21,43	17,45	18,55	23,75	13,57
2	17,25	20,67	22,73	24,5	17,15
3	16,8	19,88	18,47	22,5	17,15
4	20,95	23,53	16,05	22,25	13,18
5	17,87	23,14	16,47	18,2	13,4
6	18,7	19,2	24,6	20,08	13,15
7	15,48	19,75	16,2	17,1	15,03
8	15,5	17,95	19,58	21,93	18,33
9	17,88	19,65	17,62	17,5	17,33
10	18,07	17,15	22,65	19,97	15,3

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.62. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Minifiksli birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	4,5	9,25	5,8	6,17	4,4
2	6,27	9,15	4,88	5,2	4,93
3	5,68	7,45	7,53	5,23	6,23
4	5,68	9,18	6,35	7,93	5,58
5	4,15	5,4	7,52	5,47	6,08
6	4,15	7,35	5,85	5,3	3,97
7	7,28	7,3	7,2	7,85	6,8
8	5,08	9,05	7,28	5,77	4,37
9	6,83	5,53	7,25	7,85	5,48
10	4,5	9,25	5,8	6,17	4,4

Çizelge 7.63. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Maksifiksli birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	8,2	12,95	9,68	7,78	7,48
2	7,53	11,38	7,57	6,78	7,25
3	7,22	7,95	6,2	7,68	7,52
4	7,75	11,98	7,43	8,7	7,7
5	8,2	11,7	5,75	7,67	6,1
6	6,25	10,5	6	8,52	8,57
7	7,1	7,6	5,07	8,34	6,88
8	6,78	8,2	7,38	6,8	8,15
9	7,13	8,5	7,63	7,2	8,9
10	7,3	9,25	6,95	8,7	8,07

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.64. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (Pu) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	4,27	1,8	1,9	3,35	2,15
2	4,15	2,5	2,72	3,25	3,65
3	3,48	2,95	2,65	3,65	2,73
4	3,17	2,6	2,38	3,5	3,3
5	3,7	2,65	3,13	2,7	3,12
6	3,03	2,08	3,5	2,7	2,52
7	3,9	2,78	3,23	3,23	2,23
8	3,35	2,6	3,3	2,6	3,13
9	3,57	2,7	3,05	2,55	3
10	3,25	2,25	2,78	3,55	3,55

Çizelge 7.65. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(Pu) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2,98	4,38	3,48	3,85	4,67
2	2,25	4,15	3,98	4,7	4,98
3	2,1	5,2	4,68	4,97	4,85
4	2,6	3,33	4,72	5,42	4,25
5	2,78	3,65	4,7	5,7	3,3
6	2,55	4,48	5,05	3,52	5,22
7	4,1	3,93	3,95	3,55	5,7
8	2,96	3,8	5,4	4,45	5,7
9	2,9	4,4	3,4	4,25	3,9
10	4,2	4,27	5,2	3,95	3,85

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.66. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (PVAc) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	3,1	2,85	2,08	3,58	2,75
2	3,2	2,15	2,52	2,28	2,6
3	3,1	1,77	2,67	2,4	2,1
4	3,5	2,58	2,85	3,08	2,53
5	2,88	1,75	2,68	2,35	2,7
6	3	2,8	4,22	2,85	3,8
7	3,03	1,62	2,58	2,05	3,75
8	3,2	1,95	3,05	2,15	2,15
9	2,78	2,45	2,32	2,75	2,18
10	2,35	3,37	3,05	2,98	2,75

Çizelge 7.67. L-tipi birleştirme elemanlarının diyagonal basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(PVAc) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	5,7	5,17	6,6	5,38	6,1
2	6,3	8,63	7,68	9,75	4,18
3	6,5	7,7	5,06	6,35	5,37
4	6,7	7,1	5,03	7,17	5,5
5	7,65	5,53	4,63	6,68	6,38
6	7,17	7,25	5,37	5,68	6,7
7	5,6	7,1	5,06	9,3	5,37
8	6,33	6,58	5,36	5,35	7,3
9	7,7	8	6,25	5,35	7,6
10	7,65	6,55	7,25	6,15	5,56

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.68. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Vidalı birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	68,83	50,35	30,72	66,18	46
2	62,5	43,15	40,88	75,05	44,98
3	63,67	56,15	49,4	72,65	40,52
4	55,72	44,43	46,68	66,25	46,4
5	69,4	43,3	34,28	71,65	39,52
6	54,12	52,4	34,68	73,15	37,62
7	69,15	46,17	37,23	72,09	41,88
8	54,93	57,4	32,55	77,1	31,43
9	50,42	45,14	41,42	78,12	42,44
10	69,9	42,55	47,1	62,38	38,15

Çizelge 7.69. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Minifiksli birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	8,95	12,7	16,12	16,52	15,15
2	7,67	12,68	15,2	19,18	12,73
3	7,75	8,03	16,43	17,7	11,85
4	6,2	9,68	16,13	17,48	12,1
5	8,75	11,93	14,25	16,6	11,5
6	7,38	9,28	13,6	15,45	12,55
7	8,6	9,52	17,2	15,65	11,65
8	9,13	10,4	14,32	18,12	13,15
9	6,8	8,4	15,23	18,2	12,45
10	7,2	10,4	15,1	15,15	12,42

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.70. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Maksifiksli birleştirme (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	14,4	19,17	15,25	19,28	14,4
2	14,15	19,73	14,35	20,65	14,1
3	13,57	15,28	16,5	17,9	11,35
4	16,55	19,23	13,48	19,98	16,5
5	13,78	17,23	15,93	15,55	16,15
6	16,93	16,77	14,88	19,7	16,75
7	17,08	18,25	16,3	18	15,1
8	13,5	15,38	18,73	16,05	16,8
9	15,63	15,18	17,88	16,33	17,03
10	17,2	18,95	16,88	15,88	16,5

Çizelge 7.71. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (Pu) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	3,43	4,95	4,48	4,17	4,86
2	4,7	6,95	3,12	4,3	5,26
3	3,97	4,88	3,03	3,93	5,56
4	4,47	5,75	3,17	4,53	6,02
5	3,3	4,02	5,28	4,95	6,05
6	6,02	4,03	5,05	6,15	5,38
7	5,25	5,15	4,47	5,14	5,7
8	4,87	5,18	3,95	5	5,13
9	5,56	4,02	3,28	5,3	6,87
10	3,9	6,85	3,35	5,55	5,85

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.72. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(Pu) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	14,3	11,75	6,9	15,65	9,9
2	13,25	12,1	8,4	12,15	10,83
3	15,3	11,05	9,17	15,18	8,2
4	14,22	12,5	7,87	12,5	10,25
5	15,35	10,5	9,93	11,18	13,3
6	11,1	10,1	9,98	15,6	9,28
7	13,62	9,67	6,07	15,33	9,2
8	11,75	9,38	9	14,53	8,2
9	11,25	9,83	7,78	12,85	10
10	12,07	10,08	9,98	13,65	11,75

Çizelge 7.73. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Kavelalı birleştirme (PVAc) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	2,47	4,55	3,45	3,95	4,23
2	3,67	4,58	4,18	3,45	4,27
3	4,88	3,76	2,83	3,32	3,08
4	4,27	3,67	2,82	3,43	4,15
5	4,75	4,22	4,4	3,1	3,15
6	3,15	4,2	3,78	4,18	4,2
7	4,65	4,25	3,9	4,95	3,5
8	4,38	4,75	3,03	3,18	3,17
9	4,12	4,47	3,75	3,35	4,47
10	4,05	3,45	3,08	3,48	3,67

Ek-2 (Devamı) Deney verileri

Çizelge 7.74. T-tipi birleştirme elemanlarının basma yükü altındaki elastikiyet verileri tablosu

Zıvanalı birleştirme(PVAc) (mm)					
Malzemenin Cinsi					
S.N	Meşe	Kayın	Sarıçam	Ceviz	Kestane
1	9,2	11,97	12,65	17,15	12,37
2	11,95	12,8	12,5	14,62	10,9
3	13,93	14,53	11,7	16	12,13
4	11,68	15,2	9,87	17,33	12,18
5	9,65	14,25	12,25	14,67	10,55
6	9,85	15,5	12,13	14,95	10,6
7	13,27	11,75	13,1	17,4	9,85
8	13,8	14,52	13,43	14,58	13,32
9	13,97	11,85	11,85	14,02	13,3
10	9,97	14,18	9,98	15,87	13,7

Ek- 3 Numune resimleri



Kurutma öncesi numuneler



Kurutma sonrası numuneler



Deney öncesi



Deney sonrası



Deney öncesi



Deney sonrası

Ek- 3 (Devamı) Numune resimleri



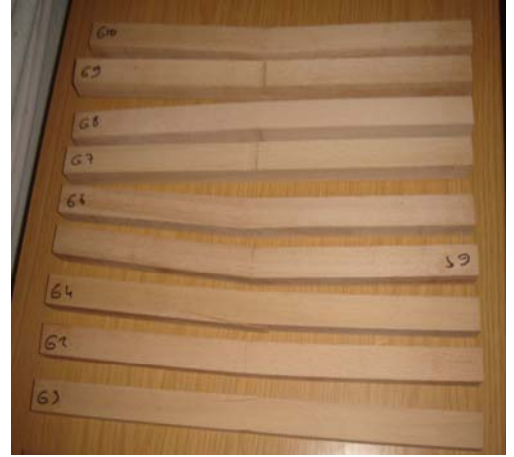
Deney öncesi



Deney sonrası



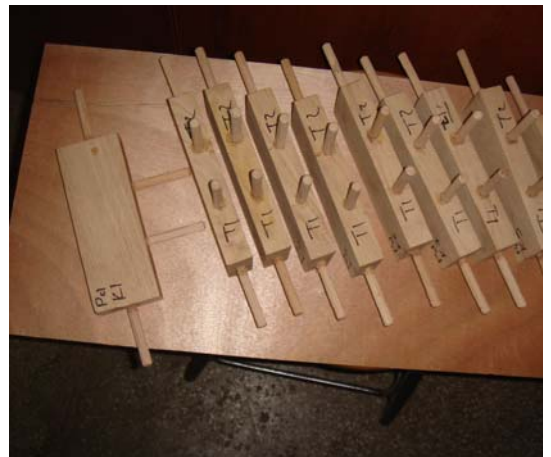
Deney öncesi



Deney sonrası

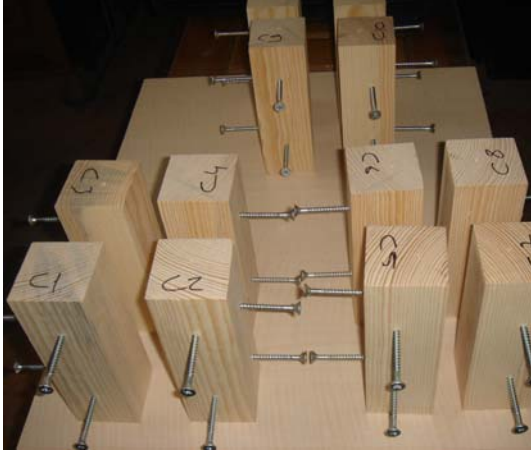


Deney öncesi



Deney sonrası

Ek- 3 (Devamı) Numune resimleri



Deney öncesi



Deney sonrası



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama

Ek- 3 (Devamı) Numune resimleri



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama

Ek- 3 (Devamı) Numune resimleri



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama



Numune hazırlama

Ek- 3 (Devamı) Numune resimleri



Deney öncesi



Deney sonrası



Deney öncesi



Deney sonrası



Deney öncesi



Deney sonrası

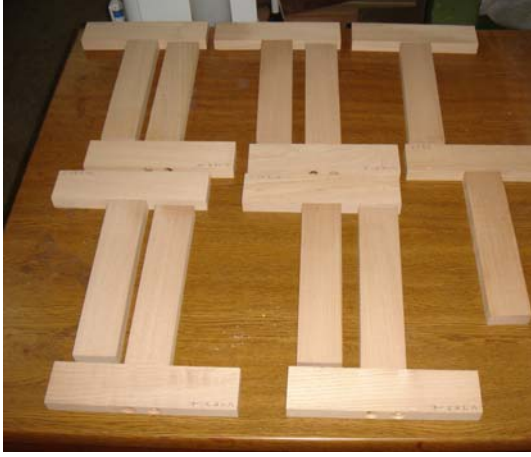
Ek- 3 (Devamı) Numune resimleri



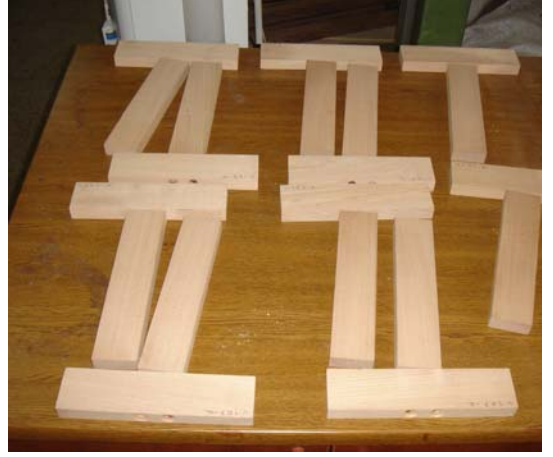
Deney öncesi



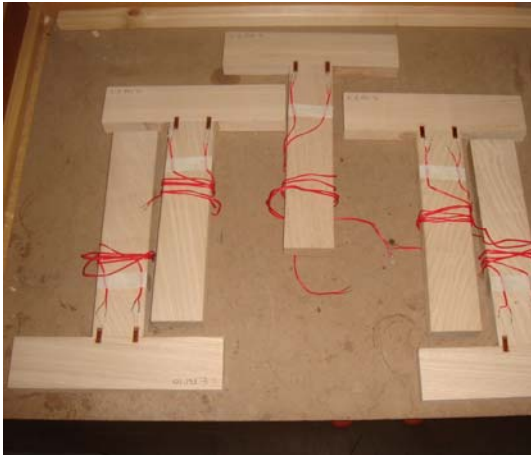
Deney sonrası



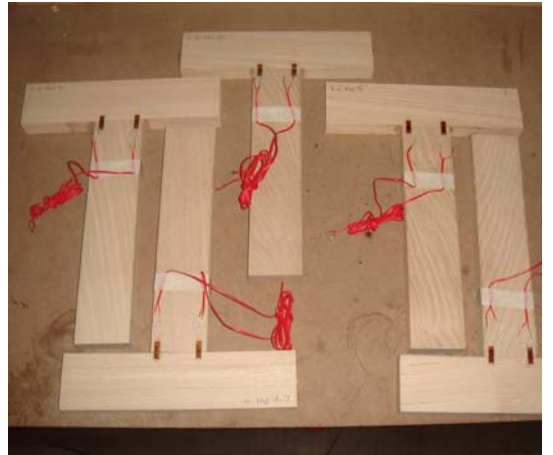
Deney öncesi



Deney sonrası



Deney öncesi



Deney sonrası

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ÇAĞATAY, Kubulay
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 04.09.1972 Malatya
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 360 48 30
 Cep telefonu : 0 (505) 691 38 11
 e-mail : kubulaycagatay@hotmail.com
 kubulaycagatay@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi/Fen Bil. Ens. Mob. Dek. Böl.	2011
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Fen Bil. Ens. Mob. Dek. Böl.	2004
Lisans	Gazi Üniversitesi/Mobilya ve Dek. Bölümü	1996
Lise	Malatya II. Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	1990

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1996-1997	Alaca Çok Programlı Lisesi	Öğretmen
1997-1999	İncirli Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	Öğretmen
1999-2011	İncirli Teknik ve Endüstri Meslek Lisesi	Bölüm Şefi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Yıldırım, K., Akalın, A. ve Çağatay, K., Otel Yatak Odalarının İç Mekân Tasarımının Kullanıcıların Algı-Davranışsal Performansı Üzerine Etkisi, *Politeknik Dergisi*, 11 (2): 175-185, 2008.
2. Yıldırım, K., Çağatay, K. ve Özkan, A., Farklı Sosyo-Ekonomik Düzeye (SED) Sahip Kullanıcıların Mutfaklarındaki Havalandırma Sistemleri Üzerine Bir Araştırma, *Politeknik Dergisi*, 12 (4): 279-286, 2009.
3. Hidayetoğlu, M.L., Yıldırım, K. and Çağatay, K., The effects of training and spatial experience on the perception of the interior of buildings with a high level of complexity, *Scientific Research and Essays*, 5 (3): 428-439, 2010.

Hobiler

Bilgisayar teknolojileri, Tenis, Voleybol